

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES DES ORGANISMES ET ÉCOLOGIE

Taxonomie du genre *Marcusenius* (MORMYRIDAE) au Pool Malebo (Kinshasa, R.D.C.) et contribution à l'étude de la biologie et l'écologie de *Marcusenius macrolepidotus angolensis*.

Pigneur, Lise-Marie

Award date:
2005

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



FACULTES UNIVERSITAIRES NOTRE-DAME DE LA PAIX
NAMUR

Faculté des Sciences

**TAXONOMIE DU GENRE *MARCUSENIUS* (MORMYRIDAE) AU POOL MALEBO
(KINSHASA, R.D.C.) ET CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIOLOGIE ET
L'ECOLOGIE DE *MARCUSENIUS MACROLEPIDOTUS ANGOLENSIS***

**Mémoire présenté pour l'obtention du grade de licencié en Sciences
biologiques**

Lise-Marie Pigneur

Septembre 2005

Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix
FACULTE DES SCIENCES
Secrétariat du Département de Biologie
Rue de Bruxelles, 61 – 5000 Namur
Téléphone: + 32(0)81.72.44.18 – Téléfax: +32(0)81.72.44.20
E-mail: joelle.jonet@fundp.ac.be – <http://www.fundp.ac.be/fundp.html>

**TAXONOMIE DU GENRE *MARCUSENIUS* (MORMYRIDAE) AU POOL MALEBO
(KINSHASA, R.D.C.) ET CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIOLOGIE ET
L'ECOLOGIE DE *MARCUSENIUS MACROLEPIDOTUS ANGOLENSIS***

PIGNEUR Lise-Marie

Résumé

Huit pour cent (8 %) des poissons pêchés expérimentalement de février à fin mai 2005, au Pool Malebo (Kinshasa, R.D.C.), étaient des Mormyridae. Cependant, cette famille rassemble près d'un quart des espèces présentes. Au sein des Mormyridae, le genre *Marcusenius* a été étudié plus particulièrement. Diverses techniques et achats ont permis la récolte de 341 spécimens répartis en 7 espèces. Les 3 espèces les plus représentées sont *M. stanleyanus* (28 % du nombre total de spécimens), *M. moorii* (21 %) et *M. macrolepidotus angolensis* (17 %). Le travail réalisé a mis en évidence la difficulté d'identifier avec précision les espèces du genre *Marcusenius* tant elles peuvent être morphologiquement proches. L'analyse de 24 contenus stomacaux de *M. macrolepidotus angolensis* a permis d'identifier 81 catégories de proies. Le régime alimentaire général de cette espèce (exprimé par le pourcentage d'occurrence corrigé) est constitué essentiellement des Macrophytes et du Périphyton (22 % chacun) suivis des Insectes (19 %). Une variation du régime a été notée en fonction de la taille mais pas en fonction du sexe. L'étude de la reproduction de *M. macrolepidotus angolensis* a révélé un sex-ratio de 0,4 mâle par femelle. L'observation macroscopique des gonades a montré que les poissons examinés étaient, pour la plupart, en cours de développement sexuel. Notre échantillonnage n'a donc pas coïncidé spatialement et/ou temporellement avec la période de reproduction de *M. macrolepidotus angolensis*.

Mémoire de licence en Sciences biologiques

Septembre 2005

Promoteurs: J.-C. Micha (FUNDP), A. Mbomba Nseu Bekeli (UNIKIN)

Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix
FACULTE DES SCIENCES
Secrétariat du Département de Biologie
Rue de Bruxelles, 61 – 5000 Namur
Téléphone: + 32(0)81.72.44.18 – Téléfax: +32(0)81.72.44.20
E-mail: joelle.jonet@fundp.ac.be – <http://www.fundp.ac.be/fundp.html>

**TAXONOMY OF THE GENUS *MARCUSENIUS* (MORMYRIDAE) AT MALEBO
POOL (KINSHASA, R.D.C.) AND CONTRIBUTION TO THE STUDY OF BIOLOGY
AND ECOLOGY OF *MARCUSENIUS MACROLEPIDOTUS ANGOLENSIS***

PIGNEUR Lise-Marie

Abstract

Eighth percent (8 %) of the fishes caught from February to May 2005 at Malebo Pool (Kinshasa, R.D.C.) were Mormyridae. However, this family brings together nearly a quarter of the present species. Within Mormyrids the genus *Marcusenius* has been studied more particularly. Various catching methods and purchases permitted the collecting of 341 specimens belonging to 7 species. The 3 most common species are *M. stanleyanus* (28 % of specimens total number), *M. moorii* (21 %) and *M. macrolepidotus angolensis* (17 %). This research places emphasis on the difficulty to identify precisely the species of the genus *Marcusenius*, there are so morphologically close to each other.

The examination of 24 stomach contents of *M. macrolepidotus angolensis* revealed 81 preys categories. The general diet of this species (expressed by the adjusted occurrence percentage) is mainly composed of Macrophytes and Periphyton (22 % each) followed by Insects (19 %). This study showed differences in diet according to the size of specimens. No statistically significant difference was observed according to the sex. The study of reproduction revealed a sex ratio of 0,4 male per female. The macroscopic observation of gonads showed that the examined fishes were mostly in sexual development. Our sampling did not coincide in space and/or in time with the breeding season of *M. macrolepidotus angolensis*.

Dissertation of Bachelor's degree in biological Sciences

September 2005

Promoters: J.-C. Micha (FUNDP), A. M'Bomba Nseu Bekeli (UNIKIN)

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier M. le Professeur J.-C. Micha, promoteur de ce mémoire, pour son suivi et pour m'avoir encouragée dans mon « rêve d'Afrique ». Ce fut une expérience enrichissante et inoubliable.

Que le Professeur A. Mbomba Nseu Bekeli, co-promoteur de cette étude, et le Professeur A. Takoy Lomema Losona, responsable du Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture de l'UNIKIN, reçoivent mon entière gratitude pour leur soutien, leur confiance et leurs conseils judicieux.

Que le Professeur J. Snoeks du laboratoire d'ichtyologie du Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren) ainsi que M. Hanssens, G. Boden et E. Vreven reçoivent mes remerciements pour le temps qu'ils nous ont consacré et pour leur aide précieuse.

Le voyage réalisé dans le cadre du présent travail a été rendu possible grâce à l'intervention financière du Conseil Interuniversitaire de la Communauté française de Belgique – Commission de la Coopération Universitaire pour le Développement – rue de Namur, 72-74, 1000, Bruxelles – www.ciuf.cfwb.be .

A nos précieux assistants et amis du laboratoire d'Hydrobiologie ; Victorine Mbadu, Victor Pwema, Jean-Métis Ntumba et notre « chauffeur magique », expert en tout, Raph M8, ainsi qu'à Norbert et Héritier, nos 2 « *pichir* » : à vous tous, complices de nos péripéties sur le fleuve Congo : *merci mingi na bino, bo tikala malamumu*.

Je ne pourrais oublier les moments passés ensemble qu'il s'agisse de la perte du moteur de la pirogue dans le fleuve, des soirées chez Mamy samba, de la recherche des hippopotames, des dissections au laboratoire, des pannes de jeep, de la préparation du *fufu*, et de bien d'autres choses encore. *Namelak'ango na tina !*

Que les Sœurs Esther, Prudence et Bernadette ainsi que les sœurs étudiantes de la Communauté des Sœurs de la Foi soient remerciées pour leur accueil chaleureux, leurs petites attentions et leur joie de vivre.

Plus près d'ici, je tiens à remercier **Nico**, ma famille et mes proches pour m'avoir soutenue et encouragée tout au long de ce périple et pour m'avoir attendue patiemment (surtout toi, **Mia**). Je remercie aussi mes « généreux donateurs » en tout genre qui ont rendu possible ce merveilleux voyage.

Je veux aussi exprimer toute ma gratitude aux assistants et étudiants de l'URBO (je ne les citerai pas afin de n'oublier personne). Une mention particulière revient à Carole qui m'a beaucoup aidée dans la détermination du périphyton malgré son état de digestion avancé...

Il est temps de remercier mes compagnons d'aventure, Benoît et Laurence : merci pour tous ces petits et grands moments passés ensemble...

A tous ceux et celles que je ne peux citer dans ces quelques lignes et qui se reconnaîtront...merci !

Lise-Marie

alias Maman mapasa...

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
1. Synthèse bibliographique	2
1.1. Milieu d'étude	
1.1.1. Le bassin du Congo	
1.1.1.1. Géographie et géologie	
1.1.1.2. Données hydrologiques	
1.1.2. Le Pool Malebo	3
1.1.2.1. Géographie et géologie	
1.1.2.2. Données climatiques et hydrologiques	
1.1.2.3. Données fauniques et floristiques	4
1.1.2.4. Données physico-chimiques	5
1.2. Diversité ichthyologique	6
1.2.1. Diversité ichthyologique africaine	
1.2.2. Diversité ichthyologique du bassin du Congo et du Pool Malebo	
1.3. Intérêt et diversité des Mormyridae	7
1.3.1. Généralités	
1.3.1.1. Description	
1.3.1.2. Considérations systématiques	
1.3.1.3. Distribution	8
1.3.1.4. Biologie et écologie	9
1.3.1.5. Ethologie	
1.3.1.6. Diversité	10
1.3.1.7. Intérêt	
1.3.2. Le genre <i>Marcusenius</i> (Gill, 1862)	12
1.3.2.1. Description	
1.3.2.2. Distribution	
1.3.2.3. Diversité	
1.3.2.4. Espèces du Pool Malebo	
1.3.2.4.1. Identification	
1.3.2.4.2. <i>Marcusenius friteli</i>	14
1.3.2.4.3. <i>Marcusenius fuscus</i>	15
1.3.2.4.4. <i>Marcusenius greshoffi</i>	
1.3.2.4.5. <i>Marcusenius macrolepidotus angolensis</i>	16
1.3.2.4.6. <i>Marcusenius monteiroi</i>	
1.3.2.4.7. <i>Marcusenius moorii</i>	17
1.3.2.4.8. <i>Marcusenius schilthuisiae</i>	
1.3.2.4.9. <i>Marcusenius stanleyanus</i>	18
1.3.2.5. Intérêt	
1.3.2.5.1. Taxonomie	
1.3.2.5.2. Biologie et écologie	19
1.3.2.5.3. Importance socio-économique	
1.3.2.5.4. Abondance	20
2. Matériels et méthodes	21
2.1. Sites d'échantillonnage	
2.2. Caractérisation du milieu	22
2.2.1. Mesures physico-chimiques	

2.2.2. Expression des résultats	
2.3. Récolte des spécimens	
2.4. Identification des spécimens	23
2.5. Variations spatio-temporelles d'abondance relative des espèces de <i>Marcusenius</i>	
2.6. Biologie et écologie	
2.6.1. Relation « poids - longueur totale »	
2.6.2. Régimes alimentaires	
2.6.2.1. Prélèvement des contenus stomacaux	
2.6.2.2. Relation « longueur de l'intestin - longueur standard »	
2.6.2.3. Analyse des contenus stomacaux	24
2.6.2.4. Interprétation des résultats	
2.6.2.5. Interprétation des résultats	26
2.6.3. Reproduction	
2.6.3.1. Examen des gonades	
2.6.3.2. Sex-ratio	27
3. Résultats	28
3.1. Données physico-chimiques	
3.2. Données biologiques	29
3.2.1. Place des Mormyridae dans la communauté ichthyologique du Pool Malebo	
3.2.2. Abondance et diversité du genre <i>Marcusenius</i> au Pool Malebo	31
3.2.3. Variations temporelles d'abondance	32
3.2.4. Variations spatiales	33
3.3. Biologie et écologie de <i>Marcusenius macrolepidotus angolensis</i>	35
3.3.1. Relation « poids – longueur totale »	
3.3.2. Régime alimentaire	36
3.3.2.1. Morphologie externe du tube digestif	
3.3.2.1.1. Morphologie du tube digestif	
3.3.2.1.2. Relation « longueur de l'intestin / longueur standard » et coefficients intestinaux	
3.3.2.2. Régime alimentaire de <i>Marcusenius macrolepidotus angolensis</i>	37
3.3.2.2.1. Régime alimentaire général	
3.3.2.2.2. Variations intraspécifiques du régime alimentaire	42
3.3.2.2.2.1. Régime alimentaire en fonction de la taille	
3.3.2.2.2.2. Régime alimentaire en fonction du sexe	43
3.3.3. Reproduction	44
3.3.3.1. Examen des gonades	
3.3.3.1.1. Sex-ratio	
3.3.3.1.2. Observation des stades macroscopiques	
3.3.3.2. Dimorphisme sexuel	46
4. Discussion	47
Conclusions et perspectives	50
Références bibliographiques	54

Introduction

La notion de « biodiversité » est fortement médiatisée actuellement et l'on s'inquiète de la disparition de différentes espèces connues ou non. Malgré cela, certains groupes d'organismes comme les poissons d'eau douce d'Afrique centrale, restent mal connus, or, ils présentent une diversité remarquable (Sullivan *et al.*, 2004). C'est pourquoi diverses études essaient de définir et préciser cette diversité ichthyologique, entre autres, pour pouvoir la protéger le cas échéant (Sullivan, 2001). En effet, comment sauvegarder cette multitude d'espèces si on ne la connaît pas ?

Les connaissances actuelles font état d'environ 3000 espèces de poissons dans les eaux continentales africaines. Ces espèces sont réparties en 83 familles dont 30 appartiennent au type primaire, 3 au type secondaire et 50 au type périphérique. A ces 3 familles, s'ajoutent 5 familles introduites (3 familles du type périphérique et 2 familles du type primaire). Environ 55 % des espèces rencontrées appartiennent au groupe primaire. L'essentiel de la faune ichthyologique africaine est constitué des familles suivantes : Cichlidae, Characidae, Cyprinidae, Cyprinodontidae, Mormyridae et quelques familles de Siluriformes (Lévêque et Paugy, 1999).

Le bassin du Congo, à lui seul, abriterait près de 690 espèces de poissons. On y trouve un fort taux d'endémicité comme dans d'autres rivières ou lacs restés isolés durant des millions d'années. Parmi les familles rencontrées, celle des Mormyridae y présenterait 11 genres et 48 espèces.

Les Mormyridae ont beaucoup été étudiés pour leur capacité à émettre et recevoir des signaux électriques. La taxonomie a fait l'objet de nombreuses recherches et n'est pas définitivement établie ; on découvre encore de nouvelles espèces et l'on en met d'autres en synonymies (Boden *et al.*, 1997 ; Teugels *et al.*, 2001). Lavoué (2001) fait état de 19 genres et 182 espèces. Cependant, malgré l'intérêt porté aux Mormyridae (intérêt scientifique, aquariophile ou alimentaire), la biologie et l'écologie des espèces ont peu été abordées ou ne l'ont été que récemment (Ouattara, 2000 ; Kouamélan, 1999).

Le genre *Marcusenius* (Gill, 1862) est largement distribué à travers l'Afrique et comporterait 35 espèces (Teugels *et al.*, 2001), dont au moins 8 seraient présentes au niveau du Pool Malebo (Kinshasa, R.D.C.). *Marcusenius* est un des genres de Mormyridae les mieux représentés au Pool Malebo de par sa diversité (8 espèces comme pour *Mormyrops*, contre 6 pour *Petrocephalus*, 3 pour *Pollimyrus*, 2 pour *Oxymormyrus*...) mais surtout du fait qu'il est abondant et ce tout au long de l'année.

Cette étude a pour but de tenter de réaliser un inventaire le plus complet possible des espèces du genre *Marcusenius* du Pool Malebo. Il s'agit aussi d'aborder la biologie et l'écologie d'une espèce (habitat, régime alimentaire et reproduction). L'étude de la biologie et de l'écologie des espèces de *Marcusenius* du Pool Malebo doit s'intégrer dans une optique de sauvegarde de la biodiversité. En effet, le milieu est fortement exploité et toute mesure efficace de gestion et de protection dépendra d'une bonne connaissance de ces paramètres.

A ces fins, une révision taxonomique sur base des caractères morphométriques et méristiques a été réalisée, ainsi que l'analyse des contenus stomacaux, l'examen macroscopique des gonades et le relevé des paramètres physico-chimiques des stations de pêche.

Le présent travail est constitué d'une synthèse bibliographique suivie de la présentation de la méthodologie et du matériel utilisés. Ensuite, les résultats obtenus sont exposés puis discutés avant de conclure et d'apporter quelques perspectives à cette étude.

1. Synthèse bibliographique

1.1. Milieu d'étude

1.1.1. Le bassin du Congo

1.1.1.1. Géographie et géologie

Situé au cœur de l'Afrique, le bassin du fleuve Congo s'étend sur près de 3 800 000 km², faisant de lui le plus grand bassin versant d'Afrique (Burgis et Symoens, 1987). Le fleuve a une longueur de 4700 kilomètres environ (Levêque et Paugy, 1999) et prend sa source en Zambie (Mont Musoli ; 1532 m d'altitude). Il se jette dans l'Océan Atlantique à Banana (Blanc, 2003) (Figure 1).



Figure 1. Fleuve Congo et affluents (d'après Blanc, 2003).

1.1.1.2. Données hydrologiques

Le régime hydrographique du fleuve Congo est de type « fleuve équatorial » c'est-à-dire avec un débit soutenu toute l'année. Le débit moyen annuel du Congo est de 40 487 m³. s⁻¹. A Kinshasa, le minimum se situerait en août (30 000 m³. s⁻¹) et le maximum en décembre (54 000 m³. s⁻¹). Les valeurs extrêmes enregistrées sont de 22 000 et 75 000 m³. s⁻¹ (Burgis et Symoens, 1987).

1.1.2. Le Pool Malebo

1.1.2.1. Géographie et géologie

Le Pool Malebo (anciennement Stanley Pool) est un élargissement du fleuve Congo à hauteur de Kinshasa et Brazzaville, à 500 km de l'embouchure (Fig.2). Il est situé aux coordonnées géographiques suivantes : 4°20 S et 15°30 E. Cette cuvette lacustre s'étend sur 25 km de large et 35 km de long (de Maluku à Kinsuka), soit une superficie de 500 km².

L'île Mbamou, au centre du Pool, a une surface de 180 km². Le Pool Malebo se trouve à une altitude de 272 m et les collines qui l'entourent ont généralement une altitude supérieure à 500m. En amont du Pool, le fleuve Congo creuse son lit dans des grès du Crétacé. Après avoir dépassé Kinshasa, il rencontre des roches plus résistantes puis s'étale sur des grès plus tendres avant les premières cataractes (Burgis et Symoens, 1987).

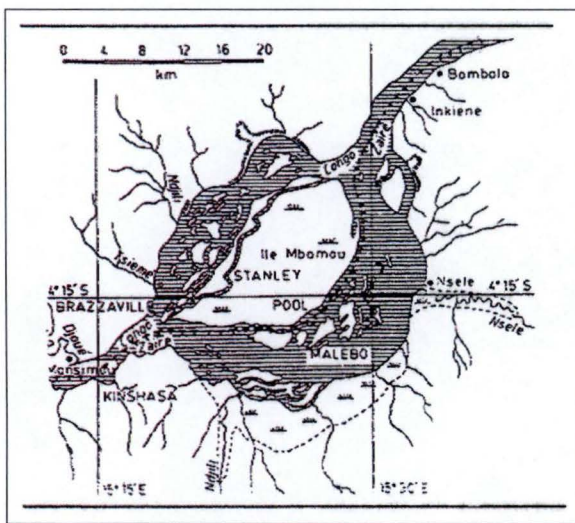


Figure 2. Carte du Pool Malebo (anciennement Stanley Pool) (d'après Burgis et Symoens, 1987).

1.1.2.2. Données climatiques et hydrologiques

Climat. Le Pool Malebo possède un climat à 2 saisons principales. La saison sèche s'étale de juin à septembre et la saison des pluies de septembre à juin (Figure 3).

L'insolation moyenne annuelle est de 1650 à 1700 h. an⁻¹ (125 à 150 h par mois toute l'année) avec une valeur maximale en février (Burgis et Symoens, 1987). L'humidité relative est variable au cours de l'année avec un minimum de 72,8 % en septembre (Figure 4) et un maximum de 83 % en décembre.

Hydrologie. Le débit du fleuve à Kinshasa-Est est d'environ 39 500 m³.s⁻¹ avec le minimum en août (30 000 m³.s⁻¹) et le maximum en décembre (54 000 m³.s⁻¹). Le niveau d'eau varie annuellement de 3m environ. Les basses eaux se situent en juillet-août et les hautes eaux ont lieu en novembre-décembre avec un pic secondaire en mai. Le courant, de valeur assez variable, est en moyenne de 5 km .h⁻¹ assurant un renouvellement constant des eaux dans le chenal principal. La profondeur de l'eau dépasse rarement 3 à 10 m (Burgis et Symoens, 1987).

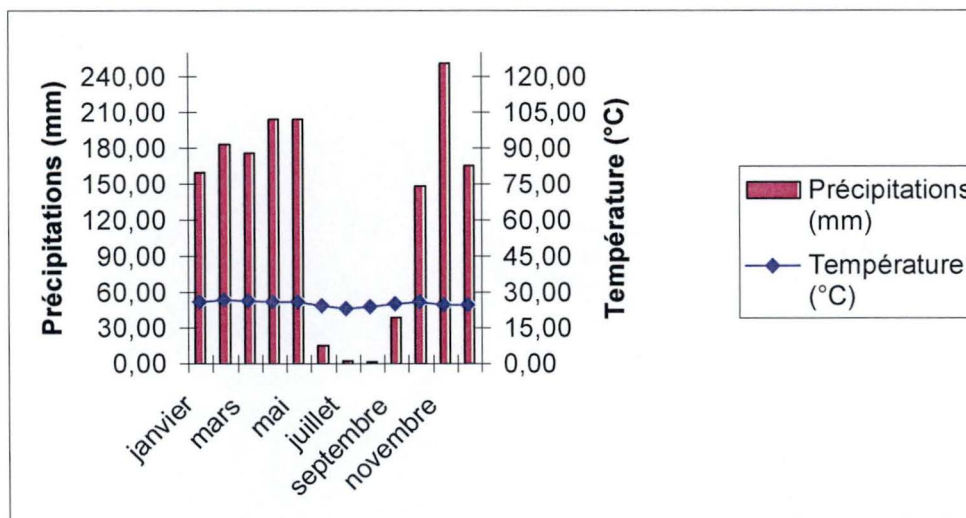


Figure 3. Diagramme ombrothermique du Pool Malebo (station de Ndjili) d'après les températures et précipitations moyennes de 1997 à octobre 2004 (Agence Nationale de Météorologie et de Télédétection par satellite, « METTELSAT »).

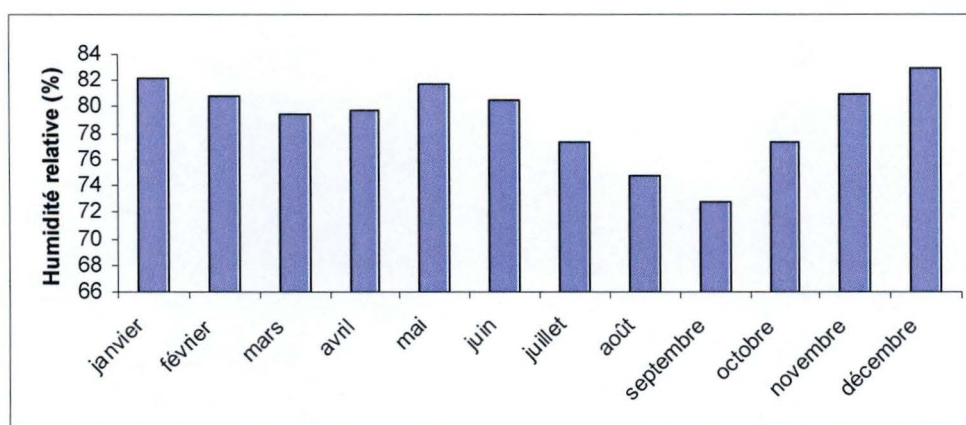


Figure 4. Humidité relative moyenne (%), station de Ndjili, 1997 à octobre 2004 (Agence Nationale de Météorologie et de Télédétection par satellite, « METTELSAT »).

1.1.2.3. Données fauniques et floristiques

Faune. En dehors de la faune ichthyologique (voir 1.2.2. Diversité ichthyologique du bassin du Congo et du Pool Malebo), de nombreux amphibiens et reptiles peuplent les marais et îles du Pool. Parmi les amphibiens, on peut citer des familles telles que celle des Ranidae (*Dicroglossus occipitalis* Günther,...) et celle des Bufonidae (*Bufo regularis regularis* Reuss,...). Concernant les reptiles, les tortues sont représentées, entre autres, par la famille des Testunidae, trois espèces de Crocodilidae sont présentes (*Crocodylus niloticus* Laurent, *C. cataphractus* Cuvier, *Osteolamus tetrapis* Osborni) et on compte 165 espèces de serpents (*Boulengerina annulata* Schmidt, *Grayia ornata* Bocage,...) (Skelton-Bourgeois, 1961).

La faune ornithologique est diversifiée et abondante ainsi plus de 350 espèces d'oiseaux ont été répertoriées au Pool Malebo. Parmi celles-ci, on peut citer le pélican gris (*Pelecanus rufescens* Gmelin), le cormoran africain (*Phalacrocorax africanus* Gmelin) et le remarquable bec en ciseaux (*Rhynchops flavirostris*) (Pwema, 2004).

Parmi les mammifères, on trouve deux espèces de loutres (*Paraonyx congica* Lönnberg et *Lutra maculicollis*), mais aussi des potamochères, la mangouste des marais (*Atilax paludinosus* Cuvier) et le rat de Bentley (*Dasymys bentleyae*) sur l'île Mbamou,... Bien que signalés comme disparus de la zone par Burgis et Symoens (1987), les hippopotames ont fait leur retour au Pool, notamment en R.D.C. au niveau de l'île Dilolo. Les invertébrés sont représentés par des éponges, une méduse (*Limnocyclus congoënsis*) de nombreux mollusques, des crustacés (crabes, crevettes,...), divers insectes et larves d'insectes (chironomidae, ceratopogonidae,...) (Burgis et Symoens, 1987).

Flore. Diverses ceintures végétales se succèdent du large vers les berges. Il s'agit premièrement de groupements aquatiques flottants (*Pistia stratiotes* L., *Salvinia auriculata* Aubl., *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms,...) suivis de prairies aquatiques à *Echinochloa pyramidalis* (Law) Hutch & Chase, *Vossia cuspidata* (Roxb.) W. Griff.) et autres, occupant parfois d'importantes surfaces. Viennent ensuite les roselières (*Phragmites mauritianus* Kunth), prairies inondées (*Jardinea congoënsis* Franch. ex Hack, *Pobeguinia gabonensis*) et peuplements de *Cyperus papyrus* L..

L'île Mbamou possède des forêts marécageuses à *Mitragyna stipulosa* (Aubrév. & Pellegr.), *Symphonia globulifera* L. (Manil), ... On retrouve aussi, sur les berges, des groupements arbustifs à *Alchornea cordifolia* (Scumach et Thonn) et *Anthocleista liebrechtiana* par exemple.

Concernant le phytoplancton, on rencontre diverses algues telles que des diatomées (*Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs,...), mais aussi des genres tels que *Pediastrum* et *Scenedesmus* et des Desmidiées (Burgis et Symoens, 1987).

1.1.2.4. Données physico-chimiques

Les eaux du Pool sont faiblement minéralisées. Les concentrations des différents éléments mentionnées par Burgis et Symoens (1987) sont consignées dans le Tableau 1. Les auteurs notent cependant que, d'un site à l'autre, d'importantes variations de la minéralisation totale peuvent exister au sein du Pool. Les eaux sont faiblement acides à neutres (pH 6 à 7). La conductivité est d'environ $31,5 \cdot 10^{-6} \text{ S.cm}^{-1}$.

concentrations en mg/l	
Ca ²⁺	2,23
Mg ²⁺	0,86
Na ⁺	1,99
K ⁺	1,33
HCO ₃ ⁻	7,11
SO ₄ ⁻	2,00
Cl ⁻	2,71
SiO ₂	9,7

Tableau 1. Concentrations en ions des eaux du Pool Malebo d'après Burgis et Symoens (1987).

1.2. Diversité ichthyologique

1.2.1. Diversité ichthyologique africaine

Les eaux douces du continent africain abritent environ 3000 espèces de poissons réparties en 88 familles. Il s'agit de 53 familles dites périphériques, 32 dites primaires et 3 dites secondaires. 83 des 88 familles sont indigènes. Parmi les 30 familles primaires indigènes, 16 sont endémiques à l'Afrique.

La faune ichthyologique des eaux continentales africaines est essentiellement représentée par les familles suivantes : Characidae, Cichlidae, Cyprinidae, Cyprinodontidae, Mormyridae et quelques familles de l'ordre des Siluriformes. Avec environ 900 espèces et 143 genres, les Cichlidae sont de loin les plus abondants.

Parmi les nombreuses familles endémiques, on peut citer les Polypteridae, les Mochokidae, les Mormyridae, les Distichodontidae, ... (Lévêque et Paugy, 1999).

1.2.2. Diversité ichthyologique du bassin du Congo et du Pool Malebo

L'ensemble du bassin du Congo abrite 25 familles de poissons du type primaire. Parmi celles-ci l'ordre des Siluriformes domine avec 23,5 % du total des espèces. Il est suivi par l'ordre des Perciformes (18,7 %) puis celui des Ostéoglossiformes (16,5 %) comme le montre la Figure 5a. Ce sont les familles des Cyprinidae et des Mormyridae qui y sont les plus diversifiées avec, respectivement, 111 et 110 espèces (Fig. 5b). Les familles des Cyprinidae, Mormyridae et Cichlidae représentent plus de 45 % des espèces connues de l'ensemble du bassin du Congo (Teugels et Guégan, 1994).

Le Pool Malebo, à lui seul, compterait environ 270 espèces d'eau douce. En 1987, Burgis et Symoens citaient déjà plus de 235 espèces de poissons pour le Pool Malebo dont plusieurs endémiques (*Tetraodon duboisi* Poll, *Gymnallabes tihoni* Poll,...). Parmi les poissons du Pool, la famille des Mormyridae se distingue par son abondance et sa diversité (plus de 45 espèces présentes).

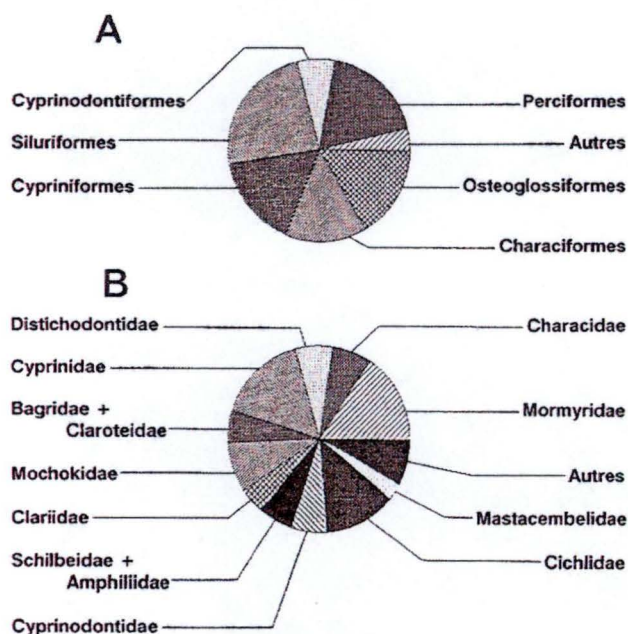


Figure 5. Représentation proportionnelle des ordres (a) et familles (b) de poissons du bassin du Congo (d'après Teugels et Guégan, 1994).

1.3. Intérêt et diversité des Mormyridae

1.3.1. Généralités

1.3.1.1. Description

Les Mormyridae sont des poissons ayant un corps comprimé latéralement, allongé et recouvert de petites écailles. La bouche est de forme assez variable parfois précédée par un appendice nasal ou prolongée par un appendice mentonnier. La tête ne présente pas d'écailles et est, tout comme les yeux, recouverte d'une peau épaisse. Le cercelet est particulièrement développé et recouvre complètement le reste du cerveau. Le rapport du volume du cerveau sur le poids du corps est comparable à celui de l'homme (Poll et Gosse, 1995).

Le pédoncule caudal étroit et allongé abrite l'organe électrique, d'origine musculaire. Cet organe est utilisé par le poisson pour localiser des proies, des objets mais aussi pour communiquer avec les individus de son espèce (Poll et Gosse, 1995). Ceci aurait une importance particulière dans les comportements liés à la reproduction (reconnaissance des partenaires et isolement reproducteur).

Notons que les Mormyridae sont dits faiblement électriques car ils n'utilisent pas l'électricité comme moyen de défense ou d'attaque et la puissance émise est très faible. Néanmoins, la décharge électrique des grands spécimens peut être perçue par l'homme.

1.3.1.2. Considérations systématiques

Les Mormyridae font partie des poissons Téléostéens actuels les plus primitifs : les Ostéoglossomorphes ou « poissons à langue osseuse » (Hopkins, 1986). Ces derniers existaient déjà au Jurassique supérieur (Paugy et Levêque, 1999).

La position phylogénétique de la famille des Mormyridae est synthétisée dans le Tableau 2. On peut classer les mormyres dans un ordre proche mais distinct des Ostéoglossiformes : les Mormyriiformes, selon Poll et Gosse (1995).

La famille des « Mormyridae » peut être divisée en 3 sous-familles (Hopkins, 1986) : les Mormyrinae, les Petrocephalinae et les Gymnarchinae (Fig.6).

Actuellement, on parle de la super-famille des Mormyridae, elle-même subdivisée en 2 familles : les Mormyridae et les Gymnarchidae, cette dernière famille présentant une seule espèce : *Gymnarchus niloticus* Cuvier (Sullivan *et al.*, 2002).

Tableau 2. Position phylogénétique de la famille des Mormyridae (d'après Nelson 1994).

Phylum	Chordata
Sous-phylum	Vertebrata
Super-classe	Gnathostomata
Grade	Teleostomi
Classe	Actinopterygii
Sous-classe	Neopterygii
Division	Teleostei
Sous-division	Osteoglossomorpha
Ordre	Ostéoglossiformes
Famille	Mormyridae

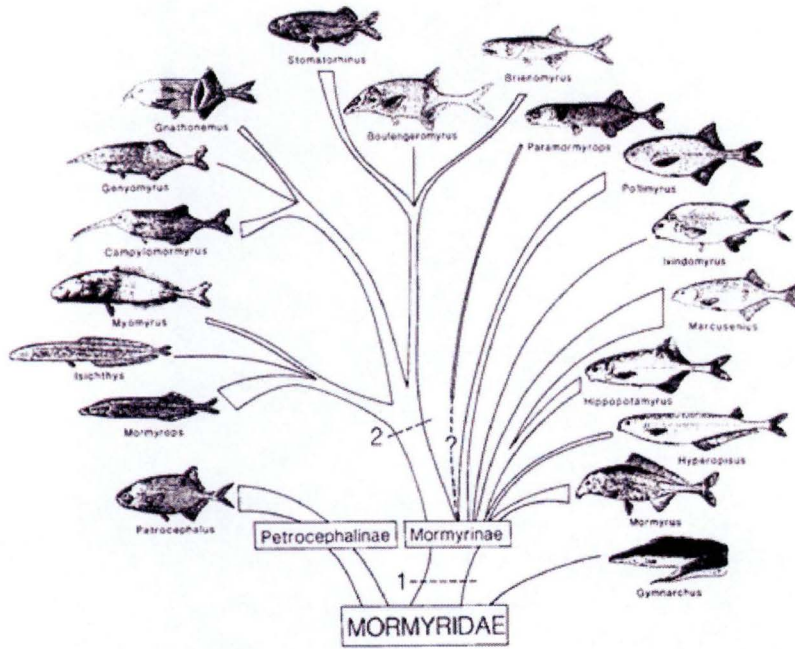


Figure 6. Subdivision de la famille des Mormyridae selon Hopkins (1986).

1.3.1.3. Distribution

Les Mormyridae, endémiques à l'Afrique, y sont largement répartis. On les retrouve du Sud du Sahara (bassin du Nil compris) au Nord de l'Afrique du Sud (Fig. 7). Ils s'y développent dans des lacs, rivières, torrents... avec une préférence pour les milieux lotiques dont ils proviendraient. Dans certaines régions, les Mormyridae sont les poissons les plus abondants et représentent plus de 65% de l'ichtyomasse (Hopkins, 1986).

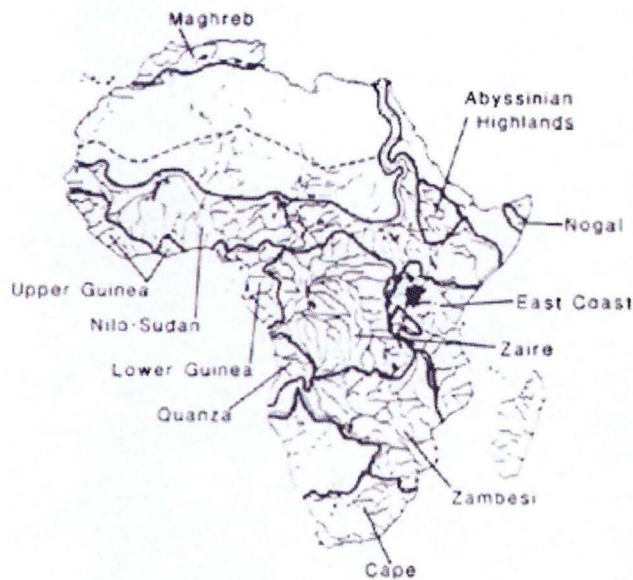


Figure 7. Carte de répartition des Mormyridae. Les mormyres sont absents de la zone maghrébine et de celle du Cap (d'après Hopkins, 1986).

1.3.1.4. Biologie et écologie

Le régime alimentaire des mormyres est généralement invertivore à omnivore, certaines grandes espèces comme *Mormyrops anguilloides* Miller sont piscivores à l'âge adulte (Kouamélan, 1999). Levêque et Paugy (1999) citent les coefficients intestinaux (rapport longueur de l'intestin / longueur standard) de 7 espèces de mormyres (dont *Mormyrops anguilloides*) et classent toutes celles-ci en tant qu'invertivores.

La plupart des espèces de Mormyridae sont benthiques et spécialisées aux rivières bien que des genres comme *Petrocephalus* et *Pollimyrus* semblent adaptés à des habitats lacustres (Kouamélan, 1999) et à un mode de vie plus pélagique.

Une sélectivité dans l'alimentation a été notée chez *Hyperopisus bebe* Gosse (Lauzanne, 1975).

Les Mormyridae présentent la particularité de n'avoir que la gonade gauche développée (Poll, 1957). Les spermatozoïdes ne présentent pas de flagelle (Nelson, 1994). Un dimorphisme sexuel a été noté au niveau de la nageoire anale chez les individus matures. Il s'agit d'une échancrure à la base de cette nageoire chez les mâles (Durand et Lévêque, 1981).

Selon Lévêque et Paugy (1999), les Mormyridae pondraient de gros œufs peu nombreux, et optimiseraient la survie des jeunes par un investissement envers la ponte et par des soins parentaux quand il s'agit d'une population sédentaire en milieu stable. Les espèces en milieu à variabilité saisonnière prévisible se reproduiraient quand les conditions sont les plus favorables à la survie des alevins. Pour ces espèces, les œufs sont abondants et petits. Les adultes sont de grande taille ce qui leur permet de survivre pendant la période moins favorable et d'accumuler l'énergie nécessaire à la production gonadique. Il y a alors généralement migration vers les zones inondées saisonnièrement. Il a aussi été suggéré que plusieurs tactiques de reproduction (une période de ponte étendue ou 2 périodes) soient utilisées en fonction des conditions du milieu (Ouattara, 2000).

La reproduction suivrait la montée des eaux et la baisse de conductivité (Kirschbaum, 1982).

1.3.1.5. Ethologie

L'éthologie des Mormyridae est encore mal connue. Ces poissons émettent des signaux grâce à l'organe électrique logé dans le pédoncule caudal. Ces signaux paraissent spécifiques et présentent des variations en fonction du sexe voire de l'individu. Il y aurait aussi une influence des conditions environnementales. Il existe trois classes principales d'électrorécepteurs : les mormyromastes (électrolocalisation), l'ampullaire (détection des proies et prédateurs) et l'organe de Knollen (communication sociale) (Hopkins, 1986). Ces électrorécepteurs, innervés par des fibres venant de la ligne latérale, sont répartis sur le ventre, le dos et la tête (Lévêque et Paugy, 1999).

La communication acoustique est également utilisée, les poissons émettraient des grognements, notamment pendant la période de reproduction (Crawford *et al.*, 1986).

L'utilisation poussée de ces deux modes de communication est à mettre en relation avec le fait qu'il s'agit de poissons nocturnes et vivant généralement dans des eaux troubles (Kouamélan, 1999).

Les Mormyridae sont grégaires et se déplacent en bancs (Poll et Gosse, 1995).

1.3.1.6. Diversité

La famille des Mormyridae compte environ 200 espèces : un Gymnarchinae (*Gymnarchus niloticus*), plus ou moins 25 Petrocephalinae et 170 Mormyrinae (Hopkins *et al.*, 1986). Suite aux dernières révisions taxonomiques, Lavoué (2001) cite 19 genres et 182 espèces. Le chiffre présenté l'est à titre indicatif car la systématique actuelle risque bien d'être encore révisée dans l'avenir au vu des nouveaux moyens d'investigation (études génétiques notamment). D'autre part, certaines espèces ne se distinguent nettement que sur base de caractères ostéologiques voire électriques !

Les Mormyridae se seraient diversifiés dans des environnements lotiques et sont propres aux eaux douces contrairement aux autres Ostéoglossiformes. Les Mormyridae semblent avoir réussi une véritable radiation évolutive (Sullivan *et al.*, 2002) tandis que les autres Ostéoglossiformes ont subi une importante régression depuis le début du Tertiaire et ne présentent plus que 18 espèces à l'heure actuelle. Notons que le maintien d'un important nombre d'espèces a été rendu possible grâce aux signaux électriques. En effet, ceux-ci peuvent différer pour des espèces proches et engendrer ainsi un isolement reproducteur (Sullivan *et al.*, 2002).

Au-delà de la diversité en terme de richesse spécifique, notons que cette famille présente une diversité aux niveaux des organes et signaux électriques mais aussi de la taille (quelques centimètres à plus d'un mètre pour *Mormyrops anguilloides*) et de la morphologie comme l'illustre la Figure 8.

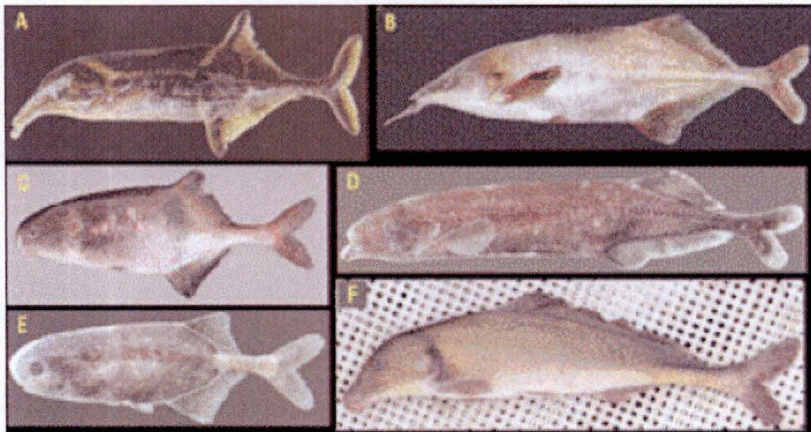


Fig. 1. Quelques espèces de Mormyridae d'Odzala:
A. *Campylomormyrus tamandua*
B. *Genyomyrus donne*
C. *Hippopotamyrus weeksi*
D. *Marcusenius fritelli*
E. *Stomatorhinus patrizii*
F. *Mormyrus caballus bumbanus*

Figure 8. Illustration de la diversité morphologique chez les Mormyridae (d'après Sullivan *et al.*, 2004).

1.3.1.7. Intérêt

La famille des Mormyridae est intéressante à bien des égards. Premièrement, sa taxonomie n'est pas encore complètement établie et il se peut que l'on découvre encore de nouvelles espèces à l'avenir. Pour preuve, les travaux de Sullivan *et al.* au Gabon (2004) ont permis de déceler ce qui pourrait être 28 nouvelles espèces du genre *Brienomyrus* Taverne.

Deuxièmement, l'étude des signaux électriques va permettre de comprendre l'éthologie mais aussi la spéciation chez les mormyres (des signaux électriques différents chez des espèces morphologiquement très proches induiraient un isolement reproducteur).

Troisièmement, les Mormyridae sont parmi les premiers poissons à réagir lors d'altérations du milieu (Blake, 1977) et sont, par conséquent, parfois considérés comme bio-indicateurs (Hay *et al.*, 1996 ; Hugueny *et al.*, 1996). On sait, par exemple, qu'il s'agit de poissons sensibles à un déficit en oxygène dissous.

Quatrièmement, plusieurs genres sont exploités pour l'aquariophilie. Il s'agit essentiellement de *Gnathonemus* et *Campylomormyrus*, tous deux présentant des morphologies très particulières leur valant, respectivement, les noms de « poisson-éléphant » et « poisson-tapir ». Parmi les espèces commercialisées, on peut citer *Campylomormyrus tamandua* (Günther) et *Gnathonemus petersii* (Günther). La demande n'est apparemment pas comparable à celle des *Distichodus spp.* (*D. sexfasciatus* Boulenger,...), des Cichlidae (*Hemichromis bimaculatus* Gill, ...) et autres Tetraodontidae.

Cinquièmement, autre intérêt et non des moindres : il s'agit d'une ressource alimentaire importante en Afrique. Le poisson y est souvent plus accessible que la viande et représente une des sources principales de protéines pour de nombreuses populations. Parallèlement à l'importation massive de poissons marins surgelés, les poissons des eaux continentales sont exploités de façon artisanale ou non et largement consommés. A Kinshasa (R.D.C.), de nombreux marchés se succèdent le long du fleuve et présentent diverses espèces de poissons de tailles variées. Parmi les plus appréciés, on note les *Distichodus* (Distichodontidae) et les Schilbeidae. Les marchandes constatent aussi un intérêt important pour des poissons tels que les *Labeo* (Cyprinidae) et les Cichlidae (Fig. 9). Néanmoins, pratiquement toutes les familles sont consommées à l'exception des Tetraodontidae en raison de leur toxicité. Les poissons semblent abondants toute l'année avec un pic vers juin-juillet.

Les Mormyridae ne sont pas en reste et sont également appréciés. Les différents genres et espèces apparaissent avec des variations saisonnières. Le mois de juin semble particulièrement favorable.



Figure 9. Marché de Kinkole (Kinshasa, R.D.C.) ; poissons divers. Photo de gauche : Malapteruridae, Osteoglossidae, Mormyridae, Cyprinidae, Cichlidae,... Photo de droite : Cyprinidae ; *Labeo lineatus* Boulenger, Cichlidae, Distichodontidae.

1.3.2. Le genre *Marcusenius* (Gill, 1862).

1.3.2.1. Description

Le genre *Marcusenius* (Gill, 1862) est caractérisé par un corps modérément allongé et comprimé latéralement. Le museau est relativement peu développé mais la bouche présente un court appendice mentonnier. L'extrémité de la mâchoire inférieure dépasse légèrement celle de la supérieure. Les dents, peu nombreuses, sont généralement coniques.

Il a été remarqué, en Afrique de l'Ouest, que les espèces à répartition soudanienne ont des dents coniques tandis que les espèces des zones forestières côtières présentent des dents bicuspidés (Jégu et Lévêque, 1984). La nageoire dorsale présente de 21 à 39 rayons, l'anale de 25 à 43 (Bigorne *et al.*, 1990).

Le nombre d'écaillés autour du pédoncule caudal est de 8 ou de 12 ou 16. Les espèces à 8 écaillés circumpédonculaires sont groupées sous le terme de « large-scaled » (Boden *et al.*, 1997).

1.3.2.2. Distribution

Le genre *Marcusenius* présente une large distribution à travers l'Afrique tropicale contrairement à d'autres qui sont endémiques à certaines provinces ichtyofauniques.

1.3.2.3. Diversité

La systématique des *Marcusenius* est loin d'être simple et définitive. Plusieurs synonymies ont encore été décelées récemment (Teugels *et al.*, 2001) et de nouvelles espèces ont été décrites (Boden *et al.*, 1997). Dans le CLOFFA I (Check-List of the Freshwater Fishes of Africa I) (Daget *et al.*, 1984), 37 espèces du genre sont recensées. Au vu des révisions systématiques récentes, il y aurait 35 espèces valides (Teugels *et al.*, 2001).

Notons aussi que, certains genres comme *Brienomyrus* et *Hippopotamyrus* Pappenheim notamment, sont proches de *Marcusenius* et en sont difficilement distinguables sur le plan morphologique (Poll et Gosse, 1995). Du point de vue ostéologique, le genre *Marcusenius sensu stricto* regroupe, en plus de l'espèce-type *M. cyprinoïdes* Linné, la plupart des espèces à renflement mentonnier et museau court précédemment rangées dans le genre *Gnathonemus* Gill *sensu lato*.

Marcusenius Gill *sensu stricto* présente une parenté avec *Hippopotamyrus* mais chez *Marcusenius*, la mâchoire supérieure s'est réduite alors qu'elle est hypertrophiée chez *Hippopotamyrus*. Les genres *Pollimyrus* Taverne, *Brienomyrus* et *Brevimyrus* Taverne ont été instaurés en raison de différences ostéologiques. Par exemple, *Pollimyrus* présente un type de squelette caudal différent de *Marcusenius* Gill *sensu stricto*. Le nombre d'os circumorbitaires est de 6 contre 5 chez *Marcusenius*, ... (Taverne, 1971).

1.3.2.4. Espèces du Pool Malebo

1.3.2.4.1. Identification

Il n'existe pas de clé complète des espèces de *Marcusenius*, ni de clé concernant les espèces du bassin du Congo. L'identification se base sur les caractères morphométriques et méristiques repris par Harder (2000).

Dans le cas des « large-scaled » *Marcusenius*, la clé proposée par Boden *et al.* (1997) est utilisée. Les descriptions faisant suite à ce paragraphe se réfèrent essentiellement à ces mêmes auteurs.

Huit espèces de *Marcusenius* sont signalées au niveau du Pool Malebo. Les noms de ces 8 espèces ainsi que ceux de leurs parrains sont regroupés dans le Tableau 3. Aucune de ces espèces n'est commune avec les 8 espèces d'Afrique de l'Ouest. Cependant certaines affinités existent, ainsi, *Marcusenius stanleyanus* Boulenger serait la sous-espèce congolaise de *M. senegalensis* Steindachner (Jégu et Lévêque, 1984).

Tableau 3. Espèces de *Marcusenius* (Mormyridae) du Pool Malebo, Kinshasa.

<i>Marcusenius</i>	<i>friteli</i>	(Pellegrin, 1904)
<i>Marcusenius</i>	<i>fuscus</i>	(Pellegrin, 1901)
<i>Marcusenius</i>	<i>greshoffi</i>	(Schilthuis, 1891)
<i>Marcusenius</i>	<i>macrolepidotus angolensis</i>	(Boulenger, 1905)
<i>Marcusenius</i>	<i>monteiri</i>	(Günther, 1873)
<i>Marcusenius</i>	<i>moorii</i>	(Günther, 1867)
<i>Marcusenius</i>	<i>schilthuisiae</i>	(Boulenger, 1900)
<i>Marcusenius</i>	<i>stanleyanus</i>	(Boulenger, 1897)

Ci après, est proposée une clé d'identification simplifiée des espèces de *Marcusenius* du Pool Malebo (*M. friteli* exclu, l'espèce n'ayant pas été rencontrée lors de cette étude). L'importante ressemblance entre certaines espèces et la variabilité des caractères utilisés rendent souvent nécessaire la vérification par les données métriques et méristiques.

1.
 - 8 écailles autour du pédoncule caudal.....2.
 - 12 écailles ou plus autour du pédoncule caudal.....4.
2.
 - 37 à 45 écailles en ligne latérale, 17 à 26 rayons à la dorsale, 24 à 33 à l'anale, 20 écailles ou moins entre l'origine de l'anale et l'origine de la dorsale.....*M. moorii*
 - 42 à 61 écailles en ligne latérale, 21 écailles ou plus entre l'origine de l'anale et l'origine de la dorsale.....3.
3.
 - nageoires pectorale et caudale arrondies, bande sombre entre l'anale et la dorsale de 3 à 4 écailles de largeur, nageoires assez noires, 54 à 61 écailles en ligne latérale.....*M. fuscus*
 - pectorale et caudale pointues, bande sombre entre anale et dorsale large de 2 écailles, 42 à 54 écailles en ligne latérale.....*M. schilthuisiae*

4.
 - 54 à 60 écailles en ligne latérale, corps gris tacheté, dents coniques (5/6), 24 à 26 rayons à la dorsale, 29 à 33 à l'anale.....*M. macrolepidotus angolensis*
 - plus de 60 écailles en ligne latérale.....5.
5.
 - diamètre de l'œil légèrement supérieur à la longueur du museau, dents tronquées (3/2 ou 4), 31 à 36 rayons à la dorsale, 29 à 32 à l'anale.....*M. greshoffi*
 - diamètre de l'œil inférieur à la longueur du museau.....6.
6.
 - dents échancrées (5-10/6-10), 75 à 80 écailles en ligne latérale.....*M. monteiri*
 - dents tronquées ou coniques (5 ou 7/6), 70 à 85 écailles en ligne latérale.....*M. stanleyanus*

1.3.2.4.2. *Marcusenius friteli*

Description. *Marcusenius friteli* présente 12 écailles autour du pédoncule caudal, une bouche large et des dents fortement échancrées (4 sur la mâchoire supérieure et 5 sur l'inférieure). Les nageoires pectorales n'atteignent pas la base des pelviennes. Le corps est particulièrement allongé et uniformément brun (Fig. 10).

Longueur totale maximale : 135 mm ; longueur standard maximale : 122.

Distribution. Congo Moyen ; Pool Malebo (R.D.C.), rivière Alima (R.P.C.), Ogooué (Gabon).



Figure 10. Photo de *Marcusenius friteli* (d'après Harder, 2000). On note l'important allongement du corps.

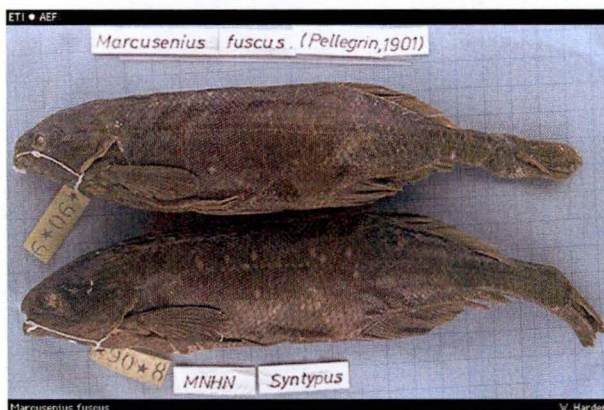
1.3.2.4.3. *Marcusenius fuscus*

Description. *M. fuscus* possède 8 écailles autour du pédoncule caudal, une bouche terminale et des dents bicuspidées (5 sur la mâchoire supérieure et 6 sur la mâchoire inférieure).

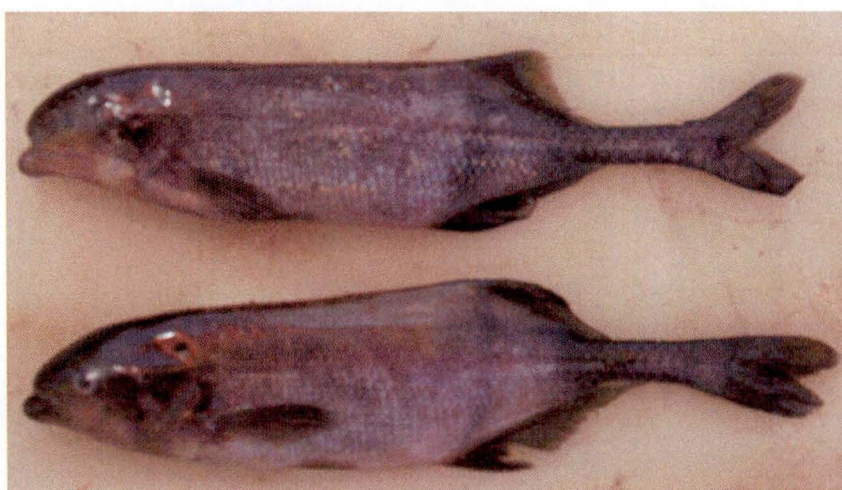
La nageoire dorsale est arrondie dans sa partie antérieure et légèrement concave. La tête et le pédoncule caudal sont plus foncés que le reste du corps. Une bande sombre de 3 à 4 écailles de large au niveau de la ligne latérale s'étend de l'origine de la nageoire anale à l'origine de la dorsale (Fig. 11).

Longueur standard maximale : 199 mm.

Distribution. Bassin du Congo Central ; fleuve Congo et certains affluents entre Kinshasa et l'Equateur.



(a)



(b)

Figure 11. *Marcusenius fuscus*. Type et syntype de *Marcusenius fuscus* (a) (d'après Harder, 2000) et spécimens frais (b). On remarque la bande sombre entre la base de la nageoire dorsale et celle de l'anale mais aussi la faible hauteur du corps.

1.3.2.4.4. *Marcusenius greshoffi*

Description. *M. greshoffi* présente 12 écailles autour du pédoncule caudal. Les dents sont tronquées et au nombre de 3 sur la mâchoire supérieure et 2 ou 4 sur la mâchoire inférieure. L'œil est particulièrement grand (son diamètre est légèrement supérieur à la longueur du museau) (Fig. 12a et b). Le nombre de rayon à la nageoire dorsale est assez élevé (31-36). La coloration est plus ou moins argentée avec le dos plus sombre. Conservé dans le formol, le poisson prend une coloration brunâtre au niveau du dos et le ventre est couleur crème. Longueur standard maximale : 216 mm.

Distribution. Bas Congo et Congo Central.

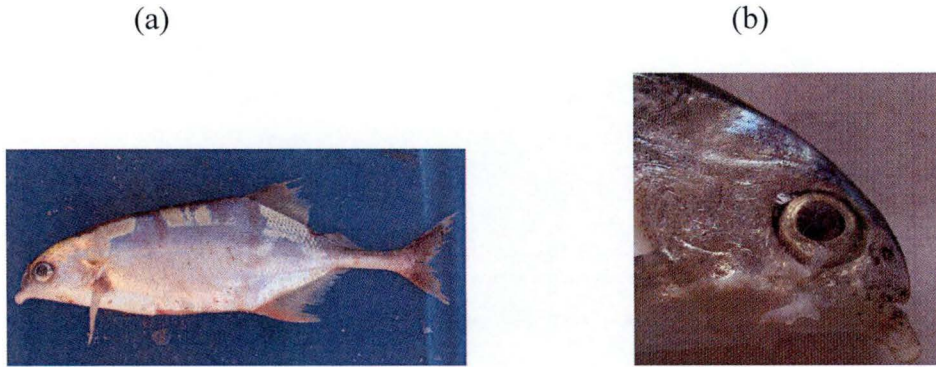


Figure 12. Spécimen de *Marcusenius greshoffi* (a) et vue détaillée de la tête (b). On remarque que le diamètre de l'œil est supérieur à la longueur du museau.

1.3.2.4.5. *Marcusenius macrolepidotus angolensis*

Description. *M. macrolepidotus angolensis* est une sous-espèce de *M. macrolepidotus* et présente 12 écailles autour du pédoncule caudal (contre 14 ou 16 chez *M. macrolepidotus*). Les dents sont coniques (3 à 5 sur la mâchoire supérieure, 6 sur l'inférieure). L'appendice mentonnier est projeté en avant. Le pédoncule caudal est relativement épais. La coloration est grise avec présence de petites taches plus sombres (Fig. 13).

Longueur totale maximale : 320 mm (*M. macrolepidotus*).

Distribution. *M. macrolepidotus* est présent dans le Haut Congo, le Zambèze ainsi que dans des rivières de Tanzanie, du Ghana et de Namibie. Le type de *M. macrolepidotus angolensis* provient de la rivière Quanza en Angola.



Figure 13. *M. macrolepidotus angolensis* est particulièrement reconnaissable par la présence de petites taches plus foncées sur le corps et un pédoncule caudal assez épais.

1.3.2.4.6. *Marcusenius monteiri*

Description. *M. monteiri* possède 12 écailles autour du pédoncule caudal. Les dents sont échancrées et sont au nombre de 5 à 10 à la mâchoire supérieure et 6 à 10 à la mâchoire inférieure. L'appendice mentonnier est tubulaire (Fig. 14). Le corps est uniformément argenté. Longueur standard maximale : 299 mm.

Distribution. Endémique au bassin du Congo.



Figure 14. *Marcusenius monteiri*. L'appendice mentonnier est tubulaire et projeté en avant. Un critère important d'identification de cette espèce est la forme des dents qui est échancrée.

1.3.2.4.7. *Marcusenius moorii*

Description. *M. moorii* a 8 écailles autour du pédoncule caudal, une bouche terminale et des dents bicuspidés (5 sur la mâchoire supérieure, 6 sur l'inférieure).

L'appendice mentonnier est arrondi. La tête, la bande transversale et une tache sur la base de la nageoire caudale sont plus sombres que le reste du corps (Fig.15).

La bande transversale a une largeur de 2 écailles en ligne latérale. Une seconde bande transversale, située entre les extrémités postérieures des nageoires anale et dorsale, est parfois présente.

Longueur standard maximale : 214 mm.

Distribution. Distribution large ; province ichthyofaunique de Basse Guinée et du Congo (Bas et Central uniquement).



Figure 15. *Marcusenius moorii*. On peut apercevoir la bande transversale plus sombre entre la base de la nageoire anale et la base de la nageoire dorsale (d'après Harder, 2000).

1.3.2.4.8. *Marcusenius schilthuisiae*

Description. *M. schilthuisiae* présente 8 écailles autour du pédoncule caudal, une bouche terminale et des dents bicuspidés (5 sur la mâchoire supérieure, 6 sur l'inférieure). La nageoire dorsale est pointue et concave. La tête, le pédoncule caudal et la bande transversale sont plus sombres que le reste du corps (Fig.16). La bande transversale est large de 2 écailles en ligne latérale.

Longueur standard maximale : 148 mm.

Les caractères métriques et méristiques sont repris dans le tableau 2.

Distribution. Bassin du Congo Central ; du Pool Malebo à Kisangani (fleuve et certains affluents).



Figure 16. *Marcusenius schilthuisiae* (d'après Harder, 2000).

1.3.2.4.9. *Marcusenius stanleyanus*

Description. *M. stanleyanus* (Fig. 17) présente 12 écailles circumpédonculaires. Les dents, coniques ou tronquées, sont au nombre de 5 ou 7 à la mâchoire supérieure et 6 à l'inférieure. Le nombre de dents est apparemment assez variable et peut s'écarter de la description originale comme l'a signalé Poll (1967). Il en va de même pour le nombre de rayons aux nageoires dorsale (28 à 32) et anale (35 à 40) ainsi, divers auteurs ont remarqué que le nombre de rayons est souvent inférieur à 28 pour la nageoire dorsale (Daget, 1948 ; Worthington, 1936 ; Poll, 1933).

L'appendice mentonnier est globuleux. La coloration est uniformément brune ou brune sur le haut du corps et argentée sur la partie inférieure.

Longueur totale maximale : 400 mm.

Distribution. Bassin du Congo et lac Tanganyika.

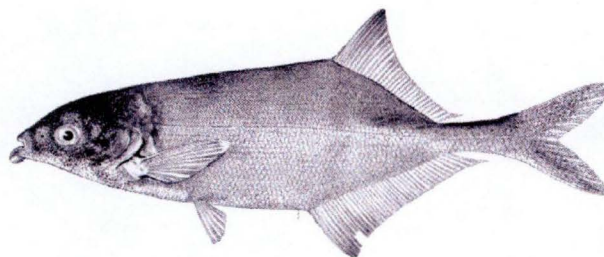


Figure 17. *Marcusenius stanleyanus* (d'après Poll, 1967).

1.3.2.5. Intérêt

1.3.2.5.1. Taxonomie

Comme mentionné précédemment, la systématique des *Marcusenius* reste complexe et incomplète. Des recherches récentes ont permis la description de nouvelles espèces comme *M. sanagaensis* (Boden et al., 1997). Certaines espèces comme *M. ntemensis* Pellegrin et *M. conicephalus* Thys van den Audenaerde ont été mises en synonymie (Teugels et al., 2001). Parmi les espèces du Pool Malebo, nombre d'entre elles présentent des synonymes suite aux différentes révisions (*M. macrophtalmus* mis en synonymie avec *M. greshoffi*). D'autres espèces ont des synonymes pour avoir été préalablement incluses dans des genres tels que *Gnathonemus* ou *Mormyrus*. Citons, par exemple, *Marcusenius fuscus* (préalablement décrit sous le nom de *Gnathonemus fuscus*) (Harder, 2000).

1.3.2.5.2. Biologie et écologie

Marcusenius fait partie des nombreux genres de Mormyridae qui n'ont pratiquement pas été étudiés du point de vue de leur biologie.

Marcusenius ussheri Günther a été étudié principalement au niveau de la biologie de la reproduction (Ouattara, 2000). L'effet d'un barrage sur la distribution et l'écologie alimentaire a été étudié chez *Marcusenius furcidens* Pellegrin, *M. ussheri* et *M. senegalensis* en Côte d'Ivoire.

Les régimes alimentaires de *Marcusenius furcidens* et *M. ussheri* ont été établis pour les sites étudiés (Kouamélan, 1999).

Des données concernant les régimes alimentaires, les habitats et la reproduction sont disponibles pour *M. monteiri* (Bowmaker, 1968), *M. macrolepidotus* (Bell-Cross, 1976), *M. greshoffi* et *M. moorii* (Matthes, 1964). Il ne s'agit cependant, pour ces 4 espèces, que de considérations générales et non pas d'études approfondies.

Concernant *M. greshoffi*, il s'agit d'un poisson omnivore essentiellement invertivore ; en plus de larves aquatiques d'insectes (Chironomidae, Trichoptères,...), il se nourrit de quelques Nématodes et insectes terrestres mais aussi de débris végétaux, graines, etc. Il existe un dimorphisme sexuel au niveau de la nageoire anale. Les femelles atteindraient la maturité en Août. L'espèce fréquente les lacs et rivières et est benthique (Matthes, 1964).

M. monteiri se nourrit essentiellement de larves de Chironomidae et autres mais aussi de mollusques. *M. moorii* a un régime alimentaire polyphage et entomophage. En période de reproduction, 2200 œufs, d'un diamètre de 1 à 1,5 mm, ont été comptés chez une femelle mûre. De nombreux juvéniles ont été trouvés dans des mares résiduelles en forêt suggérant que la période de frai se situe pendant la crue. Les jeunes resteraient piégés dans ces zones inondables lorsqu'ils se laissent surprendre par la baisse des eaux. Ils rejoindraient les rivières plus tard, quand leur taille avoisine 50 mm (Matthes, 1964).

M. macrolepidotus, espèce proche de *M. monteiri*, réalise des migrations probablement liées à la reproduction. Il s'agirait de vastes mouvements de groupes unisexués, les mâles précédant les femelles de quelques semaines (Bowmaker, 1968). Ces migrations (de remontée) auraient lieu lors des pluies. Cette espèce semble préférer les habitats possédant un bon couvert végétal aquatique bien qu'elle soit relativement ubiquiste (Bell-Cross, 1976).

1.3.2.5.3. Importance socio-économique

Les spécimens de *Marcusenius* ne présentent pas un attrait comparable à *Gnathonemus* ou *Campylomormyrus* en aquariophilie.

Comme pour la plupart des Mormyridae, la chair des *Marcusenius* est appréciée en Afrique, notamment en République Démocratique du Congo. Les mormyres, appelés « m'bongo » ou « m'besi » en lingala, sont pêchés à l'épuisette (entre autres) en ce qui concerne les petits spécimens. Les gros spécimens sont souvent capturés plus au large par la méthode des filets maillants dérivants par exemple.

Boulenger (1901) rapportait que la chair de *Marcusenius monteiri* était fortement appréciée.

1.3.2.5.4. Abondance

Le genre *Marcusenius* est un des genres de Mormyridae les plus diversifiés du Pool Malebo mais il s'agit aussi d'un des plus fréquents. Il est aisément rencontré tout au long de l'année et, quelle que soit la période, il figure toujours parmi les genres de mormyres les plus abondants (Kayembe, 2002). Le mois de juin semble être particulièrement favorable selon les marchandes.

2. Matériels et méthodes

2.1. Sites d'échantillonnage

Les pêches expérimentales ont été effectuées dans le Pool Malebo à hauteur de Kinkole (Kinshasa, République Démocratique du Congo). Ces campagnes de pêche se sont déroulées dans le cadre des activités du Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture du département de Biologie de l'Université de Kinshasa (UNIKIN).

Trois stations ont été définies. Il s'agit des îles Mipongo, Molondo et Japon (Figure 18). Des photographies de ces trois stations sont présentées en Annexe 1.

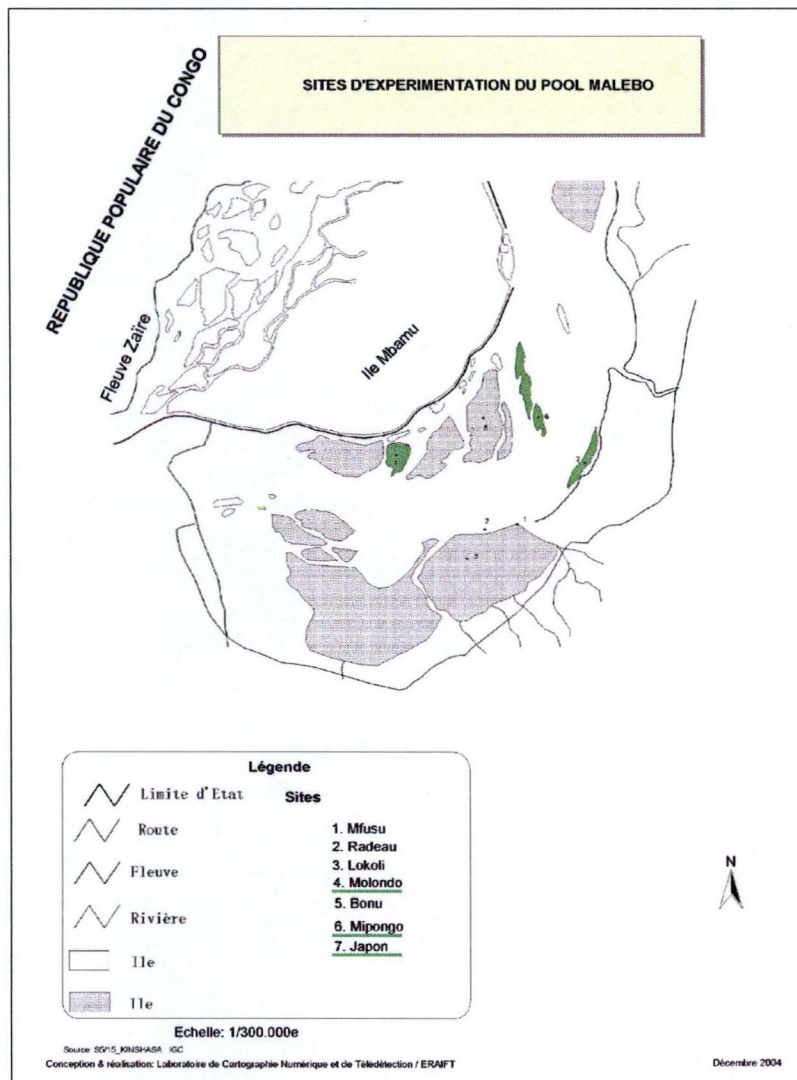


Figure 18. Sites d'expérimentation à hauteur de Kinkole. Les 3 sites prospectés correspondent aux îles Mipongo, Molondo et Japon (Laboratoire de Cartographie Numérique et Télédétection / ERAIFT, 2004).

2.2. Caractérisation du milieu

2.2.1. Mesures physico-chimiques

Les mesures physico-chimiques (température, conductivité, pH, et transparence) sont réalisées directement sur les sites de pêche. La température et la conductivité sont mesurées à l'aide d'un thermomètre couplé à un conductimètre de marque « Hanna », avec une précision de 0,1°C pour la température et 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité.

Le pH est mesuré avec un pH-mètre « Hanna » avec une précision de 0,1 unité pH.

La transparence de l'eau est estimée au moyen d'un disque de Secchi attaché à une corde graduée en cm.

Les données météorologiques proviennent de la station de Ndjili (Kinshasa). (Agence Nationale de Météorologie et de Télédétection par satellite, « METTELSAT »).

Le Potassium est dosé par la méthode au tétraphényborate, les chlorures par la méthode au thiocyanate mercurique, les nitrates par la réduction au Calcium, les sulfates par la méthode au « sulfaver » et les phosphates par la méthode au « phosver ». Ces manipulations ainsi que les mesures de température, pH, ... ont été réalisées par J.-M. Ntumba Mabedi du Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture (UNIKIN).

2.2.2. Expression des résultats

L'ensemble des résultats de physico-chimie peut être synthétisé efficacement de la façon suivante : les données sont soumises à une Analyse Factorielle utilisant un programme d'Analyse en Composantes principales (ACP) à l'aide du logiciel Statistica (StatSoft Inc.). Il s'agit d'une méthode descriptive qui permet de visualiser graphiquement quels sont les paramètres qui expliquent le plus la variabilité du milieu et quelles sont les « liaisons » entre ces paramètres.

2.3. Récolte des spécimens

Les pêches se sont déroulées à raison de 4 jours toutes les deux semaines de début février 2005 à fin mai 2005.

Les captures ont été réalisées à l'aide de filets maillants horizontaux de 10,15, 20, 25, 35, 40 et 50 mm d'entre nœuds, de 50 mètres de long et 2 mètres de haut.

Ces filets étaient posés vers 18 h et relevés vers 7 h le lendemain, soit un effort de pêche d'environ 13 heures.

En plus de cette technique, pour chaque site de pêche, une pêche traditionnelle appelée pêche au « sambwisa » a été réalisée de jour avec la même fréquence que les pêches aux filets maillants. Il s'agit d'une méthode efficace de récolte des poissons vivant sous et dans la végétation. La pêche au « sambwisa » se déroule comme suit : les pêcheurs encerclent un îlot de végétation à l'aide d'un filet de petites mailles. Ensuite, à l'aide de machettes, ils décrochent et découpent la végétation et la retirent du cercle défini par le filet. Au fur et à mesure de la manœuvre, ils resserrent le cercle. Ensuite, le filet est tiré hors de l'eau et les poissons sont récoltés. Certains poissons sont déjà récupérés pendant le retrait de la végétation. Cette méthode permet de capturer des espèces qui échappent habituellement aux filets maillants traditionnels comme les espèces benthiques.

La récolte des spécimens de *Marcusenius* a été complétée par des achats au marché de Kinkole ou à des pêcheurs artisanaux réalisant des pêches à l'épuisette, à l'épervier, à la senne et au large (filets maillants dérivants),... Certains spécimens proviennent d'une campagne de pêche du mois de janvier 2005 réalisée par l'équipe du Laboratoire d'Hydrobiologie (UNIKIN).

Des individus provenant d'autres sites que Kinkole ont été obtenus. Il s'agit de quelques spécimens provenant de Ngamanzo (à proximité de Maluku) et Kinsuka, c'est-à-dire, respectivement, les extrémités amont et aval du Pool.

2.4. Identification des spécimens

Les spécimens de *Marcusenius* sont identifiés sur base des caractères métriques et méristiques en référence aux travaux suivants : Harder, 2000 ; Boden *et al.*, 1997.

Des compléments concernant la variabilité de certains caractères ont été obtenus dans la littérature (Boulenger, 1901, 1909 ; Chabanaud, 1934 ; Daget, 1948 ; Poll, 1933, 1946, 1967 ; Worthington, 1936).

2.5. Variations spatio-temporelles d'abondance

Les variations d'abondance relative spatiales et temporelles des espèces de *Marcusenius* ont été étudiées graphiquement.

Les différences observées ont été testées par le test d'homogénéité de proportions. Il s'agit d'un cas particulier du test d'indépendance, basé sur le calcul d'un « chi-carré » que l'on compare à la valeur tabulée d'un chi-carré théorique. Si le chi-carré calculé est supérieur au chi-carré théorique au seuil de 5 %, les proportions des différentes catégories de proies dans les régimes des deux groupes comparés sont significativement différentes.

2.6. Biologie et écologie

2.6.1. Relation « poids - longueur totale »

La relation qui lie le poids et la longueur totale d'une espèce de poisson apporte une information sur sa croissance. Elle permet, notamment, de prédire le poids d'un poisson de longueur totale connue et vice-versa.

Afin de normaliser les variables, on a généralement recours à la transformation logarithmique (Noiset, 1994).

2.6.2. Régimes alimentaires

2.6.2.1. Prélèvement des contenus stomacaux

Les poissons sont pesés au g près avec une balance « Tefal » et mesurés (longueur totale et longueur standard, au mm près) à l'aide d'un pied à coulisse. Certains spécimens sont ensuite disséqués.

La méthodologie adoptée consiste à prélever les tubes digestifs et à les conserver dans le formol à 4 %.

La longueur de l'intestin est mesurée au mm près. Les estomacs sont conservés dans le formol pour une analyse ultérieure.

2.6.2.2. Relation « longueur de l'intestin / longueur standard »

Une analyse qualitative globale du régime alimentaire se base sur la détermination du coefficient intestinal (CI). Le coefficient intestinal est défini comme le rapport entre la longueur de l'intestin (LI) en cm et la longueur standard (LS) en cm du poisson.

Selon Lévêque et Paugy (1999), il existe une corrélation entre le type de nourriture et le rapport LI / LS. Ainsi les poissons omnivores ou invertivores comme les Mormyridae ont des intestins courts, qui sont généralement moins de trois fois plus longs que le corps.

2.6.2.3. Analyse des contenus stomacaux

L'estomac est disséqué et son contenu est prélevé. Après un tri grossier (retrait des macroinvertébrés,...), le contenu est délayé dans 10 ml d'eau.

Les différentes catégories de proies sont identifiées et comptées.

La bouillie résiduelle (débris animaux et végétaux) est analysée sous microscope à inversion au grossissement 40 x. Pour ce faire, on dispose, à l'aide d'une micropipette, 0,5 ml de la bouillie diluée dans une lame munie d'une « cuvette ». Les proies (algues, champignons,...) sont identifiées et comptées puis les résultats sont ramenés à 10 ml.

La principale difficulté liée à l'analyse des contenus stomacaux est l'état des proies. Elles sont souvent disloquées voir partiellement digérées rendant l'identification fastidieuse. Par ailleurs, la littérature concernant les invertébrés du Pool Malebo est assez fragmentaire...quand elle ne fait pas défaut.

Les algues ont été identifiées sur base des travaux des auteurs suivants : Lund et Lund, 1995 ; Bourrelly, 1968, 1972 ; Durand et Levêque, 1981.

L'identification des invertébrés s'est aidée de l'ouvrage de Durand et Levêque (1981) bien que celui-ci concerne la faune de l'Afrique de l'Ouest.

2.6.2.4. Expression des résultats

L'analyse quantitative des régimes alimentaires a été réalisée grâce aux méthodes suivantes :

(1) Pourcentage de vacuité (V) (Rosecchi, 1983) :

$$V = (n_v / N_{te}) \times 100$$

Avec n_v = nombre d'estomacs vides

N_{te} = nombre total d'estomacs examinés

(2) Méthode numérique

Le principe de cette méthode est de dénombrer les individus d'une catégorie de proies i pour un échantillon donné et d'exprimer ce nombre en pourcentage du nombre total des proies trouvées dans l'ensemble des estomacs examinés.

Pourcentage numérique (N) (Kouamélan, 1999) :

$$N = (n_i / N_T) \times 100$$

Avec n_i = nombre total d'individus d'une même proie i

N_T = nombre total des proies inventoriées

(3) Méthode d'occurrence

Il s'agit aussi d'une méthode numérique. Elle tend à exprimer les préférences alimentaires d'une espèce. Le principe est de dénombrer le nombre d'estomacs contenant un type de proie i donné. Ensuite, on exprime ce nombre en pourcentage du nombre total d'estomacs examinés.

Pourcentage d'occurrence (F_i) ou indice de fréquence

$$F_i = (n_i / N_T) \times 100$$

Avec F_i = fréquence d'une proie i

n_i = nombre d'estomacs contenant une proie i

N_T = nombre total d'estomacs pleins examinés

Pourcentage d'occurrence corrigé (F_c) (Rosecchi et Nouaze, 1987) :

$$F_c = (F_i / \sum F_i) \times 100 \text{ avec } F_i = n_i / N_T$$

(4) Méthode des points (Holden et Raitt, 1979).

Cette méthode attribue des points à chaque catégorie d'aliments.

Le nombre de points intègre deux dimensions : le fait que l'aliment soit commun dans l'estomac (nombre élevé de points si l'aliment est commun et nombre faible si l'aliment est rare) et l'importance de sa taille (nombre élevé de points en cas de grande taille et faible en cas de faible taille). Cette méthode, bien que subjective, présente l'avantage d'être simple et rapide. Le système de cotation élaboré pour cette étude est détaillé dans le Tableau 4.

(5) Autres méthodes.

D'autres méthodes telles que celles déterminant l'indice pondéral et l'indice volumétrique sont très précieuses dans la définition des préférences alimentaires d'une espèce. Elles permettent de rendre compte de l'importance relative des différentes classes de proies, mais elles donnent aussi une information quantitative.

Ces méthodes plus fastidieuses nécessitent aussi plus de temps et n'ont par conséquent pas été utilisées lors de cette étude.

Il faut souligner que chaque méthode prise individuellement n'apporte qu'une image incomplète voir déformée du régime alimentaire d'une espèce. L'idéal est de combiner un maximum de ces techniques afin d'obtenir une vision globale plus proche de la réalité.

Tableau 4. Système d'attribution des cotes aux catégories de proies suivant la méthode des points.

	Proie abondante	Proie moyennement abondante	Proie rare
Proie de grande taille	100	75	50
Proie de taille moyenne	75	50	25
Proie de petite taille	50	25	0

2.6.2.5. Interprétation des résultats

Les variations intraspécifiques du régime alimentaire en fonction du sexe et en fonction de l'âge ont été étudiées.

Le nombre de classes de taille (NC) se détermine par la règle de Sturge (Scherrer, 1984) :

$$NC = 1 + (3,33 \log N)$$

Avec N = nombre total de spécimens examinés

L'intervalle de classe (I) se détermine comme suit :

$$I = \frac{LS \max - LS \min}{NC}$$

Avec LS = longueur standard (cm)

Afin de comparer le régime alimentaire entre mâles et femelles mais aussi entre différentes classes de taille, le test d'homogénéité de proportions a été retenu. Avant de commencer, il faut vérifier la normalité de la distribution des différentes variables. A cette fin, le test de Kolmogorov-Smirnov a été réalisé à l'aide du logiciel Statistica (StatSoft Inc.). Quand une variable ne suit pas une distribution normale, on peut lui appliquer une transformation normalisatrice telle que $\log(y + 1)$ ou \sqrt{y} (Legendre et Legendre, 1979).

2.6.3. Reproduction

2.6.3.1. Examen des gonades

Les gonades sont prélevées (quand elles sont observables) puis conservées dans le formol à 4%. Elles sont ensuite examinées afin de déterminer le sexe du poisson. En cas de doute sur le sexe, un morceau de gonade est écrasé entre lame et lamelle et examiné au microscope afin de vérifier la présence éventuelle d'ovocytes.

La présence d'une échancrure au niveau de la nageoire anale (dimorphisme sexuel) est systématiquement notée lors de la récolte des individus.

La détermination du stade de maturité sexuelle s'est basée sur l'échelle macroscopique de Durand et Loubens (1970) recommandée par Ouattara (2000) (Tableau 5). Notons qu'un grand nombre d'échelles existe et que, pour une même échelle, les résultats peuvent varier en fonction de l'examineur.

Cette échelle a du être quelque peu adaptée, ainsi des stades intermédiaires ont été ajoutés afin de rendre compte des nuances observées. Ces stades intermédiaires sont définis comme suit : il s'agit des stades de l'échelle précitée auxquels on ajoute si nécessaire la mention « précoce » ou « avancé » afin de faire coïncider les observations avec l'échelle de maturité. L'observation des stades des gonades a pour but de distinguer les individus immatures des adultes, à estimer l'âge de reproduction et la période de reproduction (Noiset, 1994).

Tableau 5. Echelle macroscopique de maturité sexuelle (d'après Durand et Loubens, 1970 ; in Ouattara, 2000).

Stades	Femelles	Mâles
1 : Immature	La gonade est translucide et très vascularisée	La gonade est filiforme et translucide
2 : Début de développement sexuel	La gonade est un peu plus grosse et il est possible d'observer quelques ovocytes à l'œil nu	La gonade est un peu plus grosse et toujours translucide
3 : Développement sexuel avancé ; pré-ponte / pré-émission	La gonade a un grand volume et contient de nombreux ovocytes non expulsables à la pression	La gonade est assez grosse et d'aspect blanchâtre, le liquide séminal ne s'échappe pas à la pression
4 : Ponte / Emission	La gonade est turgescente et les ovocytes sont expulsés à la moindre pression	La gonade est suffisamment grosse, blanchâtre et turgescente, le sperme s'échappe à la moindre pression
5 : Post-ponte	Suite à la ponte, la gonade est vide, sanguinolente et sa paroi est épaisse	La gonade se présente de façon identique au stade précédent mais en étant ramollie par endroits

2.6.3.2. Sex-ratio

Le rapport des sexes ou sex-ratio est le nombre de mâles pour une femelle (Noiset, 1994).

3. Résultats

3.1. Données physico-chimiques

Les données physico-chimiques des trois sites confondus (présentées en Annexe 2) ont subi une transformation logarithmique et ont été soumises à une Analyse en Composantes Principales (ACP). L'ACP a été réalisée sur la matrice des corrélations à l'aide du logiciel Statistica (StatSoft Inc.). Le résultat de l'ACP est représenté à la Figure 18. La concentration en calcium explique près de 76 % de la variance totale sur l'axe 1 et la température de l'air explique près de 90 % de la variance totale sur l'axe 2. Ce graphe nous apporte relativement peu d'informations, en effet, l'influence de la température de l'air sur l'écosystème aquatique ne nous donne pas de véritable explication sur le biotope et la niche écologique des poissons. Il apparaît qu'il est nécessaire d'appréhender plus de paramètres. Les paramètres étudiés ne nous ont pas permis de faire ressortir de « vraies » variables caractéristiques du milieu.

D'autres que nous n'avons pas abordés sont probablement plus déterminants.

Les trois stations d'échantillonnage ont été considérées comme un seul et même milieu, la végétation y est assez semblable, le substrat est sableux à sablo-vaseux dans les trois cas et la vitesse de l'eau en surface n'est pas dramatiquement différente. L'étude, en parallèle, de sites comme Maluku (en amont) et Kinsuka (en aval) permettrait des comparaisons. En effet, le site de Maluku présente une profondeur bien plus importante et l'on ne retrouve pas de nombreux îlots et ceintures de végétation comme à Kinkole. Le site de Kinsuka est une zone de rapides avec la présence de gros rochers. La zone définie pour notre échantillonnage (Kinkole) peut vraisemblablement être vue comme un ensemble assez homogène.

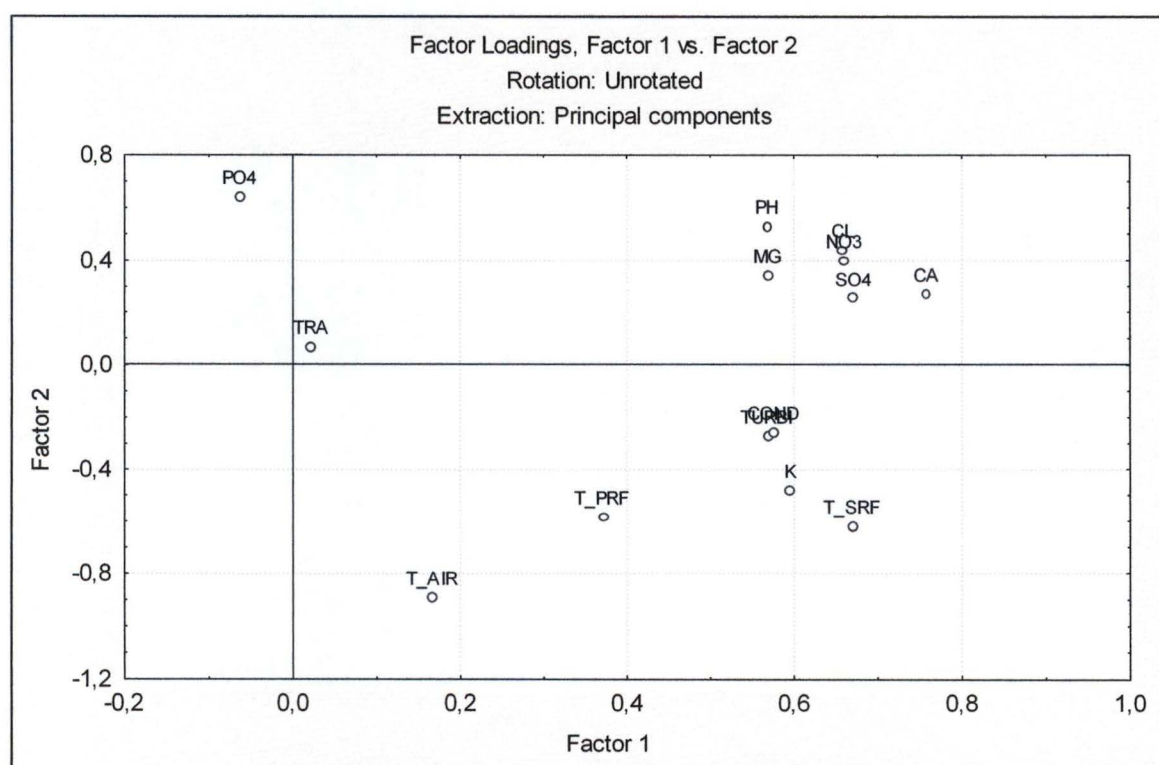


Figure 18. Résultat de l'ACP réalisée sur la matrice des corrélations des données physico-chimiques. (TRA = transparence de l'eau, T_AIR = température de l'air, T_PRF = température de l'eau en profondeur, COND = conductivité, TURBI = turbidité, T_SRF = température de l'eau en surface).

3.2. Données biologiques

3.2.1. Place des Mormyridae dans la communauté ichtyologique du Pool Malebo

Les pêches aux filets et au « sambwisa » au Pool Malebo ont permis de récolter 5650 poissons pour la période de début février à fin mai 2005. Parmi ces 5650 poissons, 451 appartenait à la famille des Mormyridae, soit environ 8 % d'abondance.

Concernant la diversité taxonomique des poissons du Pool Malebo à hauteur de Kinkole, la pêche aux filets maillants révèle qu'en termes de nombre de familles, l'ordre des Ostéoglossiformes prédomine avec 24,1 % des familles, suivi des Characiformes (21,5 %), des Perciformes (20,3 %) et des Siluriformes (19,0 %).

Viennent ensuite les Cypriniformes (7,6 %), les Clupeiformes (2,5 %), les Synbranchiformes (2,5 %), les Tétraodontiformes (1,3 %) et les Polypteriformes (1,3 %) (Figure 19).

La pêche au « sambwisa » révèle la dominance des mêmes ordres mais dans des proportions légèrement différentes (Figure 20), notons aussi qu'aucun poisson de l'Ordre des Clupeiformes n'a été récolté par cette méthode.

Ces deux méthodes se révèlent assez complémentaires dans l'évaluation de la diversité mais toutefois incomplètes. L'éventail des méthodes de pêches artisanales permet de récolter d'autres espèces mais aussi des poissons d'autres tailles (alevins par la pêche à l'épuisette, gros individus par la pêche aux nasses ou au large, ...).

Qu'il s'agisse de la pêche aux filets maillants ou de la pêche au « sambwisa », la famille des Mormyridae domine en terme de diversité spécifique avec environ un quart (22 % aux filets, 27 % au « sambwisa ») des espèces présentes et est suivie par la famille des Cichlidae (Fig. 21 et 22).

Donc, bien que discrète en nombre d'individus, la famille des Mormyridae brille de par sa diversité spécifique. Sa faible abondance dans notre échantillonnage découle certainement des méthodes utilisées. Pour preuve, une grande partie des spécimens de *Marcusenius* récoltés pour cette étude provient d'achats à des pêcheurs artisanaux. La pêche à l'épuisette est particulièrement intéressante tout comme la pêche aux filets maillants dérivants ou encore, la pêche à la senne.

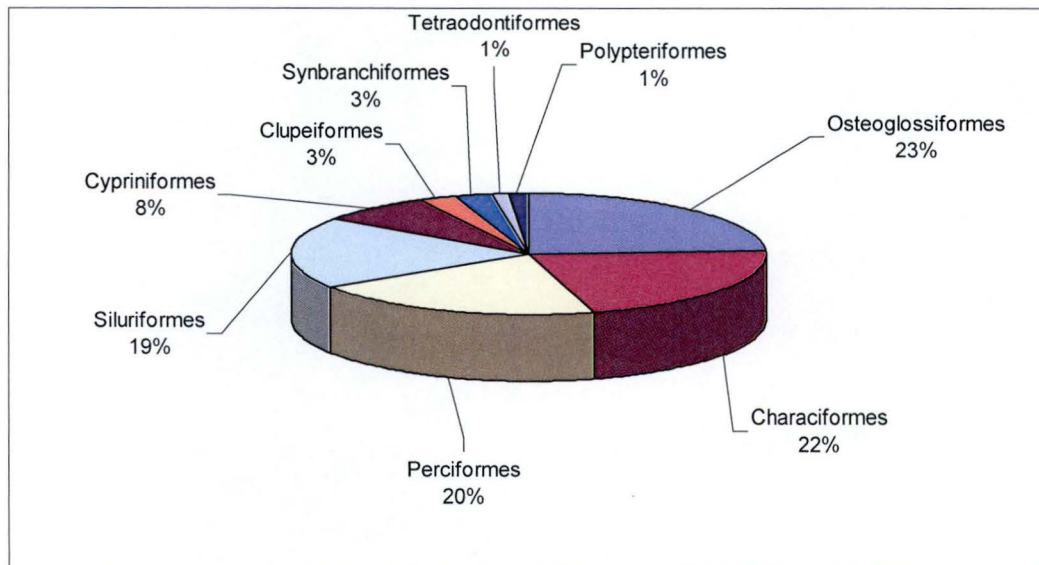


Figure 19. Importance des ordres de poissons du Pool Malebo en termes de nombre de familles d'après les données de pêche aux filets maillants.

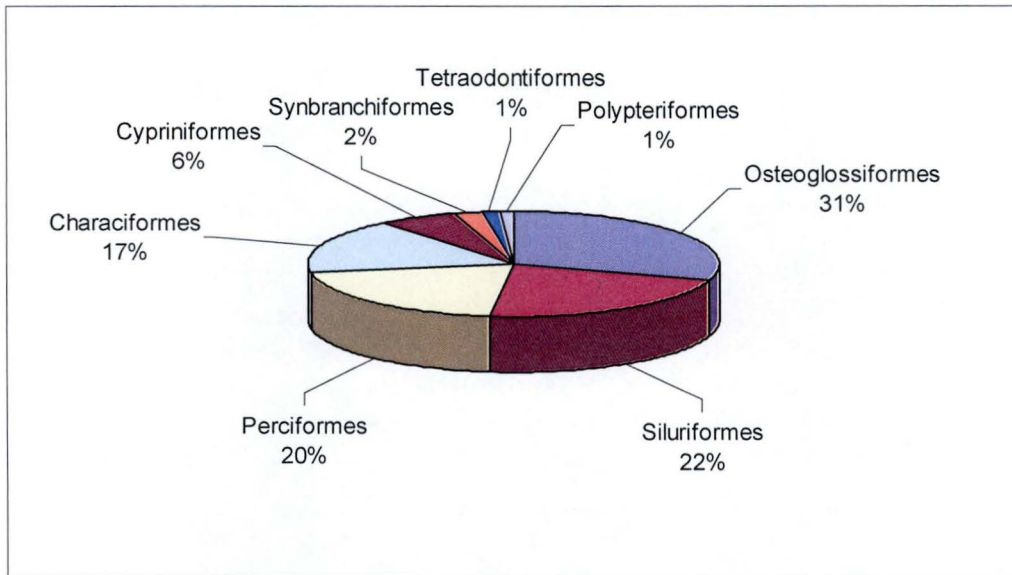


Figure 20. Importance des ordres de poissons du Pool Malebo en termes de nombre de familles d'après les données de pêche au « sambwisa ».

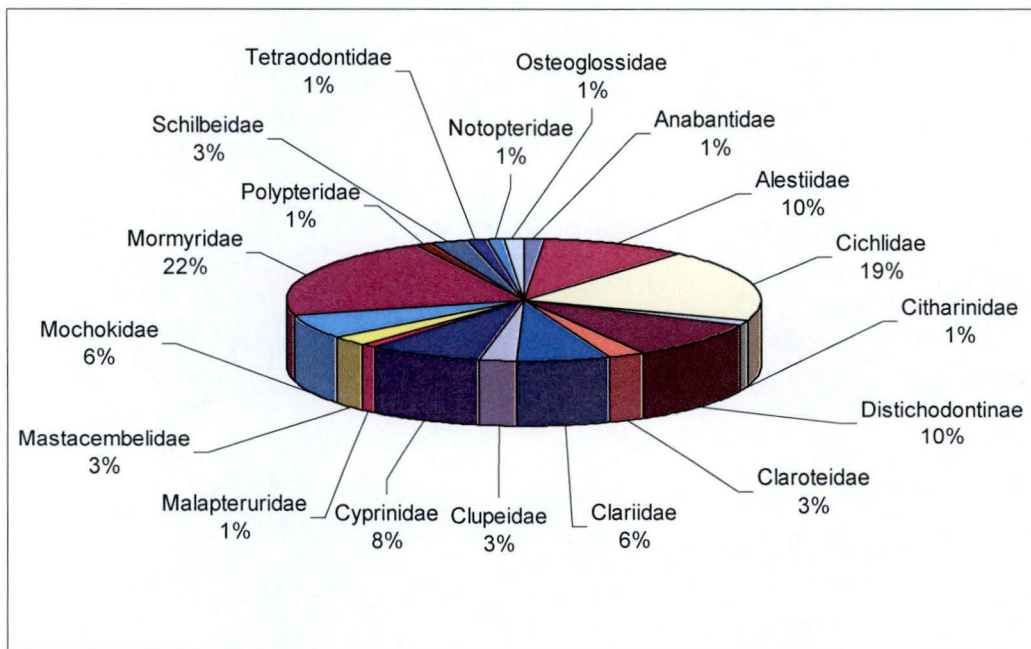


Figure 21. Importance des familles de poissons du Pool Malebo en termes de diversité spécifique d'après les données de pêche aux filets maillants. La famille des Mormyridae compte à elle seule plus d'un cinquième des espèces recensées.

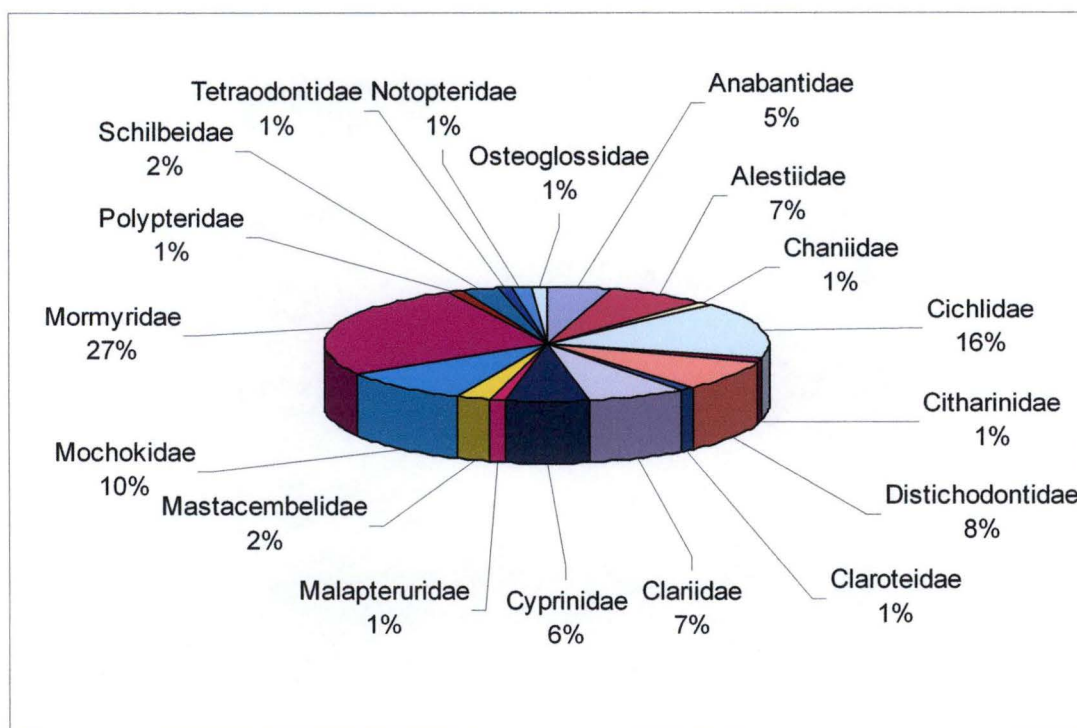


Figure 22. Importance des familles de poissons du Pool Malebo en termes de diversité spécifique d'après les données de pêche au « sambwisa ». La famille des Mormyridae compte à elle seule plus d'un quart des espèces recensées.

3.2.2. Abondance et diversité du genre *Marcusenius* au Pool Malebo

Pour la période de janvier à fin mai 2005, un total de 341 spécimens de *Marcusenius* a été récolté au Pool Malebo. Les 7 espèces rencontrées sont *M. fuscus*, *M. greshoffi*, *M. macrolepidotus angolensis*, *M. monteiri*, *M. moorii*, *M. schilthuisiae* et *M. stanleyanus*. L'espèce *M. friteli*, signalée dans cette zone, n'a pas été observée.

Si on s'en tient à cette première estimation, les différentes espèces se présentent dans les proportions présentées à la Figure 23. Cependant, l'identification reste fastidieuse et certains spécimens n'ont pas pu être classés précisément. Ainsi, à la Figure 23, l'expression « large scaled non identifiés » représente une catégorie d'individus à 8 écailles autour du pédoncule caudal. Ces spécimens n'ont pu être identifiés avec certitude en raison de l'important recouvrement existant entre les caractères utilisés pour distinguer *M. moorii* et *M. schilthuisiae*. Un spécimen non identifié, lui aussi, rentre dans la description de *M. fuscus* mais présente une apparence assez différente des autres individus identifiés comme tels. Notons aussi qu'une importante variabilité des caractères méristiques a été notée notamment chez les individus identifiés comme *M. stanleyanus*. La morphologie du crâne peut présenter deux formes distinctes et le nombre et la forme des dents sont peu conformes aux données de la littérature.

Il convient de rester prudent et, à l'avenir, de réaliser une révision de ce groupe. Il serait bon de relever précisément les valeurs des caractères métriques et méristiques et d'utiliser l'ACP afin de déterminer s'il y a effectivement 2 sous-groupes.

Il apparaît donc que les 3 espèces les plus communément rencontrées sont *Marcusenius stanleyanus* (sous réserve) avec 96 individus récoltés (28 %) suivi de *M. moorii* avec 71 individus (21 %) puis *M. macrolepidotus angolensis* avec 59 individus (17 %).

L'espèce *M. macrolepidotus angolensis* fait partie des plus fréquentes et est particulièrement facile à identifier. Elle a, par conséquent, été sélectionnée pour une étude plus approfondie dans les sections suivantes.

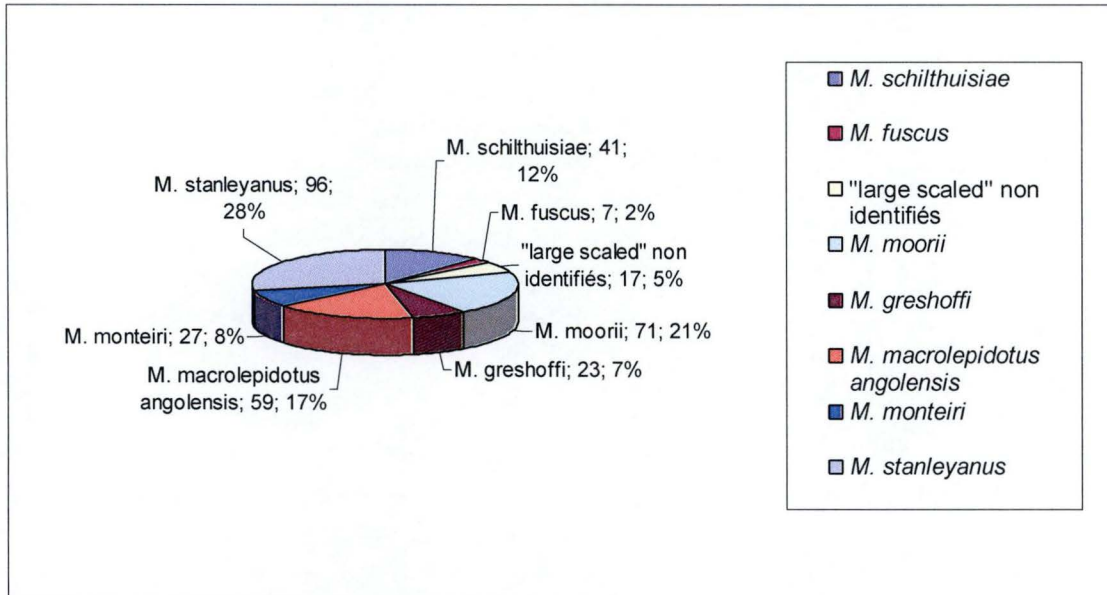


Figure 23. Proportions relatives des différentes espèces de *Marcusenius* rencontrées au Pool Malebo. Le nom de l'espèce est suivi du nombre d'individus puis du pourcentage du nombre total d'individus.

3.2.3. Variations temporelles d'abondance

La représentation des variations temporelles d'abondance des différentes espèces (Fig. 24) se base uniquement sur les données de pêches expérimentales (pêches aux filets maillants de nuit) et de pêche au « sambwisa ». En effet, ces méthodes ont été appliquées de la même façon deux fois par mois, aux mêmes stations. Les données provenant d'autres méthodes ou achats ne découlent pas d'un effort d'échantillonnage constant. Les données de pêche du mois de janvier n'ont pas été reprises ici étant donné que l'effort de pêche concerné n'est pas identique à celui des mois suivants.

La Figure 24 montre une baisse généralisée des effectifs en mars.

M. greshoffi apparaît ponctuellement en avril dans notre échantillonnage mais est revenu en abondance sur les marchés en mai.

M. macrolepidotus angolensis domine largement en février puis voit ses effectifs chuter au fil des mois, il en va pratiquement de même pour *M. monteiri*. Les quatre espèces restantes sont à nouveau bien représentées en avril mais *M. stanleyanus* et *M. schilthuisiae* rechutent en mai, tandis que *M. moorii* et *M. fuscus* continuent leur remontée.

Le test d'homogénéité de proportions concernant l'abondance relative des espèces en fonction du temps a mis en évidence des différences significatives entre les mois de février et avril et entre février et mai (Tableau 6).

Ces résultats suggèrent des fluctuations d'abondance voir même des successions entre ces espèces proches morphologiquement qui pourraient leur permettre d'exploiter un même milieu sans s'exclure.

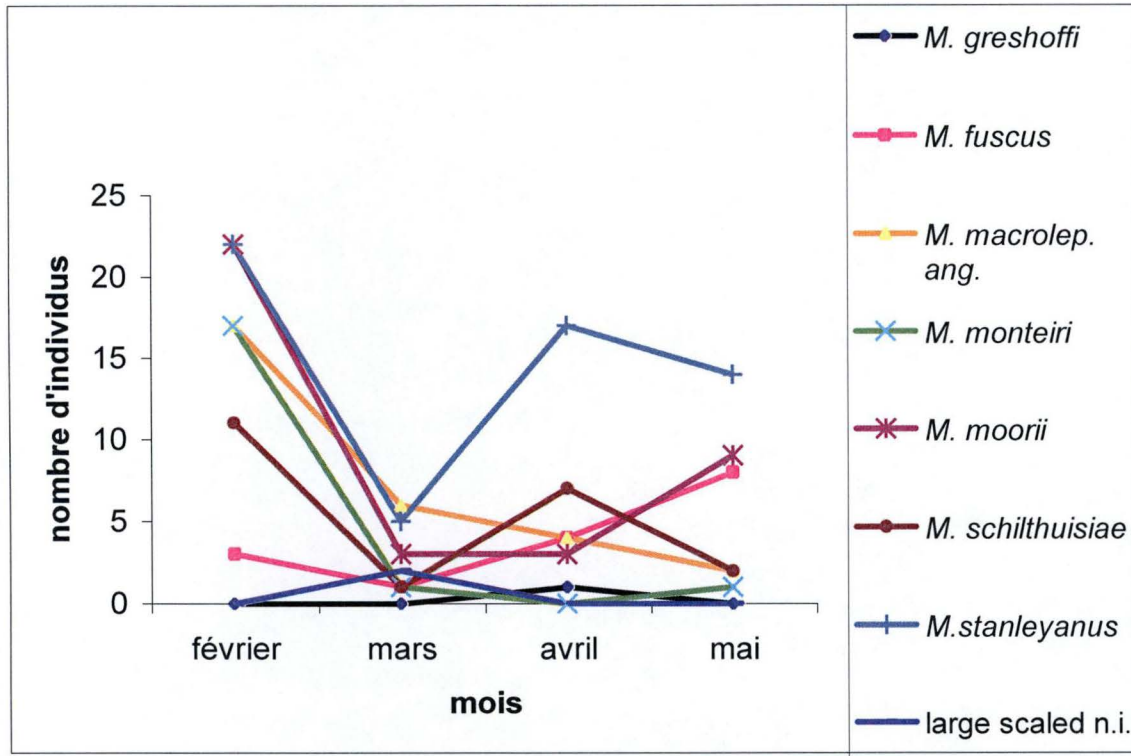


Figure 24. Variations temporelles d'abondance des espèces de *Marcusenius* du Pool Malebo. Seules les données des pêches expérimentales et pêches au « sambwisa » ont été reprises.

Tableau 6. Résultats du test d'homogénéité de proportions des espèces de *Marcusenius* en fonction du temps. (S = différence significative au seuil de 5 %, NS = différence non significative).

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
Février	-	NS	S	S
Mars		-	NS	NS
Avril			-	NS
Mai				-

3.2.4. Variations spatiales

Les proportions relatives entre les différentes espèces récoltées aux trois stations d'échantillonnage sont présentées aux Figures 25, 26 et 27. Ces trois graphiques semblent montrer une différence dans la répartition géographique des espèces. Par exemple, *M. greshoffi* n'a pas été pêché à Mipongo et l'a été en très faible quantité à Molondo. Par contre, il s'est montré relativement abondant au niveau de l'île Japon. Le test de comparaison de proportions a mis en évidence que les proportions des différentes espèces entre les trois stations, prises 2 à 2, sont significativement différentes (Tableau 7). Ces différences de répartition pourraient traduire des dissemblances au niveau du milieu biotique et abiotique. Cette hétérogénéité de répartition pourrait être un facteur de séparation des niches écologiques de ces espèces morphologiquement proches vivant en sympatrie.

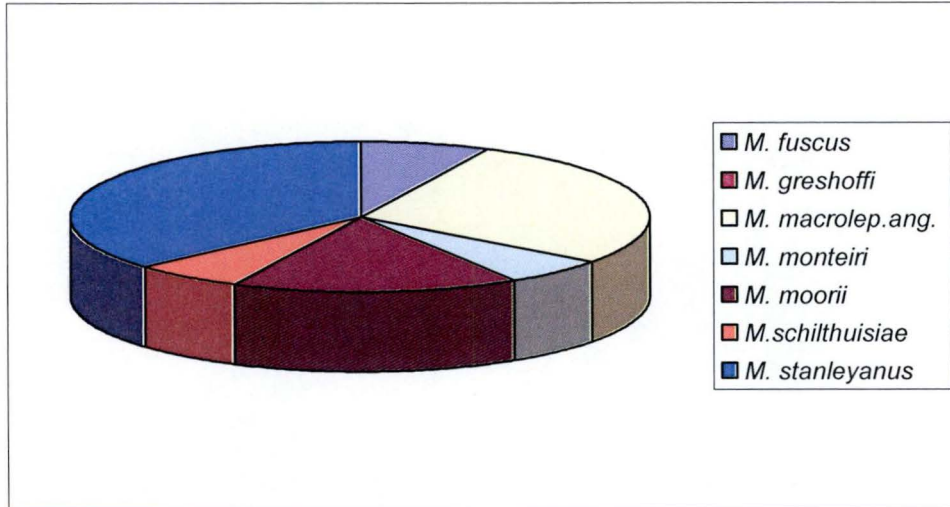


Figure 25. Proportions des différentes espèces de *Marcusenius* parmi les spécimens pêchés au niveau de l'île Mipongo.

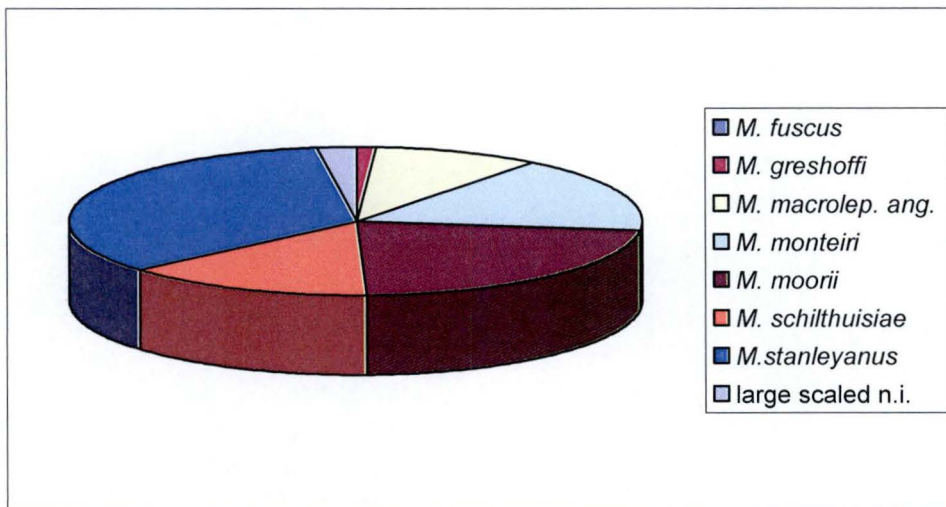


Figure 26. Proportions des différentes espèces de *Marcusenius* parmi les spécimens pêchés au niveau de l'île Molondo.

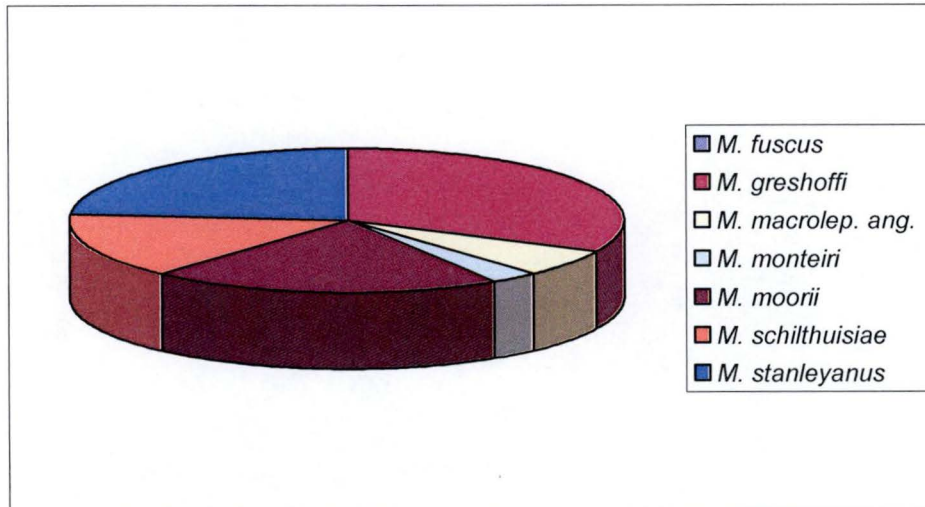


Figure 27. Proportions des différentes espèces de *Marcusenius* parmi les spécimens pêchés au niveau de l'île Japon.

Tableau 7. Résultat du test d'homogénéité des proportions d'espèces de *Marcusenius* entre stations. (S = différence significative au seuil de 5 %).

station	Mipongo	Molondo	Japon
Mipongo	-	S	S
Molondo		-	S
Japon			-

3.3. Biologie et écologie de *Marcusenius macrolepidotus angolensis*

3.3.1. Relation « poids – longueur totale »

La relation « poids – longueur totale » se présente, après transformation logarithmique, sous la forme suivante : $y = a + bx$

Le diagramme logarithmique de la relation « poids – longueur totale » chez *Marcusenius macrolepidotus angolensis* est présenté à la Figure 28.

Le plus petit spécimen mesurait 6,5 cm de longueur totale pour un poids de 2 g tandis que le plus grand mesurait 25,1 cm pour un poids de 130 g.

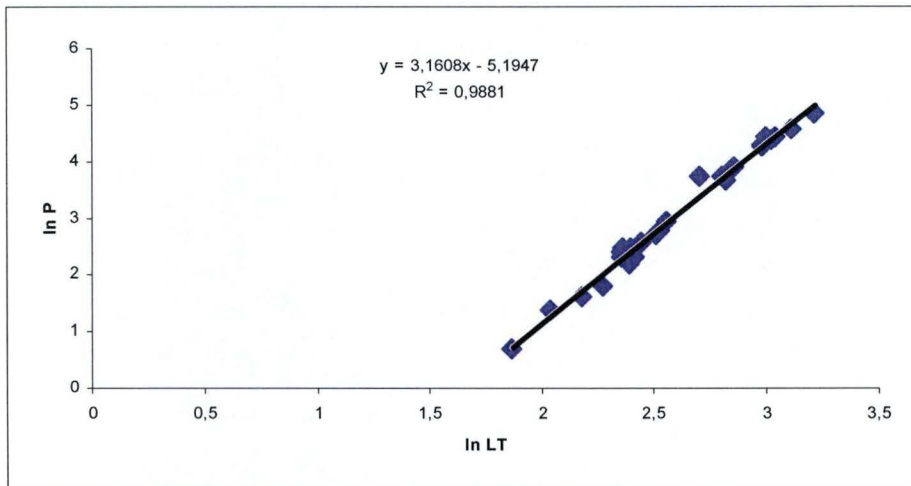


Figure 28. Diagramme logarithmique de la relation « poids – longueur totale » chez *Marcusenius macrolepidotus angolensis*.

3.3.2. Régime alimentaire

3.3.2.1. Morphologie externe du tube digestif

3.3.2.1.1. Morphologie du tube digestif

La dissection des tubes digestifs de *Marcusenius macrolepidotus angolensis* a révélé que le tube digestif de ces poissons est entouré d'une épaisse couche de graisse sauf chez les très petits individus. L'estomac non musculéux présente une forme incurvée et est suivi de 2 caecums pyloriques. L'intestin est relativement court et peu enroulé sur lui-même. En position naturelle, sa partie antérieure est repliée le long de l'estomac. Ces considérations valent aussi pour *M. moorii*, *M. schilthuisiae* et *M. stanleyanus*, espèces pour lesquelles quelques dissections ont également été réalisées.

3.3.2.1.2. Relation « longueur de l'intestin / longueur standard » et coefficients intestinaux

Le coefficient intestinal (CI) moyen calculé sur base des données de 11 individus de *Marcusenius macrolepidotus angolensis* est de 0,63. S'il on se réfère aux données relatives à *Marcusenius mento* (CI = 0,55) et *M. senegalensis* (CI = 0,74) (Lévêque et Paugy, 1999), la guilde trophique de *Marcusenius macrolepidotus angolensis* devrait être invertivore comme c'est le cas pour ces deux espèces. La relation « longueur de l'intestin / longueur standard » est présentée à la Figure 29.

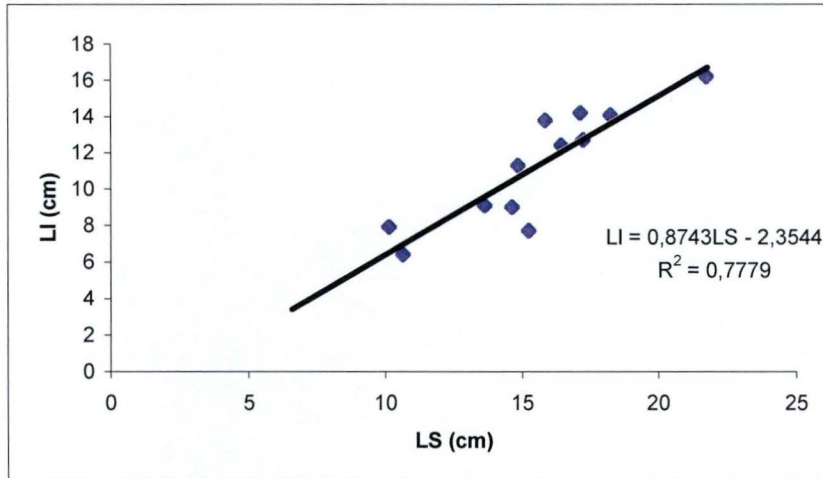


Figure 29. Relation « longueur de l'intestin / longueur standard » chez *Marcusenius macrolepidotus angolensis*.

3.3.2.2. Régime alimentaire de *Marcusenius macrolepidotus angolensis*

3.3.2.2.1. Régime alimentaire général

Trente estomacs ont été examinés. Le nombre total d'estomacs vides enregistré est de 6, soit un pourcentage de vacuité (V) de 20 %.

L'analyse qualitative de 24 estomacs de *Marcusenius macrolepidotus angolensis* contenant des proies a permis d'identifier 81 catégories de proies.

Ces proies appartiennent aux 8 grands groupes suivants : Crustacés, Nématelminthes, Annélides, Arachnides, Insectes, Périphyton, Macrophytes et Divers (champignons, kystes, ...). Parmi ces groupes, le Périphyton (exemples en Annexe 3) et les Insectes présentent la plus grande diversité taxonomique avec respectivement 67,9 % (n = 55) et 18,5 % (n = 15) du nombre total des organismes proies inventoriés. Notons que, selon les groupes, la détermination ne s'est pas arrêtée aux mêmes limites taxonomiques ce qui impose une certaine prudence face aux résultats présentés ci-dessus.

Les différentes proies ingérées par les spécimens de *M. macrolepidotus angolensis* sont répertoriées dans les Tableaux 7, 8 et 9. Il faut ajouter à ces organismes la présence de sable et de nombreux fragments (dont racines) de macrophytes. Cette fraction est prépondérante dans les estomacs mais reste difficile à comptabiliser notamment au vu de la difficulté de la séparer nettement du reste du contenu. Les contenus stomacaux renferment aussi une quantité non négligeable de soies de Naïdidae, de spicules de Spongiaires et de morceaux de Copépodes, Cladocères et Rotifères. Ces organismes n'étant présents que sous forme disloquée, nous ne ferons ici que citer leur présence.

Mentionnons également qu'un tiers des estomacs contenait de microscopiques vers parasites.

L'expression quantitative du régime alimentaire avec le pourcentage d'occurrence corrigé révèle que la principale source de nourriture de *M. macrolepidotus angolensis* est constituée par le Périphyton (25,81 %) suivi des Insectes (22,58 %) et Divers (22,58 %). Ensuite, viennent les Crustacés (13,98 %), les Macrophytes (7,53 %), les Arachnides (5,38 %) puis les Nématodes (1,07 %) et Oligochètes (1,07 %). En réalité, la part des Macrophytes est nettement sous-estimée car les pourcentages calculés ne prennent en compte que les graines, facilement comptabilisables. Les fragments et racines de végétaux supérieurs présentent une fréquence d'occurrence de 100 %.

Si l'on tient compte de cette observation, les pourcentages présentés ci-dessus deviennent : Périphyton et Macrophytes : 21,82 % chacun, Insectes et Divers : 19,09 % chacun, Crustacés : 11,82 %, Arachnides : 4,55 %, Oligochètes et Nématodes : 0,91 % chacun.

Les résultats obtenus par la méthode des points, qui tient compte de la taille des proies, montrent l'importance des Chironomidae, Ceratopogonidae, Noteridae, Curculionidae,... En ce qui concerne les algues, il faut citer *Aulacoseira* spp., les diatomées centriques, les Naviculacées,... Les graines (Macrophytes), bien que peu fréquentes, présentent également une cote élevée en raison de leur taille plurimillimétrique. Les proies présentant une cote de 0 (cas des algues, champignons,...) ou 25 (cas des proies de plus grande taille) pourraient être qualifiées d'accidentelles.

Ces résultats viennent quelque peu nuancer l'idée répandue dans la littérature qui veut que les Mormyridae soient des invertivores convaincus, friands de Chironomidae. La part des Macrophytes et du Périphyton ne peut être négligée. Il faudrait procéder à un échantillonnage des macroinvertébrés, du zooplancton et du Périphyton en parallèle avec la récolte des poissons afin de déterminer s'il y a une sélectivité envers certaines catégories de proies ou si les poissons se contentent de racler le benthos sans distinction. Par ailleurs, la connaissance des invertébrés et des algues de cette région est encore fragmentaire et nécessite d'être complétée au plus vite.

Tableau 8. Pourcentage numérique (N), pourcentage d'occurrence (F_i), pourcentage d'occurrence corrigé (F_c) et cote (méthode des points) des organismes proies provenant des contenus stomacaux des spécimens de *Marcusenius macrolepidotus angolensis*.

	N	F _i	F _c	Cote
ANNELIDES				
Oligochètes	0,0006	4,17	0,17	25
Némathelminthes				
Nématodes	0,0006	4,17	0,17	25
CRUSTACES				
Décapodes				
Atyidae	0,0006	4,17	0,17	50
Ostracodes	0,0374	50,00	2,07	50
Cladocères	0,0036	20,83	0,86	50
ARACHNIDES				
Hydracariens	0,0036	20,83	0,86	25
INSECTES				
Diptères				
Chironomidae	0,1317	83,33	3,45	75
Simuliidae	0,0006	4,17	0,17	25
Ceratopogonidae	0,0273	54,17	2,25	75
Tabanidae	0,0018	8,33	0,35	25
Indet.	0,0047	20,83	0,86	
Nymphes n.i.	0,0024	16,67	0,69	
Coléoptères				
Gyrinidae	0,0006	4,17	0,17	50
Noteridae	0,0047	16,67	0,69	75
Curculionidae	0,0071	16,67	0,69	75
Indet.	0,0047	25,00	1,04	
Hétéroptères				
Pleioidea	0,0006	4,17	0,17	50
Indet.	0,0012	8,33	0,35	
Odonates				
Anisoptères indet.	0,0030	16,67	0,69	75
Larve/insecte indet.				
Larve indet.1	0,0231	25,00	1,04	75

Tableau 9. Pourcentage numérique (N), pourcentage d'occurrence (F_i), pourcentage d'occurrence corrigé (F_c) et cote (méthode des points) des organismes proies provenant des contenus stomacaux des spécimens de *Marcusenius macrolepidotus angolensis* (suite).

	N	F _i	F _c	Cote
PHYTOPLANKTON				
Bacillariophyceae				
<i>Achnantes</i> spp.	0,3323	45,83	1,90	25
<i>Amphora</i> sp.	0,0831	16,67	0,69	0
<i>Aulacoseira</i> spp.	51,1670	100,00	4,15	50
Centriques n.i.	9,9937	100,00	4,15	50
<i>Cocconeis</i> sp.	0,0593	8,33	0,35	0
<i>Cymbella</i> sp.	0,5341	58,33	2,42	25
<i>Diploneis</i> sp.	0,0237	4,17	0,17	0
<i>Diatoma</i> sp.	0,0237	8,33	0,35	0
<i>Eunotia</i> spp.	3,5132	91,67	3,80	50
<i>Fragilaria</i> spp.	2,1127	95,83	3,97	50
<i>Frustulia</i> sp.	0,0119	4,17	0,17	0
<i>Gomphonema</i> spp.	0,8308	58,33	2,42	25
<i>Gyrosigma</i> sp.	0,0712	4,17	0,17	0
<i>Hantzschia</i> spp.	0,1187	12,50	0,52	0
<i>Navicula</i> (s.l.) spp.	3,4064	95,83	3,97	50
<i>Neidium</i> sp.	0,0475	8,33	0,35	0
<i>Nitzschia</i> spp.	2,5518	70,83	2,94	50
<i>Pinnularia</i> spp.	1,6379	62,50	2,59	25
<i>Placoneis</i> sp.	0,1424	8,33	0,35	0
<i>Sellaphora</i> sp.	0,1068	20,83	0,86	0
<i>Stauroneis</i> sp.	0,1899	29,17	1,21	0
<i>Surirella</i> sp.	0,0950	16,67	0,69	0
<i>Tabellaria</i> sp.	0,0119	4,17	0,17	0
Diatomées indet.	3,8693	75,00	3,11	50
Cyanophyceae				
<i>Chroococcus</i> sp.	0,0356	4,17	0,17	0
cf. <i>Snowellasp.</i>	0,0237	4,17	0,17	0
Cyanophycées indet.	0,6291	37,50	1,55	25
<i>Lyngbia</i> spp.	0,7834	62,50	2,59	25
<i>Spirulina</i> sp.	0,0831	20,83	0,86	0
Euglenophyceae				
<i>Chlamydomonas</i> sp.	0,3086	37,50	1,55	25
<i>Phacus</i> sp.	0,1662	16,67	0,69	0
Euglénophycées indet.	0,5934	41,67	1,73	25

Tableau 10. Pourcentage numérique (N), pourcentage d'occurrence (F_i), pourcentage d'occurrence corrigé (F_c) et cote (méthode des points) des organismes proies provenant des contenus stomacaux des spécimens de *Marcusenius macrolepidotus angolensis* (suite).

	N	F _i	F _c	Cote
Chlorophyceae				
<i>Actinastrum</i> sp.	0,1424	16,67	0,69	0
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0,1424	8,33	0,35	0
cf. <i>Oocystidium</i> sp.	0,0237	4,17	0,17	0
<i>Coelastrum</i> sp.	0,2018	29,17	1,21	0
<i>Cosmarium</i> sp.	0,0831	12,50	0,52	0
<i>Crucigenia</i> spp.	0,7596	37,50	1,55	25
<i>Monoraphidium</i> spp.	3,7387	87,50	3,63	50
<i>Oedogonium</i> sp.	0,0475	8,33	0,35	0
<i>Pediastrum</i> spp.	0,1780	29,17	1,21	0
<i>Scenedesmus</i> spp.	4,2135	100,00	4,15	50
<i>Schroederia</i> sp.	0,0950	16,67	0,69	0
<i>Staurastrum</i> spp.	0,1780	29,17	1,21	0
<i>Tetraedron</i> spp.	0,2967	20,83	0,86	0
<i>Tetrastrum</i> spp.	0,0475	8,33	0,35	0
<i>Trachelomonas</i> sp.	1,1513	87,50	3,63	50
Volvocales indet.	0,0356	4,17	0,17	0
<i>Xanthidium</i> sp.	0,0237	4,17	0,17	0
Zygothryxaceae				
Indet.	0,0237	4,17	0,17	0
Dinophyceae				
<i>Peridinium</i> sp.	0,0119	4,17	0,17	0
Xanthophyceae				
cf. <i>Tetraedriella</i> sp.	0,0237	4,17	0,17	0
<i>Goniochloris</i> sp.	0,1068	20,83	0,86	25
<i>Ophiocytium</i> sp.	0,1068	4,17	0,17	0
Indet. (divers)	3,4005	79,17	3,28	50
MACROPHYTES				
Graines / Fruits	0,0095	29,17	1,21	50
DIVERS				
Champignon indet. 1	0,5816	45,83	1,90	50
Champignon indet. 2	0,0593	8,33	0,35	0
Kystes	0,0771	12,50	0,52	25
Autres	0,4213	50,00	2,07	50

3.3.2.2.2. Variations intraspécifiques du régime alimentaire

3.3.2.2.2.1. Régime alimentaire en fonction de la taille

Sur base de la règle de Sturge, 6 classes de taille ($NC = 5,55$) ont été définies (Tableau 11). L'intervalle (I) les séparant est de 2,7 cm. Les classes « 1 » et « 3 », qui ne présentent que 2 individus chacune, ont été fusionnées, respectivement, avec les classes « 2 » et « 4 ». Les nouvelles classes, au nombre de 4, sont reprises dans le Tableau 12.

Les valeurs du pourcentage d'occurrence corrigé (F_c) des différents groupes d'organismes proies issus des échantillons de ces 4 classes de taille sont représentées à la Figure 30.

Les organismes proies ont été regroupés de la façon suivante : les Oligochètes, les Nématodes et les Arachnides ont été groupés sous le terme « autres invertébrés » (AINV), puis viennent les groupes des « Crustacés » (CRUS) et des « Chironomidae » (CHIR). Les autres larves, nymphes et adultes d'insectes identifiés ou non ont été rassemblés sous le terme « autres insectes » (AINS). La catégorie des « Macrophytes » tient compte dans cette figure des débris et fragments végétaux et pas seulement des graines (soit un pourcentage d'occurrence de 100 %). Finalement, viennent le « Périphyton » (PERI) et le groupe « Divers » (DIVERS) qui englobe les champignons, kystes et autres proies microscopiques n'appartenant pas aux algues et n'ayant pu être identifiées.

Les tests d'homogénéité de proportions (détails en Annexe 4) ont été réalisés pour comparer le régime alimentaire des différentes classes de taille. Le terme « Macrophytes » (MACR) ne reprend dans ce cas que les graines et non les fragments de végétaux. Ces tests de type « chi-carré » ont été effectués à partir des moyennes du nombre d'individus proies de chaque catégorie dans chaque classe de taille. Les variables ont préalablement subi des transformations normalisatrices quand cela était nécessaire.

Les résultats des tests d'homogénéité de proportions sont présentés dans le Tableau 13. Des différences significatives (au niveau des proportions des différentes catégories de proies) ont été notées entre les différentes classes de taille

Donc, bien qu'il soit nécessaire d'étendre cette étude à un nombre plus important de spécimens, il est envisageable que le régime alimentaire de *M. macrolepidotus angolensis* évolue avec la taille des individus. Kouamélan (1999) n'a pas trouvé de différences significatives entre les régimes alimentaires des différentes classes de taille chez *Mormyrus rume*, *Marcusenius furcidens* et *M. ussheri*. Par contre, il a pu mettre en évidence une corrélation statistiquement significative entre la nature et l'importance relative des proies et la taille des individus de *Mormyrus anguilloides*. Cette espèce devient piscivore à l'âge adulte d'où une différence bien marquée.

Bien que notre échantillonnage se soit concentré sur une seule saison (saison des pluies), une influence temporelle sur la nature et la disponibilité des proies et par conséquent sur le régime alimentaire des poissons pourrait être envisagée.

Il convient donc de rester prudent face aux résultats présentés ci-dessus.

Tableau 11. Classes de taille (en cm) obtenues par la règle de Sturge et effectifs correspondants.

classe	étendue	effectif
1	[5,7; 8,4]	2
2	[8,4; 11,1]	5
3	[11,1; 13,8]	2
4	[13,8; 16,5]	5
5	[16,5; 19,2]	6
6	[19,2; 21,9]	4

Tableau 12. Classes de taille (en cm) après regroupement des classes d'effectif trop faible (n = 2).

classe	étendue	effectif
1	[5,7; 11,1]	7
2	[11,1; 16,5]	7
3	[16,5; 19,2]	6
4	[19,2; 21,9]	4

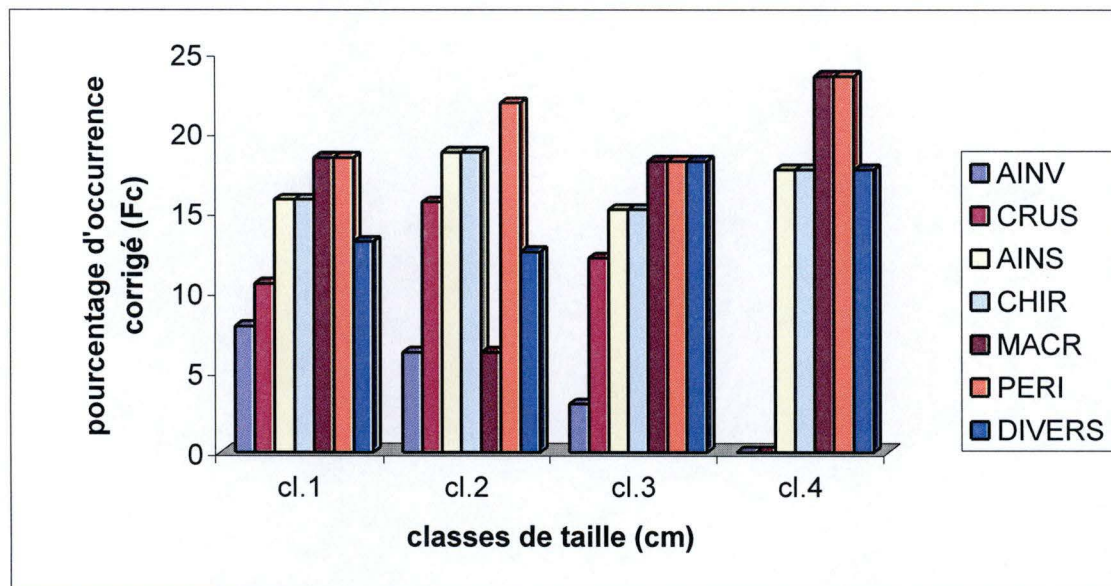


Figure 30. Régime alimentaire en fonction de la taille chez *M. macrolepidotus angolensis*. Proportions des différentes catégories de proies sur base du pourcentage d'occurrence corrigé. AINV = autres invertébrés, CRUS = Crustacés, AINS = autres insectes, CHIR = Chironomidae, MACR = Macrophytes, PERI = Périphyton. Les classes de taille sont détaillées dans le Tableau 12.

Tableau 13. Résultats des tests d'homogénéité de proportions entre classes de taille.

Classe	1	2	3	4
1	-	S	S	S
2		-	S	S
3			-	S
4				-

3.3.2.2.2. Régime alimentaire en fonction du sexe

L'influence du sexe sur le régime alimentaire a été abordée. Les proportions des différentes catégories de proies chez 14 femelles et 9 mâles sont présentées à la Figure 31.

Les catégories de proies sont identiques à celles présentées à la section précédente.

Le test d'homogénéité de proportions (voir Annexe 3) n'a pas mis en évidence de différence significative entre le régime alimentaire des mâles et celui des femelles.

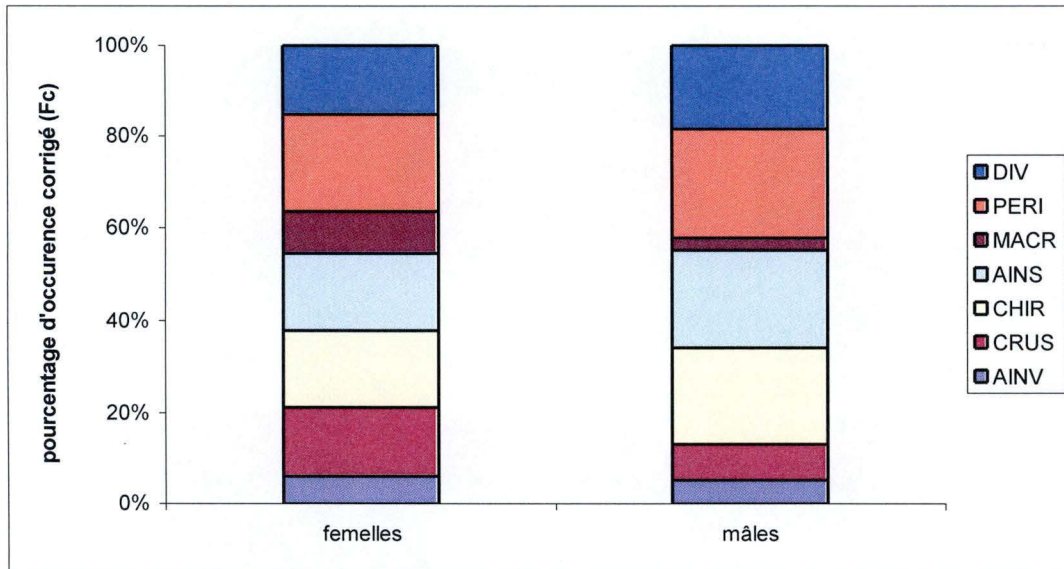


Figure 31. Proportions (exprimées par le pourcentage d'occurrence corrigé) des différentes catégories de proies chez les femelles et les mâles de *M. macrolepidotus angolensis*. DIV = divers, PERI = Périphyton, MACR = Macrophytes, AINS = autres insectes, CHIR = Chironomidae, CRUS = Crustacés, AINV = autres invertébrés.

3.3.3. Reproduction

3.3.3.1. Examen des gonades

3.3.3.1.1. Sex-ratio

Parmi les 23 spécimens de *M. macrolepidotus angolensis* dont les gonades ont été examinées plus attentivement, 13 individus sont des femelles et 10 sont des mâles. De façon générale, et sur base du dimorphisme sexuel pour les individus dont la gonade n'a pas été examinée, on obtient un total de 40 femelles, 16 mâles et 3 individus de sexe indéterminé (les individus de faible taille peuvent ne pas encore présenter le dimorphisme sexuel et, par conséquent, le sexe ne peut être établi avec certitude sur base de ce critère), soit un sex-ratio de 0,4 mâle pour une femelle.

3.3.3.1.2. Observation des stades macroscopiques

Les gonades de 23 spécimens de *M. macrolepidotus angolensis* ont été examinées minutieusement. Les individus concernés présentaient des gonades des stades « 1 » à « 4 précoce » (Fig. 32). Aucune femelle de stade « 1 » (stades intermédiaires confondus) et aucun mâle de stade « 4 » n'ont été rencontrés.

L'évolution des stades au fil de l'échantillonnage chez les deux sexes est présentée aux Figures 33 et 34. L'ensemble des individus se trouve en cours de développement sexuel. Il semblerait que notre échantillonnage n'ait pas coïncidé avec la période de reproduction. Bowmaker (1978) signale que cette espèce réalise des migrations probablement liées à la reproduction. Il est possible que nos sites d'échantillonnage ne constituent que des zones de croissance et que la reproduction ait lieu dans une autre zone voir dans les rivières qui se jettent dans le fleuve. Il en va de même pour l'habitat des alevins.

Signalons encore, que le nombre de spécimens examinés est trop faible pour émettre des conclusions quant à l'évolution temporelle des stades des gonades à cette période. L'ovaire de l'unique femelle de stade « 4 précoce » comptait environ 1890 œufs de près de 2 mm de diamètre. Par comparaison, Matthes (1964) cite 2200 œufs de 1 à 1,5 mm de diamètre chez *M. moori*, espèce de plus petite longueur maximale.

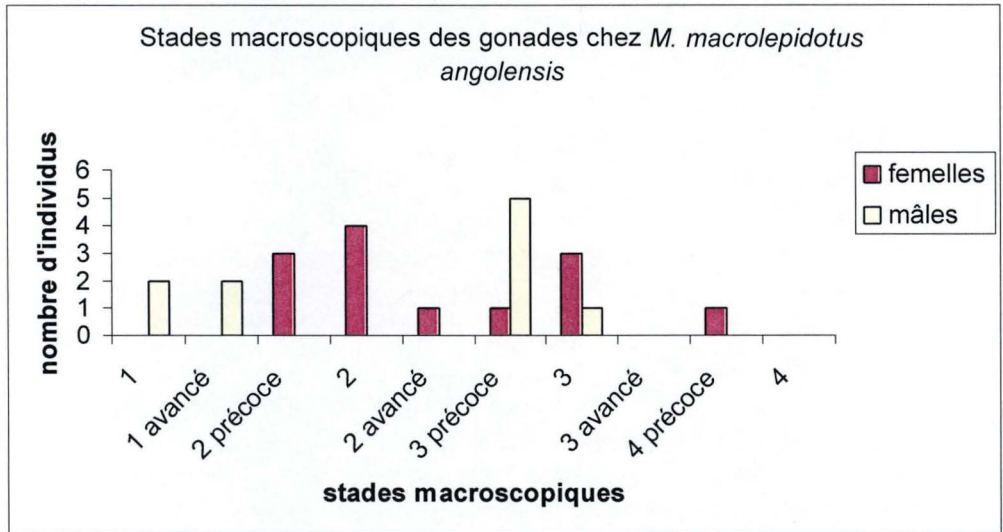


Figure 32. Stades macroscopiques des gonades de 23 spécimens de *M. macrolepidotus angolensis*.

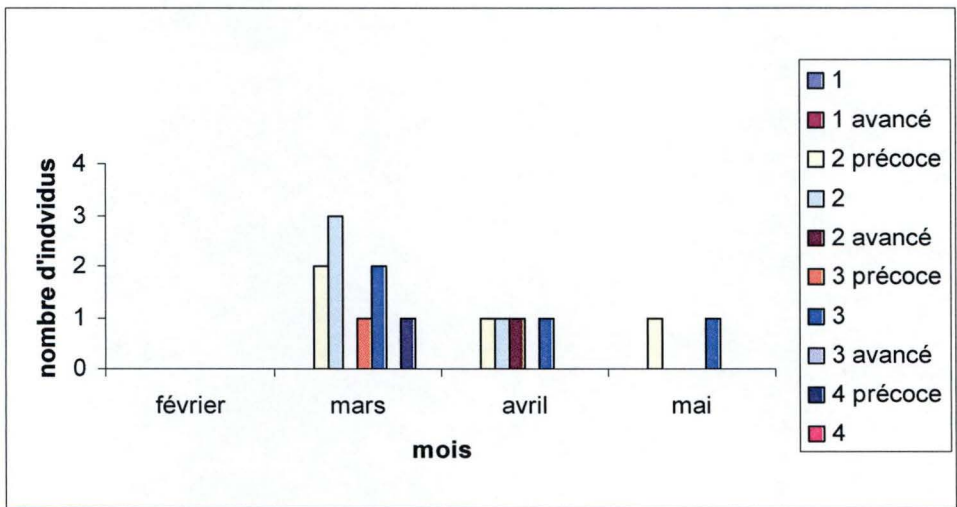


Figure 33. Stades macroscopiques des gonades de 13 femelles de *M. macrolepidotus angolensis* en fonction du temps.

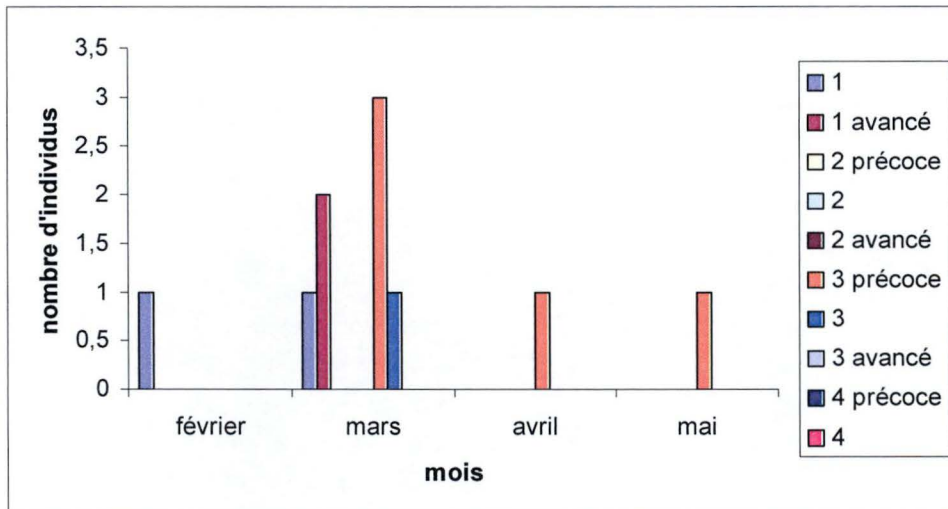


Figure 34. Stades macroscopiques des gonades de 10 mâles de *M. macrolepidotus angolensis* en fonction du temps.

3.3.3.2. Dimorphisme sexuel

Le dimorphisme sexuel signalé dans la littérature (échancrure au niveau de la nageoire anale chez les mâles) a pu être observé.

Ceci fut particulièrement remarquable chez les espèces suivantes :

M. macrolepidotus angolensis (Fig. 35), *M. moorii* et *M. schilthuisiae*. Une raison expliquant pourquoi ce dimorphisme a semblé plus discret chez *M. stanleyanus* est qu'il s'agit d'une espèce de longueur maximale plus importante. Sachant que nous avons récolté peu de grands spécimens, il est probable que nous n'ayons pratiquement pas d'individus matures.

L'examen macroscopique des gonades de plusieurs individus a confirmé l'identification des sexes réalisée par la simple observation du dimorphisme sexuel.

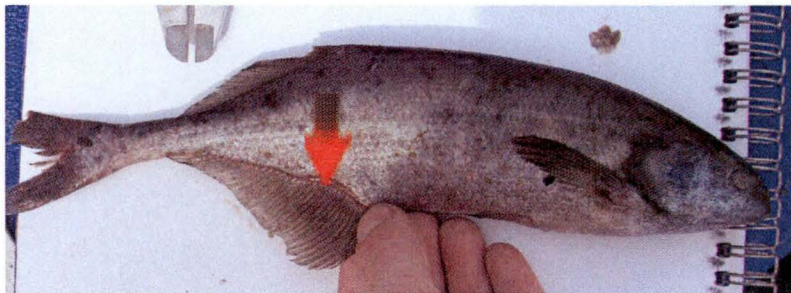


Figure 35. Spécimen mâle de *M. macrolepidotus angolensis*. On aperçoit l'échancrure au niveau de la base de la nageoire anale.

4. Discussion

Données physico-chimiques

Les résultats obtenus par ACP sur les données physico-chimiques ne nous permettent pas de tirer des conclusions quant aux facteurs qui influencent réellement le milieu aquatique. La question reste en suspens et nécessite une étude approfondie par l'étude d'un plus grand nombre de paramètres. Il faudrait premièrement s'intéresser aux cations et anions que nous n'avons pu doser, faute de réactifs. Ensuite, aborder la concentration en oxygène dissous et différents aspects comme la profondeur, l'ensoleillement, la nature des substrats (rochers, cailloux, sables, vases, ...), la présence ou non de macrophytes, de périphyton, etc... Les paramètres biologiques comme la production primaire, l'importance du phytoplancton et du zooplancton sont aussi à prendre en compte puisqu'il s'agit des premiers maillons de l'écosystème.

Tous ces aspects, une fois regroupés, nous fourniraient une caractérisation plus précise de l'habitat étudié.

Données biologiques

Abondance et diversité des Mormyridae et du genre *Marcusenius* en particulier

Les résultats obtenus via la pêche aux filets maillants et la pêche au « sambwisa » ne nous donnent qu'un avant goût de l'importante diversité ichthyologique du Pool Malebo. On constate rapidement que ces deux méthodes sont complémentaires mais néanmoins insuffisantes dans l'évaluation de la diversité. La visite des marchés, le contact avec les pêcheurs et les achats effectués nous démontrent que bien d'autres techniques existent et permettent de capturer, sélectivement ou non, d'autres espèces. Il faut également tenir compte du fait que nous n'avons pêché essentiellement que près des berges. La pêche au large offre d'autres résultats notamment en ce qui concerne la taille des individus.

Conformément à la littérature (Teugels & Guégan, 1994), la famille des Mormyridae domine en matière de diversité spécifique. Il est très probable que nous n'ayons pas capturé toutes les espèces présentes. En effet, nous avons constaté que la pêche aux filets maillants ne donne pas de très bons résultats avec ces poissons. La pêche au « sambwisa » semble déjà plus appropriée et serait idéalement complétée par d'autres méthodes comme la pêche à l'épuisette. Cette dernière fournit essentiellement de petits spécimens mais la diversité y est importante. Ces considérations valent pour le genre *Marcusenius*. Néanmoins, 7 des 8 espèces renseignées par Harder (2000) ont été rencontrées. *M. friteli* n'a pas été observé, que ce soit dans le produit des nos pêches, sur les marchés ou aux sites de Kinsuka et Maluku.

Le problème reste l'identification précise des *Marcusenius* : les « large scaled » présentent un recouvrement important des caractères distinctifs ne permettant pas toujours de trancher avec certitude, surtout chez les petits spécimens. Ce groupe a déjà été révisé (Boden *et al.*, 1997) et l'importance de prendre en compte un grand nombre de mesures et de comptages a été soulignée.

Par ailleurs, l'espèce *M. stanleyanus* semble présenter une variabilité importante des caractères méristiques, de la morphologie du crâne et de la forme et du nombre des dents. Il est nécessaire de réviser les caractères distinctifs de cette espèce et d'en étudier la variabilité, géographique notamment. En effet, les descriptions existantes peuvent provenir de spécimens issus de régions éloignées.

L'Analyse en Composantes Principales pourrait mettre en évidence les principaux caractères distinctifs et permettrait d'observer, sur base de ces caractères, si des « sous-groupes » se dégagent. Ce type de démarche avait été retenue pour la révision des « large scaled » (Boden *et al.*, 1997).

L'étude des signaux électriques permettrait également d'établir s'il y a ou non présence de « sous-groupes » entre régions et au sein du bassin du Congo, voir du Pool Malebo. Il est désormais bien établi, chez les Mormyridae, que des individus aux apparences très proches peuvent émettre des signaux bien distincts et appartenir à des espèces différentes (Sullivan *et al.*, 2004)

La systématique moléculaire, de plus en plus utilisée, rendrait possible des vérifications, au niveau génétique, des « sous-groupes » établis sur base des critères précédents.

Variations spatio-temporelles d'abondance des espèces de *Marcusenius*

Concernant l'abondance relative des 7 espèces de *Marcusenius*, peu de différences significatives ont été notées en fonction du temps et elles concernent le premier mois d'échantillonnage vis-à-vis des deux derniers. Nous n'avons travaillé que durant la saison des pluies mais la fin de notre échantillonnage se situe à l'approche de la saison sèche ce qui pourrait expliquer les différences observées. De véritables différences à mettre en relation avec la biologie des espèces pourraient probablement être dégagées sur base de données résultant d'un échantillonnage couvrant complètement les 2 saisons.

Une différence plus nette d'abondance relative est notée en fonction des stations. Il pourrait être intéressant de mettre en relation les résultats obtenus avec une analyse de classification ascendante (cluster analysis). Ce type d'analyse, basé sur les distances euclidiennes, permet de grouper des entités écologiques en fonction de similarités. Dans ce cas, cette méthode pourrait grouper des stations entre elles en fonction des proportions entre les différentes espèces.

Biologie et écologie de *Marcusenius macrolepidotus angolensis*

Généralités

L'étude de la biologie et de l'écologie de *Marcusenius macrolepidotus angolensis* s'est concentrée sur 3 axes : l'étude de la croissance, de l'alimentation et de la reproduction. La croissance n'a été abordée que superficiellement et se cantonne à la relation « poids - longueur totale » de cette espèce. Il s'agit essentiellement de l'aspect prédictif de cette relation. Il n'a pas été question, ici, d'aborder une étude biométrique comme celle de la condition des poissons. Cette démarche nous aurait permis d'évaluer la santé générale, le « bien-être » d'un individu ou de la population (Noiset, 1994).

Régime alimentaire

L'étude de la relation « longueur de l'intestin / longueur standard » donne un coefficient intestinal moyen de 0,63 pour *Marcusenius macrolepidotus angolensis*. Cette valeur se rapproche de celles calculées pour d'autres espèces de *Marcusenius* dont le régime alimentaire a été étudié et est invertivore. Il ne semble cependant pas y avoir de relation significative entre ce type de régime et la longueur de l'intestin (Lévêque et Paugy, 1999). L'analyse des contenus stomacaux a révélé une étonnante diversité de proies. L'expression des résultats sur base des méthodes numérique et d'occurrence et de la méthode des points souligne l'importance des invertébrés mais aussi du Périphyton dans le régime alimentaire.

Aucune évaluation précise de l'importance pondérale ou volumétrique des catégories de proies n'a été réalisée et bien que la méthode des points tienne compte de la taille des proies, elle est assez subjective. L'image du régime alimentaire présentée peut donc être biaisée. Remarquons aussi que les indices numérique et d'occurrence concernant des algues formant des colonies comme *Aulacoseira* spp. peuvent être surestimés puisque ces colonies peuvent être disloquées dans l'estomac et donc comptées plusieurs fois.

Il faut encore souligner le faible nombre de spécimens étudiés et donc la limite de la représentativité de notre échantillonnage.

Les variations intraspécifiques du régime alimentaire ont été étudiées. Aucune différence significative en fonction du sexe n'a pu être mise en évidence sur base des proportions entre catégories de proies (réunies en 6 grands groupes).

Des différences significatives en fonction des classes de taille ont été mises en évidence. Les différences observées peuvent provenir d'une variation, spatiale et/ou temporelle, dans la disponibilité des proies. En effet, les estomacs examinés proviennent de poissons ayant été pêchés sur un intervalle de 3 mois et dans 3 stations distinctes. Un suivi de l'abondance des organismes proies dans les sites de pêche aurait permis de déterminer si le régime évolue oui ou non avec la taille du poisson ou bien si les différences observées ne sont que le fruit des variations spatio-temporelles d'abondance des proies.

Que ce soit pour la comparaison entre sexes ou entre classes de taille, les variations intraspécifiques du régime alimentaire n'ont été envisagées que globalement et l'on n'a pas étudié les variations de proportions pour les catégories de proies prises individuellement. Ceci aurait été intéressant, notamment en ce qui concerne le Périphyton. En effet, la diversité taxonomique rencontrée est importante et l'étude des grandes familles d'algues prises séparément aurait pu mettre en évidence leurs variations éventuelles.

De façon générale, l'étude devrait être élargie dans le temps (couverture des 2 saisons) et dans l'espace (autres zones de pêche, rivières affluentes,...) mais aussi en termes de nombre de spécimens examinés.

Reproduction

L'étude de la reproduction de *Marcusenius macrolepidotus angolensis* s'est limitée essentiellement à la détermination du sex-ratio et à l'observation macroscopique des gonades. Le sex-ratio est en faveur des femelles mais sa détermination précise nécessite un effort d'échantillonnage plus important. Il faut aussi envisager le sex-ratio dans le temps. Ainsi, à une autre période, pour le même site, les mâles pourraient prendre le dessus. En effet, les individus de *M. macrolepidotus* réalisent des migrations en groupes unisexués (Bowmaker, 1968) et le même type de comportements reproducteurs pourrait exister chez la sous-espèce *M. macrolepidotus angolensis*. Il faut aussi tenir compte du fait que mâles et femelles ne partagent peut être pas exactement le même habitat. Ainsi, il faudrait investiguer d'autres zones.

L'observation des gonades n'a concerné qu'un nombre restreint de spécimens. Ces individus sont en cours de développement sexuel et nous n'avons pu déterminer la période de reproduction.

Il semble nécessaire de suivre l'état des gonades sur l'ensemble des saisons et sur un nombre conséquent d'individus. Un complément d'information pourrait être obtenu par un examen microscopique bien que l'approche macroscopique ne soit pas véritablement plus imprécise (Noiset, 1994). Notons aussi que la reproduction a probablement lieu en dehors de nos sites d'échantillonnage pour les raisons de migration évoquées plus haut.

Des données plus précises et plus nombreuses permettraient le calcul de la fécondité ou encore de la taille de première maturité.

Le dimorphisme sexuel signalé dans la littérature a été observé nettement chez *M. macrolepidotus angolensis* mais aussi chez *M. moorii* et *M. schilthuisiae* notamment. Il permet une identification rapide et fiable du sexe. Néanmoins, la littérature ne précise pas la taille moyenne à laquelle le dimorphisme devient visible. La prudence reste donc de mise puisque des mâles immatures pourraient être confondus avec des femelles.

Conclusions et perspectives

De février à fin mai 2005, 5650 poissons ont été pêchés au Pool Malebo (Kinshasa, R.D.C.) par la pêche aux filets maillants et la pêche au « sambwisa ». Huit pour cent (8 %) de ces poissons appartiennent à la famille des Mormyridae mais malgré cette faible abondance, cette famille se distingue par sa grande richesse spécifique puisqu'elle rassemble près d'un quart des espèces présentes.

Au sein des Mormyridae, le genre *Marcusenius*, un des plus fréquents, a été étudié plus particulièrement.

Diverses techniques et achats ont permis la récolte de 341 spécimens répartis en 7 espèces.

Les 7 espèces rencontrées sont *Marcusenius fuscus*, *M. greshoffi*, *M. macrolepidotus angolensis*, *M. monteiri*, *M. moorii*, *M. schilthuisiae* et *M. stanleyanus*.

Les 3 espèces les plus représentées sont *M. stanleyanus* (28 % du nombre total de spécimens), *M. moorii* (21 %) et *M. macrolepidotus angolensis* (17 %).

Le travail réalisé a mis en évidence la difficulté d'identifier avec précision les Mormyridae (et les espèces du genre *Marcusenius* notamment) tant les espèces peuvent être morphologiquement proches. Par ailleurs, plusieurs des espèces rencontrées (notamment *M. stanleyanus*) ne correspondent pas parfaitement à la description qui en est faite dans la littérature. Une plus grande variabilité des caractères métriques et méristiques devrait être envisagée comme l'ont déjà souligné divers auteurs. Une révision complète et précise de plusieurs espèces du Pool Malebo s'avère nécessaire. En plus des données morphométriques, une approche par l'étude des signaux électriques et par la systématique moléculaire s'avère très importante.

Les 3 stations de pêche ont été caractérisées sur le plan biotique et abiotique et présentent des caractéristiques proches notamment en ce qui concerne la végétation ou le substrat. Un relevé plus exhaustif des paramètres physico-chimiques devrait être effectué. L'ACP concernant les paramètres envisagés ne nous a pas permis de faire ressortir un facteur auquel on pourrait attacher une explication quant à son influence sur la communauté ichthyologique.

Les espèces inventoriées ont présenté des variations d'abondance temporelles et surtout spatiales. Ceci peut suggérer des différences subtiles entre nos 3 stations d'échantillonnage mais aussi des différences de niches écologiques de ces espèces.

Les « successions temporelles » potentielles pourraient être une tactique de partage du milieu sans exclusion pour ces espèces si proches morphologiquement.

Marcusenius macrolepidotus angolensis est une espèce aisément reconnaissable. Cette espèce, assez commune, a été étudiée au niveau de son régime alimentaire et de sa reproduction essentiellement.

La relation « longueur de l'intestin / longueur standard » obtenue permet de classer cette espèce parmi les invertivores.

L'analyse de 24 contenus stomacaux d'individus des 2 sexes et de différentes classes d'âge a permis d'identifier 81 catégories de proies appartenant aux 8 grands groupes suivants :

Crustacés, Nématelminthes, Annélides, Arachnides, Insectes, Périphyton, Macrophytes et Divers (champignons, kystes, ...). Le régime alimentaire général de *M. macrolepidotus angolensis* (exprimé par le pourcentage d'occurrence corrigé) est constitué essentiellement

des Macrophytes et du Périphyton (environ 22 % chacun) suivis des Insectes et Divers (environ 19 % chacun). Ces résultats appuyés par ceux de la méthode des points (qui tient compte de la taille des proies), nous démontrent que cette espèce n'est pas exclusivement

invertivore. La part « végétale » du régime alimentaire de *M. macrolepidotus angolensis* ne peut être ignorée ou minimisée. A l'avenir, un recours aux indices pondéraux ou volumétriques permettrait d'affiner l'image que l'on a du régime de cette espèce.

Il est aussi intéressant d'approfondir cette étude en envisageant les préférences alimentaires de *M. macrolepidotus angolensis*. Un prélèvement des invertébrés et des algues en parallèle de l'échantillonnage des poissons et le calcul de l'indice d'électivité permettraient de définir s'il existe une sélectivité envers les proies ingérées ou non. La difficulté reste le manque de littérature précise afin d'identifier plus précisément les proies potentielles.

Les variations intraspécifiques du régime alimentaire de *M. macrolepidotus angolensis* ont été abordées. La comparaison des proportions des différentes catégories de proies en fonction du sexe n'a pas permis de mettre en évidence des différences significatives.

Des différences significatives ont été notées pour ces mêmes proportions en fonction des classes de taille. Avant de conclure à une évolution du régime en fonction de la taille (et donc de l'âge du poisson), il faudrait procéder à un échantillonnage plus exhaustif. Il est également nécessaire d'échantillonner les proies potentielles afin de voir si les différences observées ne découlent pas simplement de variations de la disponibilité de celles-ci.

Un échantillonnage plus conséquent et l'analyse d'un plus grand nombre de contenus stomacaux permettraient d'envisager les variations spatiales et temporelles du régime alimentaire.

L'étude de la reproduction de *M. macrolepidotus angolensis* s'est limitée à quelques considérations. Un sex-ratio grossier a été établi, il est de 0,4 mâle par femelle. L'observation macroscopique des gonades a montré que les poissons examinés étaient, pour la plupart, en cours de développement sexuel. Notre échantillonnage n'a probablement pas coïncidé avec la période de reproduction mais il faut envisager que celle-ci ait lieu dans d'autres zones voir dans les rivières affluentes. Il faudrait procéder à un suivi qui couvre les 2 saisons mais qui investigate aussi les rivières Ndjili et Nsele par exemple. La connaissance des périodes et surtout des lieux de reproduction est essentielle pour une éventuelle gestion.

Le dimorphisme sexuel signalé dans la littérature a été observé chez *M. macrolepidotus angolensis* et confirmé par un examen macroscopique des gonades. Il permet une identification rapide du sexe. Il serait bon d'approfondir l'étude pour établir la taille approximative à laquelle celui-ci devient visible afin de ne pas classer en tant que femelles de jeunes mâles immatures.

Cette étude n'est qu'un avant-goût de l'écologie et la biologie de *M. macrolepidotus angolensis*. Il importe de l'affiner sur un échantillonnage plus représentatif et plus étalé dans le temps, d'utiliser d'autres méthodes pour compléter l'information et aborder d'autres aspects comme l'éthologie. La même philosophie devrait être appliquée aux autres espèces du genre. Il serait intéressant d'aborder leurs régimes alimentaires et d'étudier les éventuelles variations interspécifiques. L'utilisation des indices de chevauchement alimentaire apporterait une information sur le partage des ressources chez ces espèces. Une fois ces données rassemblées, on pourrait tenter de comprendre comment se séparent les niches écologiques de ces espèces si proches. Mais aussi, envisager la place de ces poissons dans la communauté ichthyologique, voir dans l'écosystème entier, du Pool Malebo.

La famille des Mormyridae, remarquable et remarquée pour sa richesse spécifique, la diversité de ses formes et ses « prouesses » électriques, n'a pas encore dévoilé tous ses mystères voir toutes ses espèces. Puissions nous lui en laisser le temps ou prendre nous même ce temps pour l'étudier et la protéger si nécessaire.

Ce travail nous montre à quel point la richesse de la faune et de la flore du fleuve Congo est à la fois importante et méconnue. Les travaux existant sont anciens pour la plupart et la situation politique de la R.D.C. n'a fait que freiner la poursuite des investigations.

Pourtant, l'enjeu est de taille : l'exploitation du fleuve est au cœur de la société congolaise.

Le fleuve Congo est utilisé pour fournir de l'électricité et pour transporter les marchandises et les personnes. Le sable de son lit est employé dans la construction, les poissons nourrissent le peuple et alimentent le marché de l'aquariophilie, quelques activités « nautiques » se développent,...

Il est urgent d'approfondir nos connaissances sur la biodiversité du fleuve Congo et sur l'écologie des espèces présentes si l'on veut sauvegarder cet incroyable géant...

Références bibliographiques

- Bell-Cross, G. *The fishes of Rhodesia*, 262 p. (National Museums & Monuments of Rhodesia, Harare, Zimbabwe, 1976).
- Bigorne, R. Mormyridae. in *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres d'Afrique de l'Ouest*, Vol. 1 (ed. Lévêque, C., Paugy, D. & Teugels, G.G.) 122-184 (Musée Royal de l'Afrique Centrale and Editions de l'ORSTOM, Tervuren, Belgium and Paris, France, 1990).
- Blake, B.F. The effect of the impoundment of Lake Kainji, Nigeria, on the indigenous species of Mormyrid fishes. *Freshwater Biology* **7**, 37-42 (1977).
- Blanc, J.-L. *Les grands fleuves du monde. Aux sources de la vie*, 191 p. (La société de géographie, Paris, 2003).
- Boden, G., Teugels, G.G. & Hopkins, C.D. A systematic revision of the large-scaled *Marcusenius* with description of a new species from Cameroon (Teleostei; Osteoglossomorpha; Mormyridae). *Journal of Natural History* **31**, 1645-1682 (1997).
- Boulenger, G.A. Les poissons du bassin du Congo. *Publication de l'Etat Indépendant du Congo*, 1-529 (1901).
- Boulenger, G.A. *Catalogue of the fresh-water fishes of Africa in the British Museum (Natural History)*, 373 p. (British Museum, Natural History, 1909).
- Bourrelly, P. *Les algues d'eau douce. Algues jaunes et brunes (Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées)*. 511 (Editions N. Boubée & Cie, Paris VI, 1968).
- Bourrelly, P. *Les algues d'eau douce. Algues vertes*, 572 p. (Editions N. Boubée & Cie Paris VI, 1972).
- Bowmaker, A.P. Preliminary observations on some aspects of the biology of the Sinamwenda estuary, Lake Kariba. *Proceedings & Transactions of the Rhodesia Scientific Association* **52(2)** (1968).
- Burgis, J.-M., Symoens, J.-J. *Zones humides et lacs peu profonds d'Afrique*, 650 p. (Paris, 1987).
- Chabanaud, P. Poissons. Mission Jean Thomas en Afrique équatoriale française (septembre 1929 à mai 1930). *Faune des Colonies Françaises* **5(4)**, 195-231 (1934).
- Crawford, J.D., Hagedorn, M. & Hopkins, C. D. Acoustic communication in an electric fish *Pollymirus isidori* (Mormyridae). *Journal of Comparative Physiology A*. **159(3)**, 297-310 (1986).
- Daget, J. La collection des poissons d'eau douce de l'I.F.A.N. *Cat. I.F.A.N. 1-59* **III**, 1-59 (1948).

- Daget, J., Gosse, J.-P. & Thys van den Audenaerde, D.F.E. *Check-List of the Freshwater Fishes of Africa (CLOFFA I)*, 410 p. (ORSTOM / MRAC, Paris, France & Tervuren, Belgium, 1984).
- Durand, J.-R., Lévêque, C. *Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne. Tome 2.*, 446 p. (éditeurs scientifiques hydrobiologistes ORSTOM, Paris, 1981).
- Durand, J.-R., Lévêque, C. *Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne. Tome 1.*, 390 p. (éditeurs scientifiques hydrobiologistes ORSTOM, Paris, 1981).
- Harder, W. Mormyridae and other Osteoglossomorpha. in *World Biodiversity Database CD Rom Series* (Springer-Verlag, New York, 2000).
- Hay, C.J., Van Zyl, B.J. & Steyn G.J. . A quantitative assessment of the biotic integrity of the Okavango river, Namibia based on fish. *Water SA*, **22**, 263-284 (1996).
- Holden, M.J., Raitt, D.F.S. *Manuel de Science Halieutique. Deuxième partie - Méthodes de recherches sur les ressources et leur application*, 255 p. (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 1974).
- Hopkins, C.D. Behavior of Mormyridae. in *Electroreception* (ed. Heiligenberg, W.F., Bullock, T.H.) 527-576 (John Wiley & Sons, New York, 1986).
- Hugueny, B., Camara, S., Samoura, B. & Magassouba, M. Applying an index of biotic integrity based on fish assemblages in a West African river. *Hydrobiologia* **331**, 71-78 (1996).
- Jegu, M.L., C. Le genre *Marcusenius* (Pisces, Mormyridae) en Afrique de l'Ouest. *Rev. Hydrobiol. trop.* **17**, 335-358 (1984).
- Kayembe Kimwakie, S.M. *Etude sur l'inventaire et l'abondance des Mormyres au Pool Malebo (Stanley Pool) à Kinkole*, 51 p. (Mémoire de licence. Université de Kinshasa, Kinshasa, 2002).
- Kirschbaum, F. Reproduction of weakly electric teleosts : just another example of convergent development? *Env. Biol. Fish.* **10**, 3-14 (1984).
- Kouamélan, E.P. *L'effet du lac de barrage Ayamé (Côte d'Ivoire) sur la distribution et l'écologie alimentaire des poissons Mormyridae (Teleostei, Ostéoglossiformes)*. 221 p. (Thèse. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, 1999).
- Lauzanne, L. La sélection des proies chez trois poissons malacophages du lac Tchad. *Cah. ORSTOM, ser. Hydrobiol.* (**9**)**1**, 3-7 (1975).
- Lavoué, S. *Phylogénie moléculaire des poissons électriques de la super famille des Mormyroidea (Osteoglossomorpha ; Teleostei)*, 207 p. (Thèse. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 2001).

- Legendre, L., Legendre, P. *Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. Tome 1*, 197 p. (Presses de l'Université du Québec, Montréal, 1979).
- Lévêque, C., Paugy, D. *Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, écologie et utilisation par l'homme*, 521 p. (Editions de l'IRD, Paris, 1999).
- Lund, H.C., Lund, J. W. G. *Freshwater algae. Their microscopic world explored*, 360 p. (Biopress Ltd, Bristol, 1995).
- Matthes, H. *Les poissons du lac Tumba et de la région d'Ikela. Etude systématique et écologique*, 204 p. (Ann. Mus. R. Afr. Centr. - Zool., 1964).
- Nelson, J.S. *Fishes of the world*, 600 p. (John Wiley & Sons Inc., New York, 1994).
- Noiset, J.-L. *Dynamique de populations et exploitation de trois Cichlidae (Teleostei) de la zone inondable de la rivière San Pedro (Tabasco, Mexique)*, 409 p. (Thèse. FUNDP, Namur, 1994).
- Ouattara, M. *Stratégies de reproduction et réactions aux pressions de l'environnement chez le poisson africain. Mormyrops anguilloides et Marcusenius ussheri (Mormyridae), Schilbe mandibularis et S. intermedius (Schilbeidae). (Bassins Bia et Agnébi, Côte d'Ivoire)*. 266 p. (Thèse. Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, 2000).
- Poll, M. Contribution à la faune ichthyologique du Katanga. *Ann. Mus. Congo Belge* **3(3)**, 101-152 (1933).
- Poll, M. Révision de la faune ichthyologique du lac Tanganyika. *Ann. Mus. Royal du Congo Belge - Zool. Série I*, 141-364 (1946).
- Poll, M. Les genres des poissons d'eau douce de l'Afrique. *Ann. Mus. Royal du Congo Belge - Zool.* **54**, 1-191 (1957).
- Poll, M. *Contribution à la faune ichthyologique de l'Angola*, 381 p. (Diamang Publ. Cult., 1967).
- Poll, M., Gosse, J.-P. *Genera des poissons d'eau douce de l'Afrique*, 324 p. (Académie Royale de Belgique, Classe des Sciences, Brussels, Belgium, 1995).
- Pwema Kiamfu, V. *Etude écologique comparée de trois espèces de Labeo (Cyprinidae) du Pool Malebo, fleuve Congo*, 43 p. (Mémoire de Dipôme d'Etude Complémentaire en éco-technologie des eaux continentales. FUNDP, Namur, 2004).
- Rosecchi, E. Régime alimentaire du Pageot, *Pallus erythrinus* Linné, 1758 (Pisces, Sparidae) dans le golfe du Lion. *Cybium* (**7**), 17-29 (1983).
- Rosecchi, E., Nouaze, Y. Comparaison de cinq indices utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* (**49**), 111-123 (1987).
- Scherrer, B. *Biostatistique*, 850 p. (Gäetan Morin éditeur, Boucherville, 1984).

Skelton-Bourgeois, M. Reptiles et batraciens du Stanley-Pool. *Ann. Mus. R. Afr. Cent. - Zool.* **103(8)**, 171 - 183 (1961).

Sullivan, J.P., Hopkins, C.D. Quand les poissons apportent leur pierre...et leurs signaux électriques. *Canopée Bulletin sur l'Environnement en Afrique Centrale* **19**, 17-20 (2001).

Sullivan, J.P., Lavoué, S. & Hopkins, C. D. Discovery and phylogenetic analysis of a riverine species flock of African electric fishes (Mormyridae, Teleostei). *Evolution* **56**, 597-616 (2002).

Sullivan, J.P., Lavoué, S. & Friel, J.P. A la découverte des poissons du parc national d'Odzala. *Canopée Bulletin sur l'Environnement en Afrique Centrale*, 17-21 (2004).

Taverne, L. Ostéologie des genres *Marcusenius* Gill, *Hippopotamyrus* Pappenheim, *Cyphomyrus* Myers, *Pollimyrus* Taverne et *Brienomyrus* Taverne (Pisces, Mormyriiformes). *Ann. Mus. R. Afr. Centr. - Zool.* **188**, 1-143 (1971).

Teugels, G.G., Guégan, J. F. Diversité biologique des poissons d'eau douce de la Basse-Guinée et de l'Afrique Centrale. in *Diversité biologique des poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique. Synthèses géographiques*, Vol. 275 (ed. Teugels, G.G., et al.) 67-85 (Ann. Mus. R. Afr. Centr. -Zool., 1994).

Teugels, G.G., Boden, G. & Hopkins, C. D. . Morphological and electrophysiological evidence for synonymy of two *Marcusenius* species (Osteoglossomorpha, Mormyridae) from West Central Africa. *Cybium* **25**, 239-249 (2001).

Worthington, E.B. Lake Tanganyika. *Pro. Zoo. Soc. Lond.* **36 II**, 1061-1112 (1936).

SECRET

B 5.
Tél. 081 / 72 44 18 - Fax 081 / 72 44 20

24 AOÛT 2005