

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Observations préliminaires sur la répartition et les fluctuations de l'ichtyomasse exploitable dans les différentes zones écologiques du lac Ihema (bassin moyen de l'Akagera, Rwanda)

M. Mughanda* et J.-C. Micha**

Résumé

Depuis 1981, des pêches commerciales basées sur les genres *Tilapia* et *Clarias* sont effectuées au lac Ihema. Au cours des trois premières années d'exploitation, la production moyenne s'est élevée à 175 tonnes de poissons par an. Parallèlement, des pêches expérimentales réalisées au moyen de filets de divers maillages ont commencé en 1982 et une dizaine de taxons y sont capturés dans des proportions diverses.

Les données numériques et pondérales des captures expérimentales de 1982 et 1983 ont été analysées. Il ressort des résultats obtenus que, outre les deux genres déjà exploités au moyen de filets dormants à mailles de 50 mm entrenoeds, trois autres taxons représentent un potentiel exploitable. Ce sont les petits *Cichlidae* du groupe *Haplochromis*, deux *Mormyridae* et les *Synodontis* spp.

Quant à la répartition de la biomasse exploitable, les zones côtières fournissent les captures les plus élevées et le secteur nord du lac où se situe l'entrée des eaux de la rivière Akagera, est la plus riche. Les différents taxons se répartissent en zones préférentielles selon leur régime alimentaire et la disponibilité des lieux de ponte. Le poids capturé, reflétant la biomasse exploitable des différents taxons, accuse des variations mensuelles et annuelles certainement dues à des fluctuations naturelles de stock en relation avec les fluctuations des conditions du milieu, mais aussi à la pression croissante de la pêche. Mais pour les *Tilapia*, les problèmes de compétition et d'hybridation introgressive consécutive à des introductions dans ce lac pourraient jouer aussi un rôle dans la diminution brutale des captures de ce genre.

Summary

Since 1981, commercial fishing is accomplished in lake Ihema with gillnets of 50 mm meshes and a mean of 175 tons of fish was caught per year during the first three years. Simultaneously, experimental fishing was introduced since 1982, for which ten gillnets of different meshes are used. Fishes of the two genera *Tilapia* and *Clarias* are captured in commercial fishing, but in experimental one, about ten taxons of fish are caught.

For this paper, we examined statistics obtained from experimental catches during 1982 and 1983. Apart from *Tilapia* and *Clarias*, small *Cichlidae* of *Haplochromis* group, two species of *Mormyridae* and *Synodontis* spp represent a potential which may be exploited with other kinds of gear.

Concerning productiveness of fishing areas in lake Ihema, littoral zones (= inshore) are more rich than pelagic (= off-shore) ones and the northern sector in which Akagera river enters the lake is the most productive. Species of fish are differently represented in ecological zones, following the kind of their food (planctonophagous, detritivorous or carnivorous) and the places they can reproduce. Catches fluctuate monthly and annually probably because of natural changes in fish stock according to fluctuations of climatic conditions, but also because of increasing intensity of commercial fishing. For *Tilapia*, reduction in the quantity captured may also be due to introgressive hybridization and competition between *T. macrochir*, *T. nilotica* and their hybrids.

1. Introduction

En 1968, le comité paritaire belgo-rwandais recommandait qu'une étude hydrobiologique des lacs du Parc National rwandais de l'Akagera soit entreprise

en vue d'évaluer les potentialités piscicoles de ces lacs. Cette étude fut confiée par l'Agence Générale de la Coopération au Développement (A.G.C.D.) à R. Kiss (10, 11) affecté à l'Institut National de la Recherche Scientifique (I.N.R.S.) du Rwanda.

* Unité d'Ecologie et de Biogéographie (ECOL), Université Catholique de Louvain, Place Croix du Sud, 5, B-1348 Louvain-La-Neuve, Belgique.

** Unité d'Ecologie des Eaux Douces (UNECED), Facultés N.-D. de la Paix, rue de Bruxelles, 61, B-5000 Namur, Belgique

A la suite d'une requête de l'Office Rwandais du Tourisme et des Parcs Nationaux (O.R.T.P.N.) adressée au gouvernement belge, l'A.G.C.D. confia à J.-C. Micha en 1975 la mission d'identifier les possibilités d'exploitation piscicole des eaux rwandaises et de déterminer les sites favorables pour l'implantation de pêcheries éventuelles. La réalisation d'une pêche en vue du ravitaillement en poisson des marchés locaux fut décidée. En mai 1980, l'A.G.C.D. envoie sur place un expert de terrain, V. Frank, chargé de mettre en place cette pêche. En décembre 1981, la production de la pêche Ihema atteint déjà 168 tonnes de poissons.

Parallèlement, des pêches expérimentales débutent en 1982; elles sont destinées à fournir des données permettant la maîtrise des paramètres d'une gestion rationnelle du stock piscicole. L'A.G.C.D. confie cet encadrement scientifique au Centre de Coopération au Développement de l'Université de Liège (CECO-DEL) qui sous-traite l'étude statistique des données, l'étude de la dynamique des populations piscicoles et les techniques d'estimation de la production à l'Unité d'Ecologie des Eaux Douces (UNECED) des Facultés Notre Dame de la Paix à Namur.

Les premiers résultats statistiques (12) ont montré que les captures commerciales totales augmentent peu (171 tonnes en 1982, 186 tonnes en 1983) et que les rapports captures par unité d'effort de pêche ont tendance à diminuer (27,2 kg/jour/unité de pêche en 1982, 20,2 kg/jour/unité en 1983). D'où l'impérieuse nécessité de connaître la biologie des espèces exploitables, de déterminer les engins de pêche les plus appropriés à l'exploitation commerciale et de suivre l'évolution du stock des poissons. Cette connaissance permettra d'appréhender au mieux l'impact des activités de la pêche sur la biocénose piscicole du lac et d'orienter l'éventuel développement futur de la pêche (6, 7).

A partir des données des captures expérimentales effectuées au lac Ihema en 1982-1983, on tente d'estimer l'importance relative des différents taxons de poissons exploitables de ce lac, de déceler l'ordre d'importance des facteurs déterminant les variations des captures et d'évaluer la richesse en poissons capturables des différentes zones de pêche.

2. Le milieu

Les études hydrobiologiques effectuées dans les lacs de la zone marécageuse du parc de l'Akagera à l'est du Rwanda (1, 10), ont montré que le lac Ihema était le plus grand et le plus important de ce secteur. Situé entre 1°40' et 1°58' de latitude Sud et entre 30°42' et 30°52' de longitude Est, à 1291 mètres d'altitude, ce lac présente une superficie d'environ 90 km² (variable selon l'importance des inondations

saisonniers) et une profondeur moyenne de 4 à 5 mètres. Le niveau d'eau du lac varie selon celui de l'Akagera qui l'alimente presque exclusivement. Les précipitations locales sont faibles (isohyète 700-800 mm/an), les températures élevées (moyenne annuelle 22°C). Les vents sont fréquents et réguliers, atteignant 3 à 6 km/heure.

Du point de vue physico-chimie, l'oxygène dissous dans l'eau subit de fortes variations et, en saison de pluies, on observe toujours une sursaturation (jusqu'à 130%) dans la couche superficielle. Mais au delà de 5 m de profondeur, on note constamment un déficit en oxygène. La concentration de gaz carbonique augmente avec la profondeur: de 0 à 9 mg/l en surface à 30 mg/l à 6 m.

L'eau du lac Ihema, pauvre en électrolytes, présente une conductivité faible de 85 µmhos/cm en moyenne. Ceci résulte de la nature du bassin versant où dominant le quartz et les schistes. La somme des cations est pratiquement égale à celle des anions, mais on remarque une prédominance des hydrocarbonates (30 à 85 mg/l) et, par contre, une carence en azote et même une absence totale de sulfates.

La teneur en matière organique est relativement faible; elle varie entre 0,7 et 5 mg/l. La transparence de l'eau est faible, de 0,5 à 1 mètre au disque de Secchi, et ceci est dû à la richesse de l'eau en phytoplancton.

En conclusion, le lac Ihema a été classé (10) dans la catégorie des lacs tropicaux à faible profondeur, holomictiques, monomictiques chauds, présentant une eau pentaionique ou eau asulfatée.

3. Matériel et méthodes

3.1. Récolte des données sur le terrain

Les pêches expérimentales doivent pouvoir constituer un échantillonnage le plus représentatif possible de la population piscicole du lac (7, 9). D'abord, il apparaît nettement que la superficie du lac peut être subdivisée en deux secteurs: un secteur nord où se situe l'entrée des eaux de l'Akagera et bordé par des marais de papyrus, et un secteur sud dont le littoral est essentiellement constitué de bancs de sable (fig. 1). D'autre part, on a distingué deux zones écologiques différentes, côtière et pélagique. D'où quatre zones de pêche ont été délimitées et chacune représentée par une station: stations côtière nord, côtière sud, pélagique nord et pélagique sud (fig. 1).

On a ainsi pêché durant deux nuits successives dans chacune des stations, soit huit jours de pêche par mois, avec un effort de pêche unitaire d'environ 12 heures d'immersion nocturne.

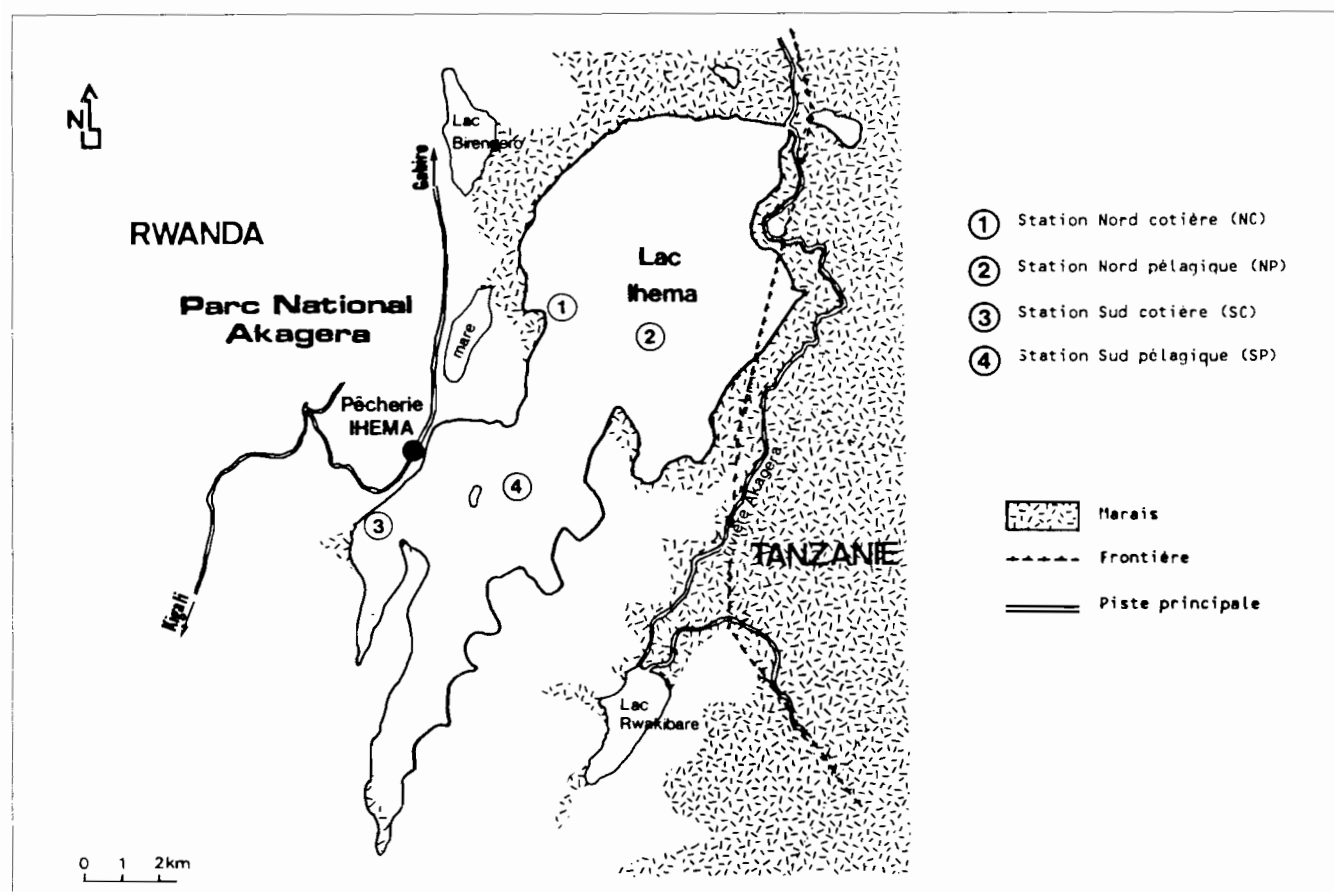


Figure 1 — Carte du lac Iema et répartition de zones de pêches expérimentales.

Pour ce faire, dix filets dormants expérimentaux dont les dimensions des mailles vont de 20 à 75 mm ont été utilisés. Leur longueur est la même (50 m), leurs hauteurs et surfaces individuelles sont différentes (tabl. 1).

TABLEAU 1

Caractéristiques des filets expérimentaux utilisés au Lac Ihema depuis 1982.

Sigle	Mailles (mm)	Longueur (m)	Hauteur (m)	Surface (m ²)
F1	20	50	0,76	38
F2	25	50	0,95	47,5
F3	31,5	50	1,20	60
F4	38	50	1,45	72,5
F5	45	50	1,71	85,5
F6	50	50	1,91	95,5
F7	57,5	50	2,09	104,5
F8	63,5	50	2,42	121
F9	70	50	2,67	133,5
F10	75	50	2,86	143

Nous nous sommes intéressés uniquement aux pêches effectuées au moyen des filets de fond. En effet, une étude antérieure (17) a montré que les

captures par les filets de surface, et particulièrement en 1983, sont pondéralement inférieures à celles des filets de fond.

3.2. Traitement des données

Afin d'éliminer la forte variabilité qui serait due aux dimensions par trop différentes des filets, les données originales ont été ramenées à une surface de filet standard de 100 m², la surface moyenne de ces filets étant de 93,9 m². Chaque filet sera ainsi caractérisé uniquement par la dimension de ses mailles.

Nous avons, par la suite, effectué des analyses de la variance (ANOVA), modèle croisé et fixe à quatre critères de classification (3, 19). L'objectif est de situer l'importance de chacun des critères retenus, à savoir l'année, le mois, le filet et la station de pêche.

Une des conditions primordiales de l'application de l'ANOVA (la distribution normale des données) n'est pas satisfaite. Les distributions observées sont discontinues, strictement positives et les fréquences nulles sont nombreuses. La transformation $\log(x + 1)$ que nous avons systématiquement utilisée dans le cadre de ce travail n'a pas amélioré ces distributions.

Aussi, si nous avons malgré cela effectué des analyses de la variance, c'est plus dans le but d'examiner les carrés moyens (et les valeurs F de Fischer-Snedecor leur associées) et ainsi de nous faire une idée sur l'importance d'un effet donné par rapport à un autre que pour éprouver strictement une hypothèse et associer nos conclusions à un risque d'erreur définitivement fixé.

Les comparaisons individuelles des captures moyennes par critère de classification ont été réalisées au moyen du test de Scheffé (19). Cette méthode permet de comparer deux à deux les moyennes calculées pour chacun des critères de classification à partir des données analysées par l'ANOVA.

Les calculs ont été effectués au moyen des ordinateurs du Centre de Calcul de l'U.C.L. à Louvain-la-Neuve.

Enfin, il convient de retenir que pour traiter les données et en analyser les résultats, nous faisons l'hypothèse que les captures expérimentales reflètent bien l'ichtyomasse exploitable présente dans les différentes zones écologiques du lac. En effet, les mêmes filets (dix) ont été posés le même nombre de fois (huit jours/mois) dans toutes les stations retenues et ce, par les mêmes pêcheurs.

4. Résultats

La population piscicole du lac Ihema comporte 31 espèces regroupées en 18 genres et 9 familles pour diagnoses. Les *Cichlidae* comptent 3 genres : les *Tilapia* avec 4 espèces et un hybride (*T. macrochir* BLGR 1912 x *T. nilotica* L. 1758), les *Haplochromis* parmi lesquels on note la présence de 4 sous-genres : *Haplochromis* GREENWOOD, 1982, *Haplochromis* GREENWOOD, 1982, *Gaurochromis* GREENWOOD, 1982 et *Paralabidochromis* GREENWOOD, 1982. Ces quatre sous-genres, de même que l'espèce *Astatoreochromis aluauudi* PELLEGRI, 1903 ont été considérés comme "groupe" *Haplochromis* spp lors de la récolte des données. Aucune distinction n'a été faite non plus pour les différentes espèces de *Tilapia*.

Quant aux autres familles, les *Mormyridae* comptent 6 genres monospécifiques, les *Cyprinidae* comprennent 6 espèces réparties en 3 genres dont deux monospécifiques. Les *Characidae*, les *Clariidae* et les *Mochocidae* comptent chacun un genre et deux espèces, tandis que les *Schilbeidae*, *Cyprinodontidae* et *Mastacembelidae* sont représentés chacun par une seule espèce. Pour plus de détails, on peut consulter Frank et al. (5).

La pêche commerciale (ou artisanale) effectuée uniquement au moyen de filets dormants à mailles de 50 mm est surtout basée sur les captures des *Tilapia* (101 tonnes en 1982 et 103 en 1983) et de *Clarias gariepinus* Burchell 1922 (61 tonnes en 1982 et 64 en 1983) (17). En dehors de *Schilbe mystus* L. 1762 (2 tonnes en 1982 et 1 en 1983, *ibid.*), quelques autres taxons sont capturés en proportions insignifiantes. En pêches expérimentales, par contre, dix taxons sont habituellement capturés.

4.1. Proportions relatives des différents taxons

Les proportions en nombre de poissons, en poids et en pourcentages des différents taxons, telles qu'elles apparaissent dans les captures expérimentales de 1982-1983, sont reprises au tableau 2. Les pourcentages sont repris sous forme graphique à la fig. 2.

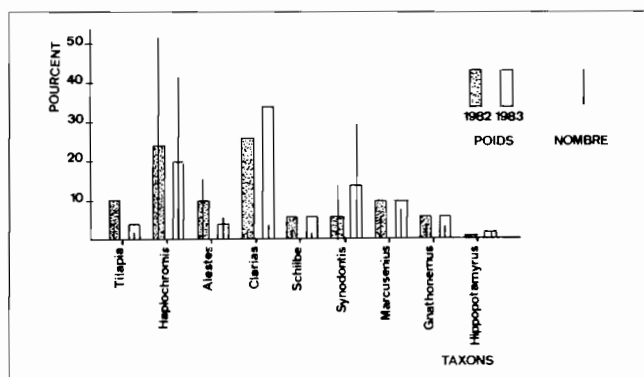


Figure 2 — Proportions relatives (en %) des captures numériques et pondérales des différents taxons représentés dans les pêches expérimentales effectuées au Lac Ihema en 1982-1983 (d'après le tableau 2).

TABLEAU 2

Comparaison des captures expérimentales de 1982 et 1983 : captures numériques (N) et pondérales (P en kg), pourcentages correspondants par taxons et proportions de la diminution globale.

TAXONS	Nombre (N)				Poids (P)			
	1982		1983		1982		1983	
	N	N/Nt %	N	N/Nt %	P	P/Pt %	P	P/Pt %
<i>Tilapia</i> spp	1323	3,8	380	1,5	251	10,6	88	4,6
gr. <i>Haplochromis</i> spp	17926	51,1	10759	42,0	554	23,4	382	19,7
<i>Alestes</i> spp	5626	16,06	1572	6,1	241	10,2	70	3,62
<i>Clarias gariepinus</i>	1008	2,9	1023	4,0	631	26,7	651	33,7
<i>Schilbe mystus</i>	898	2,54	772	2,84	138	5,8	110	5,7
<i>Synodontis</i> spp	4586	13,1	7722	30,2	145	6,1	265	13,7
<i>Marcusenius victoriarie</i>	2350	6,7	1975	7,7	252	10,7	209	10,8
<i>Gnathonemus longibarbis</i>	1088	3,1	920	3,6	139	5,9	122	6,3
<i>Hippopotamyrus grahami</i>	263	0,75	469	1,83	13	0,56	28	1,42
<i>Labeo victorianus</i>	3	0,01	59	0,23	1	0,04	9	0,46
Captures totales Nt et Pt	35071	100,0	25601	100,0	2365	100,0	1934	100,0
Fluctuation corresp.	soit — 27 %				soit — 18 %			

4.1.1. Données numériques

Grâce aux données numériques des poissons capturés (tabl. 2), on peut classer les différents taxons comme suit : groupe *Haplochromis* spp (51 % en 1982 à 42 % en 1983), *Alestes* spp. (16 % à 6 %), *Synodontis* spp (13 % à 30 %), *Marcusenius victoriarum* Taverne 1972 (7 % à 8 %). Tous les autres taxons représentent des proportions inférieures à 5 %. Il est à remarquer que les poissons appartenant aux taxons cités ci-dessus présentent les tailles corporelles les plus petites au lac Ihema. Leurs faibles taille et poids unitaires sont compensés par une importante abondance numérique, à l'inverse des *Clarias* (3 à 4 % du nombre total des poissons capturés) et des *Tilapia* (3,8 à 1,5 %) dont les poids et taille unitaires moyens sont beaucoup plus élevés.

L'objectif premier des études entreprises au lac Ihema étant une gestion de plus en plus rationnelle de la pêche commerciale, les données sur l'abondance des poissons ont relativement moins d'importance que celles sur le poids des poissons capturés. Un classement des taxons sur base de leur poids capturé est donc plus adéquat.

4.1.2. Données pondérales

D'après les données recueillies en 1982 (tabl. 2, fig. 2), on peut déterminer un ordre d'importance des différents taxons en fonction du poids total capturé. Ainsi, *Clarias gariepinus* vient en tête avec 27 % du poids total capturé, suivi du groupe *Haplochromis* avec 23 %. Trois taxons présentent une importance moyenne et identique dans les captures de 1982 : *Marcusenius victoriarum* (10,7 %), les *Tilapia* spp (10,6 %) et les *Alestes* spp (10,2 %). Viennent ensuite les *Synodontis* spp (6,1 %), *Gnathonemus longibarbis* Hilgendorf 1888 (5,9 %) et enfin *Schilbe mystus* (5,8 %). *Hyppopotamyrus grahami* Taverne 1971 et *Labeo victoriarum* BLGR 1901 représentent une proportion négligeable, inférieure à 1 %.

En 1983, on note une certaine modification dans les proportions des poissons capturés; ce qui en modifie le classement. Certains taxons voient la proportion de leur poids s'accroître : les *Clarias* (+ 7 %) et les *Synodontis* (+ 8 %). Par contre, d'autres perdent de l'importance : les *Haplochromis* (— 3 %), les *Alestes* (— 6 %) et les *Tilapia* (— 6 %). D'autres enfin connaissent des variations insignifiantes. Globalement, la diminution des captures pondérales se chiffre à 18 %.

Pour l'ensemble des taxons capturés en pêches expérimentales, ces variations peuvent être expliquées en premier lieu par les fluctuations naturelles des stocks consécutives à des modifications saisonnières et/ou annuelles des facteurs abiotiques du milieu. Elles peuvent également être dues à des facteurs biologiques liés aux populations piscicoles elles-mêmes.

En ce qui concerne les facteurs écologiques, en dehors des variations saisonnières de pluviosité et de niveau d'eau du lac, aucune modification importante susceptible d'influer d'une manière brutale et négative sur le stock piscicole n'a été observée durant les années 1982-83.

Par contre, la pression croissante de la pêche a des effets certains, mais différents selon les espèces. Pour certaines espèces, la pêche a des effets positifs : en permettant une rapide diminution des effectifs des adultes, il en résulte une plus grande disponibilité de nourriture, et les larves et autres juvéniles ont des chances accrues de survie. Ceci semble être le cas pour *Clarias gariepinus*. Cette espèce, de surcroît très féconde (minimum et maximum observés : respectivement 4.576 et 736.570 oeufs pour une femelle) (5), semble bénéficier largement des effets favorables de la pêche au lac Ihema. Pendant les deux années d'échantillonnage, la population de cette espèce semble rester stable tant du point de vue des effectifs (1.008 individus capturés en 1982, 1023 en 1983), de la biomasse (631 et 651 kg pêchés, tabl. 2) que du poids moyen unitaire (626 g en 1982 et 636 g en 1983).

Entre 1982 et 1983, le nombre de *Tilapia* capturés a chuté de manière drastique (— 71 %). Ici, la pêche aurait plutôt un effet négatif : en effet, les *Tilapia* semblent être particulièrement vulnérables aux filets dormants. En plus, comparés aux *Clarias*, les *Tilapia* sont peu féconds (le nombre d'ovules ne dépassent pas 600 pour une femelle), et bien que les frayères soient protégées, il est possible qu'il résulte de la forte vulnérabilité, une rapide diminution du nombre des adultes, spécialement des géniteurs. Ceci entraîne alors une réduction du recrutement.

Un deuxième facteur peut être mis en cause ici. Suite à l'introduction vers les années 1950 (15, 16) d'espèces étrangères au Rwanda, *Tilapia macrochir* et *T. nilotica*, deux espèces naturellement allopatriques, se sont retrouvés dans le même milieu où ils se sont hybridés. Actuellement, ces deux espèces sont les plus importantes dans les captures des *Tilapia* au lac Ihema.

Mais la présence simultanée dans le même milieu des populations d'espèces-parents et des hybrides a comme conséquence l'apparition de compétition interspécifique et aussi de phénomènes génétiques. Ainsi, dans le lac Itasy à Madagascar, après une phase d'expansion explosive (2), la population d'hybrides a régressé au profit d'une espèce-parent *T. nilotica*. Celle-ci comprend, maintenant, deux sous-populations dont l'une à taux de croissance nettement plus faible. Il en résulte une réduction (en termes de biomasse exploitable) du stock pêchable.

Il est à craindre que ce phénomène se produise (ou se soit déjà produit) au lac Ihema et que la pression de la pêche l'accroisse. Toutefois, d'une part rien

n'indique que ce phénomène se déroule exactement comme au lac Itasy, et d'autre part seules des données pluriannuelles nous permettront de confirmer, le cas échéant, l'existence réelle de ce phénomène au lac Ihema.

Enfin, il faut remarquer aussi que les jeunes tilapias constituent des proies pour les *Clarias* (et, dans une moindre mesure pour *Schilbe mystus*). La stabilité de la population des prédateurs, particulièrement des *Clarias*, pourrait également expliquer, dans notre cas, la diminution notée chez les *Tilapia*.

En conclusion, il est possible de subdiviser le stock piscicole du lac Ihema en trois catégories :

1° Les taxons à importance commerciale actuelle : *Tilapia* spp et *Clarias gariepinus* qui représentent en moyenne 98 % du poids total des poissons capturés en pêches commerciales pour 1982-83, avec 61 % pour *Tilapia* et 37 % pour *Clarias* (17).

Toutefois, dans les captures expérimentales, les *Tilapia* ne représentent que 10,6 à 4,6 % du poids capturé et *Clarias gariepinus* 26,7 à 33,7 % selon l'année de capture (tabl. 2). Ceci résulte de la sélectivité du seul type de filet maillant (mailles de 50 mm entrenœuds) utilisé par les pêcheurs artisanaux au lac Ihema.

2° Les taxons à importance commerciale potentielle certaine : le groupe *Haplochromis* spp dont le poids capturé en pêche expérimentale atteint 23,4 % du poids total en 1982 et 19,7 en 1983 (tabl. 2), les Mormyridae *Marcusenius* (10,7 % en 1982 à 10,8 % en 1983) et *Gnathonemus* (5,9 à 6,3 %), et les *Synodontis* spp (6,1 à 13,7 %).

A ce groupe, on peut adjoindre les *Alestes* spp (10,2 à 3,6 %) et *Schilbe mystus* (5,8 à 5,7 %). Il convient de remarquer que les proportions des deux Mormyridae cités plus haut dépassent celles des *Tilapia* (10,6 à 4,6 %) capturés en pêches expérimentales.

3° Les autres taxons constituent la partie non exploitable parce que leur biomasse est relativement insignifiante : *Hippopotamyrus grahami* avec 0,56 % en 1982 et 1,42 % en 1983 et *Labeo victorinus* avec 0,04 % du poids total capturé en 1982 et 0,46 % en 1983.

4.2. Importance des facteurs influant sur les captures

Pour les résultats des analyses de la variance effectuées sur les données pondérales de chacun des taxons, nous avons arbitrairement choisi de retenir les cinq premiers effets classés selon l'ordre d'importance de la valeur F y associée (tabl. 3).

Ici, l'objectif essentiel est de situer l'effet "zone de pêche" par rapport aux autres facteurs et aussi de se faire une idée sur les fluctuations du stock piscicole dans le temps. Pour chaque taxon, les données

des deux années ont été analysées ensemble. Les coefficients de détermination sont élevés; ils varient entre 0,49 et 0,92 selon les taxons, indiquant que le modèle mathématique de l'analyse explique entre 50 et 90 % de la variabilité observée.

TABLEAU 3

Résultats des analyses de la variance des captures pondérales pour chacun des taxons capturés en pêches expérimentales au lac Ihema en 1982-1983 : classement des cinq premiers effets significatifs selon l'importance de la valeur F observée.

Taxons	Source de variabilité	d.d.l.	F observée	C.V. (%)	r ²
<i>Tilapia</i>	1 - Année	1	135,46	162	0,74
	2 - Filet	9	52,61		
	3 - Zone	3	37,43		
	4 - Mois	11	12,33		
	5 - Année-Mois	11	9,51		
<i>Haplochromis</i>	1 - Filet	9	893,44	81	0,92
	2 - Zone	3	73,85		
	3 - Année-Filet	9	36,66		
	4 - Année	1	34,11		
	5 - Filet-Zone	27	29,16		
<i>Alestes</i>	1 - Filet	9	521,51	116	0,92
	2 - Année	1	114,38		
	3 - Année-Filet	9	79,20		
	4 - Zone	3	57,61		
	5 - Filet-Zone	27	45,34		
<i>Clarias</i>	1 - Filet	9	121,96	107	0,72
	2 - Zone	3	24,29		
	3 - Mois	11	15,84		
	4 - Année-Mois	11	4,18		
	5 - Filet-Zone	27	3,60		
<i>Schilbe</i>	1 - Filet	9	98,40	175	0,77
	2 - Zone	3	24,67		
	3 - Année-Zone	3	10,20		
	4 - Mois	11	7,25		
	5 - Filet-Zone	27	6,87		
<i>Synodontis</i>	1 - Filet	9	429,46	141	0,90
	2 - Année	1	75,66		
	3 - Année-Filet	9	52,92		
	4 - Zone	3	50,78		
	5 - Filet-Zone	27	22,08		
<i>Marcusenius</i>	1 - Filet	9	225,83	152	0,88
	2 - Mois	11	42,37		
	3 - Zone	3	32,09		
	4 - Année-Mois	11	22,28		
	5 - Filet-Mois	99	12,99		
<i>Gnathonemus</i> et <i>Hippopotamyrus</i>	1 - Filet	9	83,26	309	0,49
	2 - Mois	11	15,91		
	3 - Année-Mois	11	9,40		
	4 - Filet-Mois	99	4,96		
	5 - Zone-Mois	33	3,37		

(d.d.l. = degrés de liberté; C.V. = coefficient de variation; r² = coefficient de détermination.)

Tout d'abord, les résultats obtenus montrent que, comme on peut s'y attendre, le filet de pêche est le facteur le plus important déterminant les variations des captures. D'où la nécessité de choisir judicieusement l'engin de pêche. Nous ne reviendrons pas sur l'analyse de l'efficacité des filets; cela a fait l'objet de travaux antérieurs (14, 17).

Les espèces de grande taille (*Tilapia* et *Clarias*) sont particulièrement capturées par les filets dont les dimensions des mailles vont de 38 à 50 mm entre noeuds; les petites espèces sont, quant à elles, surtout capturées par les filets à mailles de 20 à 31,5 mm. On a pu montrer aussi que les filets à mailles inférieures à 50 mm capturent en plus, des individus immatures et des jeunes géniteurs des grandes espèces. Leur usage en pêches commerciales pourrait ainsi menacer le recrutement de ces espèces. Par contre, les filets à mailles supérieures à 50 mm capturent, certes des gros poissons, mais trop peu par unité d'effort de pêche (moins d'un poisson par 100 m² de filet).

Donc jusqu'à présent, seul le type de filet à mailles de 50 mm reste le plus adapté pour les pêches commerciales. L'exploitation des petites espèces nécessiterait l'usage d'autres engins de pêche. Le chalut a été utilisé avec succès pour la pêche des poissons du groupe *Haplochromis* et apparemment sans dommages pour les immatures des grandes espèces (8). Pour l'exploitation des Mormyridae, c'est le type de filet à mailles de 31,5 mm qui s'est avéré le plus efficace (13).

4.2.1. Répartition du stock pêchable dans les différentes zones de pêche

D'après les résultats de l'analyse de la variance (tabl. 3), l'effet du facteur station de pêche est de très faible importance pour les espèces de *Mormyridae*, *Gnathonemus longibarbis* et *Hippopotamyrus grahami*. La répartition de ces espèces semble être plus ou moins identique dans les différentes zones de pêche.

Pour les autres taxons, l'effet station de pêche est appréciable, soit qu'il vient immédiatement après le facteur filet (pour *Clarias*, *Haplochromis* et *Schilbe*) ou après le facteur temps exprimé en années (pour *Tilapia*, *Alestes*, et *Synodontis*) ou en mois (*Marcusenius*).

Les coefficients de variabilité observés (tabl. 3) sont fort élevés pour tous les taxons et supérieurs à 100 %, excepté pour les *Haplochromis* (81 %). Ce fait traduit une immense variabilité des données conforme aux distributions de variables discontinues et strictement positives. Du point de vue écologique, les coefficients de variabilité supérieurs à 100 % traduisent une répartition spatiale dite contagieuse (4) ou aggrégative. Ainsi, il est raisonnable d'accepter que les taxons étudiés se répartissent en zones écologiques préférentielles qui seront détectées selon l'importance des prises réalisées dans chaque zone.

A partir des résultats des comparaisons individuelles des captures moyennes par taxon, par station, par secteur et par zone écologique, le tableau suivant a été dressé (tabl. 4).

TABEAU 4

Résultats des comparaisons individuelles (Scheffé) des prises expérimentales moyennes par taxon, par zone de pêche, par secteur et par zone écologique au lac Ihema (d'après données regroupées de 1982-1983).

TAXONS	CLASSIFICATION DES ZONES DE PECHE	COMPARAISON ZONE ECOLOGIQUES ET SECTEURS
<i>Tilapia</i> spp	SC > NC > NP > SP	Côtière > Pélagique Nord ≥ Sud
<i>C. gariepinus</i>	NP > SP ≥ NC > SC	Côtière < Pélagique Nord > Sud
<i>Haplochromis</i> spp	NP ≥ SC > NC > SP	Côtière > Pélagique Nord > Sud
<i>Alestes</i> spp	SC > NC > NP > SP	Côtière > Pélagique Nord ≥ Sud
<i>Schilbe mystus</i>	SP ≥ NP > NC ≥ SC	Côtière < Pélagique Nord ≤ Sud
<i>Synodontis</i> spp	NC ≥ NP > SC ≥ SP	Côtière ≥ Pélagique Nord > Sud
Mormyridae		
— <i>Marcusenius</i>	NC > NP ≥ SP > SC	Côtière ≥ Pélagique Nord > Sud
— <i>Gnathonemus</i> et <i>Hippopotamyrus</i>	NC ≥ NP ≥ SC ≥ SP	Côtière ≥ Pélagique Nord ≥ Sud

>, < : moyenne significativement supérieure ou inférieure à la suivante;

≥, ≤ pas de différence significative entre les deux moyennes, bien qu'une des moyennes soit légèrement supérieure à l'autre;

SC = zone côtière sud, SP = pélagique sud, NC = côtière nord et NP = pélagique nord.

On peut, dès lors, dégager trois profils de répartition spatiale selon l'importance des captures moyennes réalisées dans chaque zone et pour chaque taxon :

1° des espèces à préférences pélagiques : *Clarias gariepinus* et *Schilbe mystus*. On pêche plus de *Clarias* dans le secteur nord du lac, alors que *Schilbe mystus* semble être également réparti dans les deux secteurs du lac.

2° des espèces plutôt littorales : les *Tilapia* spp et les *Alestes* spp. En ce qui concerne leur répartition dans les deux secteurs nord et sud du lac, elle est statistiquement identique.

3° les autres espèces semblent se retrouver aussi bien en zone côtière qu'en zone pélagique. C'est le cas des *Synodontis* spp et des trois *Mormyridae* pris ensemble qui sont pêchés plus au nord qu'au sud, aussi bien en zone pélagique qu'en zone côtière, bien que les captures soient légèrement supérieures en cette dernière zone. C'est aussi le cas du groupe *Haplochromis* dont les représentants sont pêchés plus au nord qu'au sud et légèrement plus en zone côtière. Ce taxon comprend deux genres

dont le vrai genre *Haplochromis* est représenté par 4 sous-genres et peut-être un plus grand nombre d'espèces. Il n'est pas étonnant que chaque espèce présente des préférences écologiques particulières et qu'ainsi, à ce stade de notre travail, il soit difficile de conclure d'une manière définitive. C'est d'ailleurs la même situation pour le genre *Tilapia*.

4.2.2. Fluctuations du stock piscicole dans le temps.

Des comparaisons statistiques individuelles des captures moyennes par année ont été également effectuées pour chaque taxon. L'objectif est de vérifier si les diminutions ou accroissements des captures moyennes annuelles sont statistiquement significatives.

Trois cas ont été répertoriés :

1° Les captures moyennes de 1982 sont supérieures à celles de 1983. Ce cas est observé chez les *Tilapia* spp, les *Haplochromis* spp, les *Alestes* spp et chez *Marcusenius victoriorae*.

2° Les captures moyennes de 1983 sont supérieures à celles de 1982. C'est le cas uniquement pour les *Synodontis* spp. On sait que ce taxon a accusé l'accroissement relatif le plus élevé aussi bien en effectifs (de 13 à 30 %, tabl. 2) qu'en poids capturés (de 6 à 14 %); il n'est pas exploité en pêches commerciales.

3° L'effet du facteur année est non significatif pour *Clarias*, *Schilbe* et pour les trois Mormyridae. Malgré des fluctuations saisonnières des captures (effet du facteur mois important, tabl. 3), il apparaît que les stocks de ces poissons sont relativement stables. En ce qui concerne *Clarias gariepinus*, cette stabilité (déjà signalée plus haut, § 4.1.2.), est intéressante dans la mesure où cette espèce est en même temps exploitée en pêche commerciale.

Cette approche statistique permet de confirmer des conclusions auxquelles nous avons abouties précédemment grâce à des méthodes arithmétiques et graphiques (§ 4.1.).

5. Discussion et conclusion

Les données utilisées pour cette étude n'ont pas été collectées par espèce pour certains genres. C'est le cas pour les *Tilapia* et le groupe des *Haplochromis*. D'autres genres moins importants, tels que les *Synodontis*, *Alestes*, n'ont pas été déterminés au niveau de l'espèce non plus. Dans le cadre de ce premier travail, cela n'a pas semblé être une nécessité d'aller jusqu'aux espèces. D'autre part, la systématique de certains groupes comme les *Haplochromis* est en pleine évolution.

Toutefois, cet aspect du problème est susceptible de générer des erreurs dans l'interprétation des résultats car il n'est pas évident que les espèces

d'un même genre et a fortiori des poissons classés en différents genres présentent la même répartition spatiale ou les mêmes préférences écologiques.

Du point de vue statistique (6, 7, 9), on peut s'interroger sur la représentativité des quatre zones de pêche (fig. 1) de l'ensemble du lac. Le dédoublement du nombre des stations de pêche ou, mieux encore, le choix au hasard des stations pourrait favoriser un échantillonnage encore plus représentatif.

En ce qui concerne les filets expérimentaux, ils sont très variables quant à leurs dimensions. L'idéal serait d'utiliser des filets ayant même hauteur, même longueur, même surface et donc ne différant réellement que par la dimension de leurs mailles.

Il est difficile de réunir toutes ces conditions, car elles dépendent plus de facteurs socio-économiques que de préoccupations strictement scientifiques. L'objectif premier de la pêche à Ihema est le ravitaillement de la population rwandaise en protéines animales bon marché. Le personnel et une grande partie du matériel et du temps sont consacrés à cette activité.

Ainsi la collecte des données n'a-t-elle pas atteint le niveau de précision idéal et le nombre de lieux et de jours de pêche est maintenu au minimum acceptable. En plus, certaines zones éloignées, notamment dans le secteur nord du lac, sont rendues peu sûres par la présence de braconniers et de voleurs de filets.

Malgré ces inconvénients méthodologiques, les pêches expérimentales effectuées au lac Ihema permettent de considérer que, de la trentaine d'espèces de poissons recensés dans ce lac, une dizaine sont susceptibles d'être exploitées commercialement. Quatre espèces de *Tilapia* et *Clarias gariepinus* le sont déjà actuellement et constituent ensemble 98 à 99 % des captures commerciales. Ces cinq espèces sont capturées au moyen de filets dormants à mailles de 50 mm. Ces taxons sont sensibles à la pression croissante de la pêche, mais le mécanisme de ses effets favorables n'est pas le même pour les deux. Pour les *Tilapia*, il apparaît que ces effets se ressentent au niveau du poids moyen des individus, tandis que pour *C. gariepinus*, ils pourraient favoriser une meilleure survie des larves. Etant donné leurs dimensions corporelles plus faibles, les poissons des autres taxons ne sont pratiquement pas capturés par le type de filet à 50 mm de mailles.

Mais les pêches expérimentales effectuées en 1982-83 au moyen de filets dont les dimensions de mailles varient entre 20 et 75 mm ont montré que les deux genres ci-dessus cités ne représentent que 27 à 38 % du potentiel capturable. Il reste donc une proportion non négligeable qui échappe au type d'engin utilisé pour les pêches commerciales actuellement.

D'autres études ont montré qu'il est nécessaire de diversifier les types d'engins de pêche: le chalut pour les *Haplochromis*, le filet à mailles de 31,5 mm pour les *Mormyridae* et éventuellement pour les *Synodontis*.

Le tableau 5 présente la synthèse des résultats obtenus dans cette étude quant à la répartition de l'ichtyomasse exploitable dans le lac Ihema.

TABLEAU 5

Richesse piscicole de chacune des quatre zones du lac Ihema selon les deux zones préférentielles (*) des taxons capturables, d'après les données des pêches expérimentales de 1982 et 1983.
Les pourcentages représentent les proportions des captures réalisées dans chaque zone de pêche par rapport aux prises totales.

PELAGIQUE NORD	COTIERE NORD
* <i>Clarias gariepinus</i> * groupe <i>Haplochromis</i> spp fam. <i>Mormyridae</i> <i>Synodontis</i> spp <i>Schilbe mystus</i> (29%)	* fam. <i>Mormyridae</i> * <i>Synodontis</i> spp <i>Tilapia</i> spp <i>Alestes</i> spp (29%)
* <i>Schilbe mystus</i> <i>Clarias gariepinus</i> (19%)	* <i>Tilapia</i> spp * <i>Alestes</i> spp groupe <i>Haplochromis</i> spp (23%)
PELAGIQUE SUD	COTIERE SUD

Ainsi, le secteur nord du lac apparaît comme le plus "productif" tant par le nombre de taxons qui préfèrent ces zones que par l'importance des captures y réalisées (58 %). Cette richesse tient aux apports de l'Akagera, aussi bien les sels dissous que les matières en suspension, et aux détritus provenant des marais de papyrus entourant ce secteur. Les eaux du secteur sud sont relativement appauvries suite au dépôt des matières en suspension et/ou à la consommation par le plancton et autres poissons.

Toutefois, la zone côtière sud reste assez "productive", d'une part parce que les bancs de sable qui y sont rencontrés constituent des lieux de ponte pour les *Tilapia* (5) et d'autre part, parce qu'elle est enrichie par les déjections des hippopotames, estimés à 400 individus (16). La zone pélagique sud, la plus pauvre, est surtout une zone préférentielle pour *Schilbe mystus* et *Clarias gariepinus*.

La répartition des différentes espèces dans des zones préférentielles semble essentiellement en relation avec le régime alimentaire de ces espèces.

En effet, *Clarias* et *Schilbe*, prédateurs (de Cichlidae, crevettes et larves d'insectes) se retrouvent surtout en zones pélagiques nord et sud. Les *Synodontis* et les *Mormyridae* (détritivores-insectivores), sont surtout pêchés dans le secteur nord, surtout en zone côtière. Les *Tilapia*, planctonophages (*T. nilotica* et *T. macrochir*) et phytophages (*T. rendalli*), sont préférentiellement capturés dans les zones côtières. Toutefois, la disponibilité des lieux de ponte strictement limitée aux zones côtières en pente douce joue certainement un rôle dans cet échantillonnage.

Quant aux *Alestes* et aux *Haplochromis*, leur biologie n'est pas encore suffisamment connue au lac Ihema.

Les fluctuations annuelles du stock piscicole exploitable ont été étudiées à titre indicatif. La validité des résultats ne peut être considérée comme définitive car le nombre d'années d'observation est encore insuffisant. Des études ultérieures en cours permettront peut-être de reconsidérer le problème.

En conclusion, les données récoltées en pêches expérimentales restent fiables et reflètent la réalité empirique observée par les pêcheurs sur le terrain. Le nombre d'années d'observation n'est pas suffisant et il y a lieu de croire que les données s'étendant sur plusieurs années successives permettront de corriger des biais éventuels.

C'est pourquoi, nous estimons que ces résultats préliminaires donnent une première image aussi correcte que possible de la situation du moment. Cette image sera éventuellement améliorée au fur et à mesure de l'avancement de nos recherches au lac Ihema.

Remerciements

Nous tenons à remercier les responsables de l'Office Rwandais du Tourisme et des Parcs Nationaux (O.R.T.P.N.) à qui revient le souci premier de la gestion rationnelle des lacs du parc de l'Akagera ainsi que les responsables de l'Agence Générale de Coopération au Développement (A.G.C.D.) en Belgique et au Rwanda qui ont soutenu ce projet.

Que MM. V. Frank et R. Bambujijumugisha, directeurs de la pêche, qui nous ont fourni les données, trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères.

Un grand merci à Monsieur le Professeur P. Berthet de l'Unité d'Ecologie et de Biogéographie à l'U.C.L. pour son appui et ses conseils en matière de méthodes statistiques et d'informatique.

Merci également à P.-D. Plisnier pour sa précieuse collaboration.

Références bibliographiques

1. Beadle L.C. 1974, The inland waters of Tropical Africa. Longman, Londres, 365 p.
2. Daget J. & Moreau J. 1981, Hybridation introgressive entre deux espèces de *Sarotherodon* (Pisces, Cichlidae) dans un lac de Madagascar. **Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.**, Paris, 4e série, 3, 689-703.
3. Dagnelie P. 1969-1970, Théories et méthodes statistiques. vol 1-2. Ed. J. Duculot, Gembloux, 378 et 451 p.
4. Dajoz R. 1970, Précis d'Ecologie. Dunod, Paris, 357 p.
5. Frank V., Micha J.-C., Gillet A. & Plisnier P.-D. 1984, Etude de la biologie des poissons exploités dans le lac Ihema au Rwanda. AGCD/CECODEL/UNECED, Namur, 134 p.
6. Gulland J.A. 1972, Resource studies in relation to the development of African inland fisheries. **FAO/CIFA/72/S 18** 16 p.
7. Gulland J.A. 1974, Guidelines for fishery management. **FAO/IOFS/DEV/74/36**, Rome, 84 p.
8. Heidebroek P. 1984, Valorisation de la pêche aux *Haplochromis* (Pisces, Cichlidae) au lac Ihema (Rwanda). Trav. Fin Etudes FAE, Gembloux, inédit, 60 p.
9. Henderson H.F. 1980, Some statistical considerations in relation to sampling populations of fishes; in Guidelines for sampling fish in inland waters. **FAO/EIFAC Techn. Paper**, 33, 167-176.
10. Kiss R. 1976, Etude hydrobiologique des lacs de l'Akagera moyenne. INRS, Butare, 167 p.
11. Kiss R. 1977, Les poissons et la pêche dans le lac Ihema (Rwanda, bassin moyen de l'Akagera). **Ann. Hydrobiol.** 17(2), 263-318.
12. Micha J.-C. 1984, Rapport de mission piscicole au Rwanda. inédit, 17 p.
13. Micha J.-C. 1985, Rapport de mission piscicole au Rwanda. inédit, 13 p.
14. Mughanda M. 1985, Etude comparative de l'efficacité des filets maillants expérimentaux utilisés dans différentes zones de pêche du lac Ihema (Rwanda) en 1982 et 1983. Mémoire SNAP/UCL, Louvain-la-Neuve, inédit, 243 p.
15. Mukankomeje R. 1984, Etude de la biologie de *Tilapia* (*Sarotherodon*) *nilotica* L. et comparaison avec *Tilapia* (*Sarotherodon*) *macrochir* BLGR, deux espèces commercialement exploitées dans le lac Ihema (Rwanda). Trav. Fin Etudes FNPD, Namur, inédit, 148 p.
16. Plisnier P.-D. 1984, Etude de la biologie de *Tilapia* (*Sarotherodon*) *macrochir* BLGR et comparaison avec *Tilapia* (*Sarotherodon*) *nilotica* L., dans le lac Ihema (Rwanda). Trav. Fin Etudes UCL, Louvain-la-Neuve, inédit, 204 p.
17. Plisnier P.-D., Frank V. & Micha J.-C., 1985, Etudes des pêches expérimentales et commerciales (1982-1983) effectuées dans le lac Ihema en vue d'établir un plan d'exploitation optimale. AGCD/CECODEL/UNECED, Namur, 165 p.
18. Poll M., 1957, Les genres de poissons d'eau douce de l'Afrique. **Ann. Mus. Roy. C. B., Sc. Zool.**, 54, 191 p.
19. Sokal R.R. & Rohlf F.J. 1969, Biometry, the principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman and Cie, San Francisco, 776 p.

M. Mughanda, zairois, licencié en sciences zoologiques, chef de travaux à la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani (Zaire), actuellement doctorant à la Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain.

J.C. Micha, belge, Dr. en sciences zoologiques à l'Université de Liège, professeur d'écologie, éthologie, biogéographie et systématique animale aux Facultés Universitaires N.D. de la Paix, à Namur. Chargé de cours extraordinaire pour la limnologie et la pisciculture à l'Université Catholique de Louvain à Louvain-la-Neuve.

Changement d'adresse / Changing of address / Adresverandering / Cambio de dirección

Nom, prénom
Name, christian name
Naam, voornaam
Nombre, apellidos
Ancienne adresse
Former address
Oud adres
Antigua dirección

prie
requests
verzoekt
ruega que

Nouvelle adresse
New address
Nieuw adres
Nueva dirección

A partir du Since Vanaf Desde
AGRI-OVERSEAS/TROPICULTURA : c/o A.G.C.D. - Bur. 15-27
A.G. Building
5 Place du Champ de Mars - B 57
B-1050 Brussel, België.

d'envoyer dorénavant la revue
to send as from now the review
in het vervolg het tijdschrift
envíe la revista

à la
to
te zenden naar
a