

## Caractérisation De La Pêche Au Lac Kivu

***Akonkwa Balagizi***

Faculté des Sciences et Sciences Appliquées, Département de Biologie,  
Université Officielle de Bukavu, BP 570 Bukavu, R.D. Congo

***Ahouansou Montcho Simon***

Ecole d'Aquaculture de la Vallée, Université d'Agriculture de Kétou,  
BP 43 Kétou, Bénin

***Nshombo Muderhwa***

Centre de Recherche en Hydrobiologie, Département de Biologie, BP 73  
Uvira, R.D. Congo

***Lalèyè Philippe***

Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture,  
Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

doi: 10.19044/esj.2017.v13n21p269 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p269](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p269)

---

### Abstract

This study was focused on the description of fishing gears on Lake Kivu. Data were collected from March 2012 to February 2014 in Goma, Bukavu, and Kibuye fishing stations. The study findings indicate that gill nets, beach seine, lift net, trammel net composed of two panels of small and larger meshes (mosquito net attached to lift net parts), mosquito net, longline, single line, pots, and cast net were identified as fishing gears used on Lake Kivu. Longline was more selective (2 species) in terms of species selection. The lift net presented the best catch ( $19.4 \pm 11$  kg), while the trammel net showed the highest CPUE ( $7.9 \pm 6.1$  kg/h). The large dimensions of gears and the long netting duration characterized gillnets ( $1023.2 \pm 620.1$  m<sup>2</sup>) and longline ( $10.3 \pm 4.6$  hours) respectively. Cast-nets (20mm) showed the largest mesh size, while mosquito nets ( $1 \pm 0.3$  mm) were the smallest.

---

**Keywords:** Fishing gears, catches, Lake Kivu

---

### Résumé

La caractérisation de la pêche au lac Kivu a fait l'objet de cette étude. Les données ont été collectées de mars 2012 à février 2014 dans les stations de Bukavu, Goma et Kibuye. Les filets maillants, la senne de plage, le filet carrelet, le tulle moustiquaire, la moustiquaire associée au *Lusenga*, la

palangre, la ligne simple, la nasse et le filet épervier ont été les engins de pêche identifiés. La palangre a été spécifiquement plus sélective (2 espèces). Le filet carrelet a présenté les meilleures captures ( $19,4 \pm 11$  kg) tandis que la moustiquaire associée au *Lusenga* a les CPUE ( $7,9 \pm 6,1$  kg/h) les plus élevées. Des grandes dimensions des engins de pêche et des longues durées de pose ont respectivement caractérisé les filets maillants ( $1023,2 \pm 620,1$  m<sup>2</sup>) et la palangre ( $10,3 \pm 4,6$  h). Les filets éperviers ont les plus grandes mailles de filets (20 mm) et les tulles moustiquaires les plus petites ( $1 \pm 0,3$  mm).

---

**Mots clés :** Pêche, captures, lac Kivu

### **Introduction**

Les lacs de la vallée du Rift-Est Africain regorgent d'importantes ressources halieutiques (Laë & Lévêque, 1999). L'exploitation de ces ressources constitue pour les populations riveraines une activité socio-économique importante du fait que le poisson est en voie de devenir la principale source de protéines animales dans les régions adjacentes (Gréboval *et al.*, 1993).

Au lac Kivu, le poisson *Limnothrissa miodon* Boulenger, 1906 a été introduit en 1959 (Kaningini, 1995). Cette introduction a permis le développement d'importantes activités de pêche. Le stock de poissons exploitable au lac Kivu, a été estimé à 6000 tonnes (Lamboeuf, 1989, 1991). La réussite de cette introduction a poussé la République Démocratique du Congo et la République du Rwanda, deux pays partageant le lac, à développer certains projets.

Depuis 1995, les conflits armés de l'Est de la République Démocratique du Congo (RDC) ont anéanti les activités agro-pastorales des milieux ruraux, engendrant l'exode rural. Pour assurer sa survie, la population s'est majoritairement adonnée à la pêche au lac Kivu et au lac Tanganyika. L'avènement du filet maillant en 1988 au lac Kivu et sa promotion dans la partie congolaise du lac (Kaningini *et al.*, 1999), avaient déjà permis une acquisition à des coûts relativement moindres, des engins de pêche. L'exode et la facilité d'accès aux engins de pêche ont eu pour corollaire un accroissement très rapide du nombre des pêcheurs sur le lac.

Dans les eaux rwandaises du lac, de 1979-1991, le nombre d'unités de pêche au carrelet était passé de 9 à 227 et du côté congolais, de 1995-1998, le nombre d'unités de pêche au filet maillant a évolué de 36 à 123 (Kaningini *et al.*, 1999). Dans cette pêcherie moins contrôlée, il y a eu le développement de plusieurs techniques de pêche destructrices de l'environnement aquatique, en occurrence l'usage des filets à fines mailles,

voire des tulle moustiquaires souvent utilisés dans les baies et les zones des frayères.

A cet égard et du fait que les dernières études sur la pêche dans la partie congolaise du lac remontent en 1999 (Kaningini *et al.*, 1999), il s'est avéré nécessaire de caractériser les engins et les pratiques actuelles de la pêche sur ce lac afin d'en évaluer l'influence sur les ressources halieutiques.

## Matériel et méthodes

### Localisation des stations d'échantillonnage

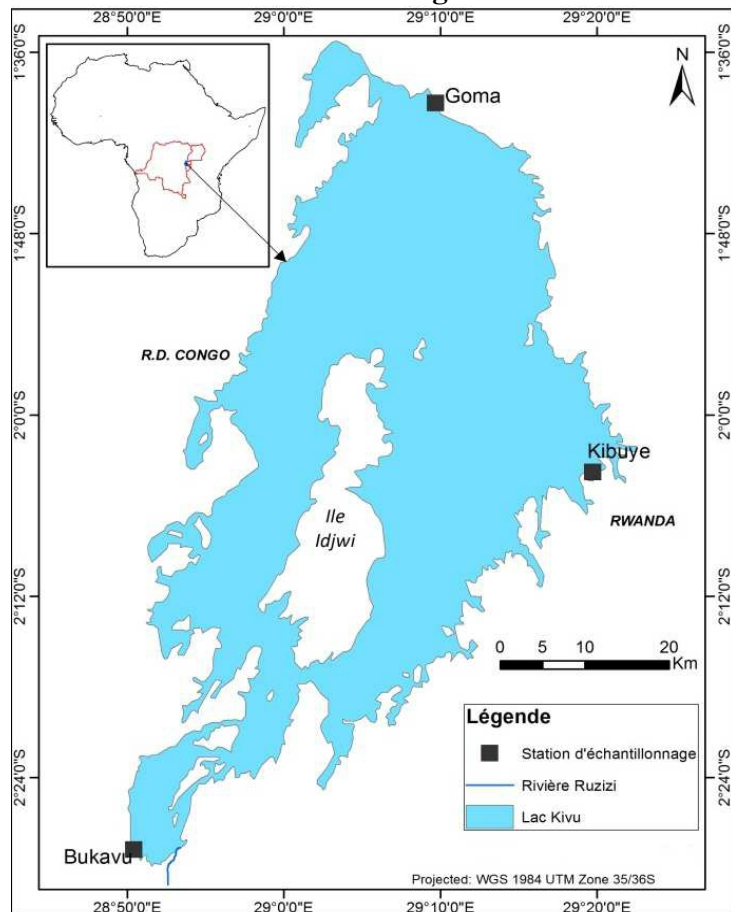


Figure 1. Localisation des stations d'échantillonnage sur le lac Kivu

### Collecte des données

Les stations d'échantillonnage ont été : Bukavu (2°28'S et 28°50'E), Goma (1°39'S et 29°10'E) et Kibuye (2°3'S et 29°20'E) (Figure 1). Chaque station a été subdivisée en trois sous stations (côte, littorale et pélagique), selon la répartition des habitats de pêche. L'échantillonnage a été réalisé de

mars 2012 à février 2014, à raison d'une sortie de 3 jours par station, tous les deux mois à la première année et tous les mois à la deuxième année.

A travers la documentation, l'inventaire et la description des engins et pratiques de pêche ont été faits. Ils ont été complétés sur le terrain par les informations données par les pêcheurs, ainsi que par des observations directes lors des suivis des séances de pêche au lac. Le nombre et les catégories d'engins, les techniques de pêche, l'heure et la durée de la pose, les dimensions de l'engin et les tailles des mailles des filets, la quantité des poissons capturés, et le nombre de pêcheurs en activité ont été pris en compte dans l'échantillonnage.

Les dimensions des engins de pêche ont été mesurées au cm près à l'aide d'un mètre ruban. Les mailles ont été mesurées de nœud à nœud au millimètre près à l'aide d'un pied à coulisse. La forme de l'engin de pêche, les éléments constitutifs et matériels de montage ont été aussi notés. Les captures par type d'engins et techniques de pêche ont été pesées au gramme près à l'aide d'une balance commerciale d'une portée de 20 kg. Le nombre de poissons constituant chaque capture a été estimé à partir d'un sous échantillon représentatif de la capture.

### **Traitements des données**

Pour chaque type d'engin de pêche, la surface a été calculée en m<sup>2</sup>. Les Captures par Unité d'Effort (CPUE) ont été estimées à partir du rapport entre la capture et la durée de la pêche. L'effort de pêche a été estimé suivant les techniques et types d'engins de pêche. Ainsi, pour le filet maillant, l'effort de pêche s'exprime par la longueur totale cumulée en mètres de filets utilisés pendant un laps de temps donné, divisée par 100. Pour le filet carrelet, l'effort de pêche a été la durée du séjour du filet dans l'eau. Pour la senne de plage, il a été exprimé en nombre des fois où l'engin a été calé ou jeté. Quant aux palangres, l'effort de pêche a été exprimé par le nombre d'hameçons utilisés pendant un temps donné (FAO, 1994).

En plus, la durée moyenne (nombre d'heures) de pêche par jour a été considérée en vue d'une standardisation des estimations de l'effort de pêche pour les différents engins de pêche (Laurec & Le Guen, 1981 ; Brethers & O'Boyle, 1990; FAO, 1994).

Les poissons pêchés ont été identifiés selon Snoeks (1994) et Snoeks *et al.* (2012). Pour ce faire, une loupe binoculaire de marque OLYMPUS a été utilisée pour l'observation des détails sur les spécimens de poissons et la dentition pharyngienne des certains spécimens du genre *Haplochromis*.

### **Analyse statistique des données**

Excel (version 2010) a été utilisé pour calculer l'occurrence de chaque espèce de poisson dans les captures des engins de pêche. Le logiciel

PAST (version 3.02) a été utilisé pour calculer l'indice de diversité de Shannon dans les captures des différents engins de pêche. Le logiciel STATISTICA (version 6.1) a été utilisé pour l'analyse de la variance à un et plusieurs critères (MANOVA) afin de tester la variabilité de l'effort de pêche, des CPUE et des captures brutes, du nombre d'individus capturés, de la durée de pose, du nombre de pêcheurs, des mailles et des dimensions entre différents engins, techniques et habitats de pêche. Le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis a été également utilisé pour les comparaisons des CPUE suivant les stations, les habitats et les engins de pêche.

La richesse spécifique (S) a été déterminée et utilisée pour mettre en évidence les différences entre richesses spécifiques des captures de différents engins de pêche.

L'indice de diversité ( $H'$ ) de Shannon-Wiener a été calculé selon la formule  $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$  (en bits), avec  $p_i = ni/N$ ,  $N$  étant l'effectif total des individus de toutes les espèces ;  $ni$ , le nombre d'individus par espèce ;  $p_i$ , l'abondance relative de l'espèce  $i$  dans l'échantillon et  $S$ , le nombre d'espèces capturées par l'engin de pêche. Cet indice permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité de la capture et varie de 0 à  $\ln S$ .

L'occurrence (F), c'est-à-dire le nombre de fois que l'espèce  $i$  apparaît dans les relevés d'un engin (Ahouansou Montcho, 2011), est exprimée en pourcentage du nombre total de relevés. Sur l'ensemble des données de la pêche artisanale, elle a été calculée à partir de la formule suivante :  $F = \frac{F_i \times 100}{F_t}$

avec  $F_i$  = nombre de relevés contenant l'espèce  $i$  et  $F_t$  = nombre total de relevés réalisées. En fonction de la valeur de  $F$ , 4 groupes d'espèces ont été distingués selon l'échelle proposée par Charbonnel *et al.* (1995) : I (75 - 100 %) : espèces permanentes, II (50 - 74,9 %) : espèces fréquentes, III (25 - 49,9 %) : espèces occasionnelles, IV (< 25 %) : espèces rares.

L'indice de similitude de Morisita ( $C_D$ ) a été utilisé pour mesurer la similarité entre les compositions spécifiques des différents engins de pêche.

Il a été calculé selon la formule  $C_D = \frac{2 \sum_{i=1}^S x_i y_i}{(D_x + D_y) XY}$

$x_i$ , le nombre de fois où l'espèce  $i$  est représentée dans l'effectif total  $X$  d'un échantillon ;  $y_i$ , le nombre de fois où l'espèce  $i$  est représentée dans l'effectif total  $Y$  d'un autre échantillon,  $S$  étant le nombre d'espèces uniques.  $D_x$  et  $D_y$  sont respectivement les valeurs de l'indice de Simpson des échantillons  $x$  et  $y$ , avec  $D_x = \frac{\sum_{i=1}^S x_i^2}{X^2}$  et  $D_y = \frac{\sum_{i=1}^S y_i^2}{Y^2}$

La valeur de  $C_D$  varie de 0 (pas de similitude) à 1 (similitude complète).

## **Résultats**

### **Conditions d'accès aux ressources halieutiques**

L'acquisition d'un permis de pêche au lac Kivu est conditionnée par les preuves d'appartenance à une association des pêcheurs (groupe professionnel). Plusieurs associations des pêcheurs se mettent souvent ensemble pour former une structure appelée « synergie ». Cette structure est impliquée dans le contrôle des activités de pêche en collaboration avec les forces navales de l'armée nationale et reconnue par la coordination provinciale de l'environnement, conservation de la nature (CPECN) et le ministère provincial de l'agriculture, pêche et élevage. Ainsi, tout nouveau pêcheur doit d'abord intégrer l'une des associations des pêcheurs avant de solliciter un permis de pêche auprès de la coordination provinciale de l'environnement. Le coût du permis varie en fonction de la catégorie de pêche dont les trois principales sont: la pêche au filet maillant, la pêche au filet carrelet et la pêche à la senne de plage. Pour l'année 2013, la tarification a été de 25 \$US pour les filets maillants et carrelet, et 15 \$US pour la senne de plage (CPECNDD/ Sud-Kivu, 2013). Pour les autres engins de pêche, le coût est relativement moindre et très variable.

### **Description des engins et techniques de pêche**

Neuf engins de pêche ont été identifiés au lac Kivu durant la campagne de pêche de mars 2012 à février 2014. Il s'agit des filets maillants, de la senne de plage, du filet carrelet, du tulle moustiquaire, de la moustiquaire associée au *Lusenga*, de la palangre, de la ligne simple, de la nasse et du filet épervier.

#### **Les filets maillants (FM)**

Les filets maillants (Photo 1) sont constitués par une nappe rectangulaire en fil de nylon monofilament, dont la longueur varie entre 60 et 180 m et la largeur varie entre 4 et 12 m. La taille des mailles varie entre 6 et 10 mm d'entre nœuds. Il n'est pas exclu de rencontrer occasionnellement des filets à grandes mailles pouvant atteindre 20 à 30 mm, destinés à la capture des poissons de grande taille, tels que les tilapias. La nappe de filet est montée sur deux ralingues, une supérieure munie de flotteurs et une autre inférieure munie de lest, soit des morceaux de plomb, ou de pierre. Au lac Kivu, la tendance est à la diversification des techniques d'exploitation des ressources au filet maillant, partant de la pêche à la frappe à l'usage des petites clochettes pour inciter les poissons à la mobilité, ou bien même à l'usage des petites torches accrochées au filet (Photo 2) et restant allumées durant le temps d'immersion pour l'attrait des poissons chasseurs à vue. La pêche au filet maillant se pratique à la tombée de la nuit au lever du jour. Un équipage se compose de 3 à 4 pêcheurs dont un est professionnel et les autres

sont occasionnels, utilisant une pirogue en planche non motorisée de 3 à 5 m de long, 2 cordes attachées au filet et 3 à 4 rames en bois. Les pêcheurs pratiquent leurs activités de pêche entre 17h et 18h près du littoral ou dans les eaux pélagiques, tout en tenant compte des mouvements des vents. Les filets sont posés vers 18h30' et relevés aux environs de 21h. Les pêcheurs retournent soit directement ou le lendemain sur la plage de débarquement pour commencer le démaillage qui peut prendre plusieurs heures par filet en cas de bonne capture. La pêche matinale se fait à partir de 3h30. Les filets sont relevés vers 6h du matin et le démaillage a lieu entre 7h et 8h, heures auxquelles les mareyeurs viennent acheter les produits frais de la pêche pour les revendre soit sur la plage ou aux marchés locaux.



**Photo 1.** Filet maillant



**Photo 2.** Filet maillant avec petites lampes torches

### **Le trimaran avec filet carrelet (FC)**

Cette technique utilise le filet carrelet appelé « lift net » (Photo 3), une nappe en fil de nylon multifilament, de forme carrée, d'une aire de 400 m<sup>2</sup> avec des mailles de 5 et 6 mm de nœud à nœud. Au niveau des angles, sont attachées 4 longues cordes en nylon, de 3 à 4 cm de diamètre. Elle emploie 3 pirogues (« trimaran ») non motorisées séparées mais attachées entre elles par deux longues perches appelées « rails » et quatre autres perches appelées « polé » pour relier les aussières attachées aux extrémités du lift net lors de la pêche (Photo 4). Quatre lampes sont portées par la pirogue du milieu et tout le système est assisté par une pirogue motorisée, petite et indépendante, nommée « renfort ». La pêche au trimaran est une technique de pêche utilisée au lac Kivu avec un système d'attraction lumineux. En effet, les poissons sont attirés dans le filet à l'aide de l'éclairage généré par 4 lampes de marque Coleman ou « Anchor » qui restent allumées pendant toute l'activité de pêche à l'exception des moments de relèvement du filet. L'embarquement de l'équipage, composé de 11 pêcheurs dont 2 professionnels et 9 autres occasionnels, commence aux environs de 18h. Une fois sur la zone de pêche, en milieu pélagique, le trimaran est orienté dans la direction du vent. Les pêcheurs jettent l'ancre, puis procèdent au premier jet du filet pour ensuite allumer les lampes. Le premier relèvement intervient à 21h, le deuxième à 23h30, le troisième à 2h, et le quatrième parfois vers 4h30 du matin. Lors du relèvement, le filet est

sorti de l'eau sous forme de poche conique avec l'ouverture tournée vers le haut.



**Photo 3.** Filet carrelet



**Photo 4.** Pirogues en trimaran pour la pêche au carrelet

### ***La senne de plage (SP)***

La pêche à la senne de plage (Photos 5) se pratique généralement à partir d'une pirogue monoxyle de 4 à 5 m de longueur. De forme rectangulaire et attachée à des longues cordes (aussières) de halage de chaque côté, elle est formée d'une nappe en fil de nylon multifilament, souvent associée aux nappes des carrelets usés. Sa dimension est de quelque trentaine de mètres de longueur et de quelque dizaine de mètres de chute, les mailles variant entre 4 mm et 8 mm d'entre nœuds. La ralingue supérieure du filet est munie des flotteurs tandis que la ralingue inférieure est lestée au moyen soit des morceaux de briques en terre cuite, soit des cailloux ou même des morceaux des barres de fer. L'équipage, composé de 2 à 5 pêcheurs y compris le propriétaire et de son aide-pêcheur, exerce l'activité essentiellement en zone littorale à partir de 4h du matin jusqu'à 10h (au plus tard). Lors de l'activité, l'une des aussières attachées aux extrémités du filet est tenue par un pêcheur se trouvant sur la plage tandis que les autres, à l'aide de la pirogue s'embarquent avec l'autre partie de l'aussière qu'ils déroulent et jettent dans l'eau, chaque fois en avançant vers le large du lac. Ils font un arc de cercle et regagnent la plage pour tirer le filet par les bouts des aussières tout en balayant le substrat. La durée de l'activité est très variable, allant d'une demi-heure à cinq heures par sortie et par unité de pêche.



**Photos 5.** Senne de plage



**La pêche à la ligne :** Cette technique est utilisée avec ou sans pirogue monoxyle et emploie un seul pêcheur. Elle se pratique au lever du jour et pendant la journée. Au lac Kivu, elle est souvent pratiquée par des pêcheurs démunis, avec des moyens très limités pour se procurer du matériel de pêche tel que le filet. Il existe deux types de pêche à la ligne selon le nombre d'hameçons utilisés:

- **La palangre (Pa) :** elle est constituée d'une ligne principale en nylon de plusieurs centaines de mètres de long (Photo 6), équipée de nombreux hameçons de type « J » par l'intermédiaire d'avançons de longueur variant entre 20 et 40 cm, à écartement moyen de 1 m. Les hameçons sont habituellement appâtés et les appâts sont des vers de terre (Photo 7), des petits poissons ou des morceaux de poissons, ou même du savon. Le long de la zone littorale, la ligne est déposée graduellement dans l'eau à partir d'une pirogue monoxyle avec à son bord deux pêcheurs, le premier chargé de déposer à la surface de l'eau l'engin déjà appâté, le deuxième s'occupant de la rame. A la surface, la palangre est repérée et flotte à partir des petits bidons en plastique qui sont souvent attachés à des intervalles de 50 à 100 m. Pour piéger les poissons à des profondeurs relativement grandes, seuls les deux bouts de l'engin portent des flotteurs, le centre étant calé au fond par un lest en plomb. La palangre est laissée pendant plusieurs heures (6 à 24 h) avant qu'elle soit relevée par le pêcheur.



**Photo 6.** Palangre



**Photo 7.** Appâts (vers de terre) pour la pêche à la palangre

- **La ligne simple (LS)** (Photos 8) : couramment appelée « hameçon », elle se compose d'un fil en nylon (monofilament) de longueur variant entre 3 et 6 m, attaché à une canne mince et flexible, et muni d'un seul ou de 3 hameçons au plus. La méthode consiste à jeter la ligne dans l'eau et à remonter celle-ci petit à petit à une même vitesse. La pêche à la ligne simple est également utilisée par les enfants le long de berges, les lignes sont souvent laissées dans l'eau jusqu'à la capture d'un poisson.



**Photos 8.** Ligne simple

**Le tulle moustiquaire (Mo)** (Photos 9) : C'est une nappe moustiquaire de forme rectangulaire, de 0,3 à 1,7 mm de mailles, faisant 2 à 4 m de long et 1 à 2 m de chute. Cet engin est souvent utilisé clandestinement car identifié comme pêche illicite au lac Kivu. La technique est pratiquée à une profondeur de moins de 2 m le long des berges colonisées par des plantes aquatiques non ligneuses. Vers 5h du matin, les 2 pêcheurs se trouvent dans l'eau et tirent ensemble le filet vers la côte en touchant légèrement le substrat, les quatre angles de l'engin étant fortement tenus, chacun par une main.



**Photos 9.** Tules moustiquaires

**La moustiquaire associée au Lusenga (MoL)** (Photos 10) : est un engin de forme rectangulaire, d'une superficie moyenne de 250 m<sup>2</sup>, soit 25 m de longueur sur 10 m de largeur. Sa fabrication demeure archaïque et consiste en une couture plaçant clandestinement dans la partie centrale d'un filet carrelet usé (localement appelé « Lusenga »), un tulle moustiquaire à dimensions très variables. L'engin ainsi fabriqué, les quatre angles sont reliés chacun à une corde en nylon dont se servent les pêcheurs, souvent à deux pour tirer le filet de l'eau, formant un arc comme celui de la senne de plage. L'activité se passe dans la zone littorale et se déroule tôt le matin pour une durée maximale d'environ 1h avec possibilité des répétitions.



**Photos 10.** Moustiquaire associée au Lusenga

**La nasse (Na)** (Photos 11) : est un piège en forme de panier cylindrique qui mesure en moyenne 50 cm de diamètre d'ouverture et 80 cm de profondeur, pouvant capturer des poissons, des crustacés et des mollusques. Elle est faite à base des lamelles ou des grillages métalliques minces, qui se rejoignent au sommet et dont la souplesse permet aux poissons d'y entrer. Elles sont appâtées avec les drèches des brasseries, la patte ou des morceaux de poissons et calées soit au niveau de la côte dans les macrophytes ou soit au littoral à des profondeurs variant entre 3 et 6 m. A ces profondeurs, la nasse est placée par le pêcheur qui plonge en apnée pour sa pose et son relèvement. L'activité est réalisée par un seul pêcheur et la durée de pose peut prendre des dizaines d'heures.



**Photos 11.** Nasse

**Le filet épervier (FE)** (Photos 12) : est un engin de forme conique évasée, souvent utilisé en eau peu profonde. A l'ouverture, son rayon mesure 2 m sur une profondeur de 3 m. Le filet est confectionné à base des fils de nylon multifilament, avec des mailles de 20 mm d'entre nœuds. Des petits morceaux de plombs de formes et de tailles variables sont attachés le long de sa ralingue radiale. Une corde d'environ 10 m de long est attachée au centre du filet, lui assurant sa forme conique lors de la manipulation. Ce filet lancé à partir du rivage ou d'une pirogue monoxyle, tombe dans l'eau et capture les poissons en se fermant sur eux. Il est souvent utilisé par un seul pêcheur, le propriétaire.



**Photos 12.** Filet épervier

Au-delà de ces neufs engins de pêche, on peut occasionnellement observer l’usage clandestin des plantes ichtyotoxiques, ainsi que de la dynamite dans la pêcherie du lac Kivu.

### Fréquences d’utilisation des engins de pêche

Les fréquences d’utilisation des différents engins de pêche au lac Kivu ont varié de 1% (filet épervier) à 38% (filets maillants) (Figure 2).

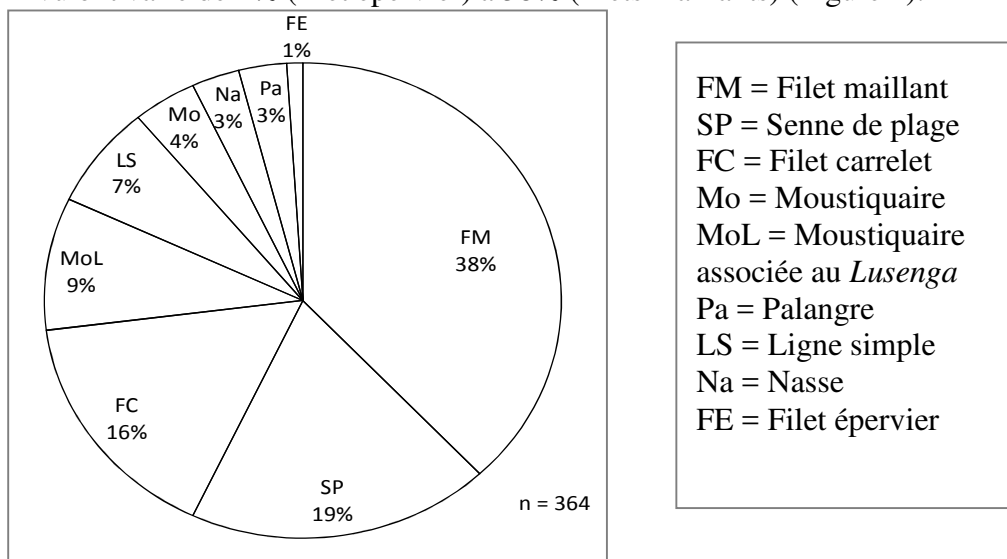


Figure 2. Fréquences d’utilisation des engins de pêche au lac Kivu

### Sélectivité des engins et diversité spécifique des poissons dans les captures

Au total, 10439 individus de poissons, répartis en 23 espèces, 5 familles ont été échantillonnés avec différents engins de pêche (Tableau 1).

La sélectivité spécifique des engins de pêche utilisés au lac Kivu, varie d’un engin à l’autre ( $t = 4,916$  et  $p = 0,00117$ ) (Tableau 1). La palangre a constitué l’engin de pêche le plus sélectif car elle n’a capturé que 2 espèces, *Clarias gariepinus* et *C. liocephalus*. Par contre, les filets maillants et la senne de plage ont été les moins sélectifs avec respectivement 21 et 23 espèces de poissons capturées. Les espèces *Limnothrissa miodon* et *Lamprichtys tanganicus* ont été les plus dominantes (52,6% et 15,4%) dans les captures des filets maillants alors que pour la senne de plage ce sont les espèces *Haplochromis crebridens* (12,4%), *H. gracilior* (11%), *H. kamiranzovu* (9,9%) et *H. graueri* (9,7%) qui ont été les plus abondantes. La ligne simple a été moins sélective avec 18 espèces pêchées, parmi lesquelles *Oreochromis niloticus* (29,2%) a été la plus dominante. Le filet carrelet a été moins sélectif avec 17 espèces parmi lesquelles *L. miodon* (62,8%) et *L. tanganicus* (30%) ont été dominantes. Les engins en moustiquaire au

*Lusenga* et tulle moustiquaire, nasse et filet épervier, ont été relativement moins sélectifs et les espèces dominantes ont été respectivement *L. miodon* et *O. niloticus*.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon des 9 engins de pêche ont été significativement différentes ( $p = 0,0014$ ). La valeur la plus élevée (2,82 bits) a été obtenue avec la senne de plage et la plus basse (0,31 bits) avec la palangre.

**Tableau 1.** Richesse spécifique et indice de diversité de Shannon-Wiener dans les captures des engins de pêche au lac Kivu.

Familles	Espèces	FM	SP	FC	MoL	Mo	LS	Pa	Na	FE
Claridae										
	<i>Clarias gariepinus</i> Burchell, 1822		15				8	68	9	
	<i>C. liocephalus</i> Boulenger, 1898							7		
Cyprinidae										
	<i>Enteromius kerstenii</i> (Peters, 1868)	14					13			
Cichlidae										
	<i>Haplochromis adolphifrederici</i> Boulenger, 1914	55	96	9	4	4	9			
	<i>H. astatodon</i> Regan, 1921	36	79	8			10			
	<i>H. crebridens</i> Snoeks, 1990	118	327	21	14		11			
	<i>H. gracilior</i> Boulenger, 1914	117	291	24	9		14			
	<i>H. graueri</i> Boulenger, 1914	112	256	7	12		12		6	4
	<i>H. insidiae</i> Snoeks, 1994	47	110	5			4			
	<i>H. kamiranzovu</i> Snoeks, 1914	106	259	19	17		13			7
	<i>H. microchrysomelas</i> Snoeks, 1994	37	72	2	3					
	<i>H. nigroides</i> Pellegrin, 1928	53	145	4	8		9			5
	<i>H. occultidens</i> Snoeks, 1988	9	27	1						
	<i>H. olivaceus</i> Snoeks, 1990	20	75	2	10		7		2	
	<i>H. paucidens</i> Regan, 1921	61	214	6	4	5	12			
	<i>H. rubescens</i> Snoeks, 1994	53	111	4		3	5			
	<i>H. scheffersi</i> Snoeks, 1987	59	146	2	5		9			
	<i>H. vittatus</i> Boulenger, 1901	11	65	28			12			
	<i>Oreochromis macrochir</i> Boulenger, 1912	2	7				16		5	9
	<i>O. niloticus</i> Linnaeus, 1758	52	103		6		78		40	42
	<i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger, 1896)		1							
	Autres*	7	83		64	73				
Poeciliidae										
	<i>Lamprichthys tanganicus</i> Boulenger, 1898	464	95	589	92	23	25		6	
Clupeidae										
	<i>Limnothrissa miodon</i> Boulenger, 1906	1588	69	1233	1031	944				
Richesse spécifique (S)		21	23	17	15	7	18	2	6	5
Indice de diversité de Shannon (H')		1,85	2,82	1,01	0,88	0,5	2,55	0,31	1,3	1,16

\* spécimens n'ayant pas été identifiés car, capturés au stade alevin

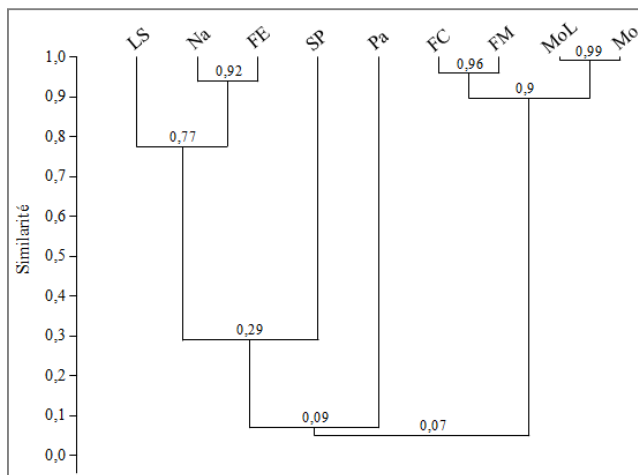
Au total, 23 espèces de poissons ont été capturées par les 9 engins de pêche, parmi lesquelles 6 espèces (26,09%) sont considérées comme permanentes, 10 (43,48%) comme fréquentes, 3 (13,04%) comme occasionnelles et 4 (17,39%) comme rares (Tableau 2) dans le milieu.

**Tableau 2.** Occurrence des espèces de poissons du lac Kivu dans les captures des engins de pêche

Espèces	Station de Bukavu								Station de Kibuye					Station de Goma				Occ.(%)		
	FM	SP	FC	MoL	Mo	LS	Pa	Na	FE	FM	SP	FC	LS	Na	FM	SP	FC		LS	
<i>C. gariepinus</i>	-	+	-	-	-	-	+	++	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	29,3
<i>C. liocephalus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,3
<i>E. kerstenii</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	7,3
<i>H. adolphifrederici</i>	+	++	+	+	+	+	-	-	-	-	++	+	+	-	++	+	-	-	+	73,2
<i>H. astatodon</i>	+	++	-	-	-	+	-	-	-	-	++	+	+	-	++	-	-	-	+	61
<i>H. crebridens</i>	+	++	+	+	-	+	-	-	-	+	++	++	+	-	++	-	-	+	+	85,4
<i>H. gracilior</i>	++	++	+	+	-	+	-	-	-	+	++	+	+	-	++	-	-	-	+	80,5
<i>H. graueri</i>	+	++	+	+	-	-	-	+	+	+	++	+	+	+	++	+	-	-	+	78
<i>H. insidiae</i>	+	++	+	-	-	+	-	-	-	-	++	+	+	-	++	-	-	-	+	65,9
<i>H. kamiranzovu</i>	+	++	+	+	-	+	-	-	+	-	++	+	+	-	++	-	+	+	+	75,6
<i>H. microchrysomelas</i>	+	++	+	+	-	-	-	-	-	-	++	+	-	-	++	-	-	-	-	56,1
<i>H. nigroides</i>	+	++	+	+	-	+	-	-	+	-	++	+	+	-	++	+	-	-	+	65,9
<i>H. occultidens</i>	+	++	+	-	-	-	-	-	-	-	++	+	-	-	+	+	-	-	-	31,7
<i>H. olivaceus</i>	+	++	+	+	-	+	-	-	+	+	++	+	+	-	++	+	-	-	+	61
<i>H. paucidens</i>	+	++	+	+	+	+	-	-	-	-	-	++	+	+	-	-	-	-	+	68,3
<i>H. rubescens</i>	+	++	+	-	+	+	-	-	-	-	-	++	+	+	++	-	-	-	+	63,4
<i>H. scheffersi</i>	+	++	+	+	-	+	-	-	-	-	-	++	+	+	++	-	-	-	+	70,7
<i>H. vittatus</i>	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	++	+	+	-	-	-	+	41,5
<i>O. macrochir</i>	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	22
<i>O. niloticus</i>	+	++	-	+	-	++	-	+	+	+	++	-	+	+	-	-	-	-	+	61
<i>C. rendalli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2,4
Autres*	+	+	-	++	++	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	+	-	-	-	75,6
<i>L. tanganicanus</i>	++	+	++	+	+	-	+	-	-	+	++	++	+	+	++	+	+	+	+	92,7
<i>L. midon</i>	++	+	+	++	++	-	-	-	-	+	+	++	-	-	++	-	+	-	-	100

- = absence, + = présence et ++ = forte présence

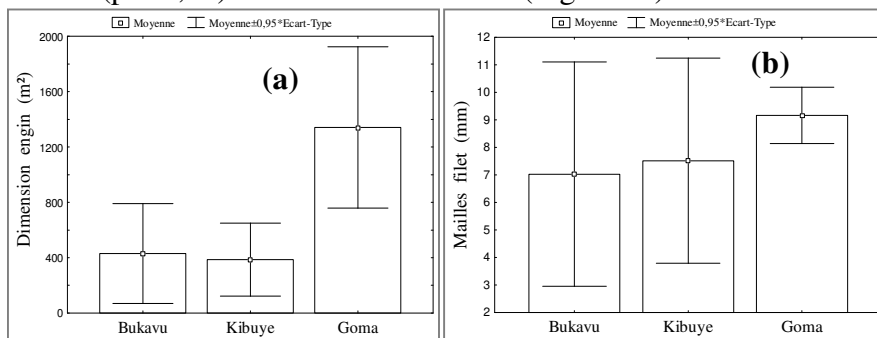
La similarité (Figure 3) a été forte entre les captures du tulle moustiquaire et de la moustiquaire associée au *Lusenga*, entre les captures du filet maillant et du filet carrelet, qui ont constitué un groupe ( $C_D = 0,92 - 0,99$ ). Elle a également été forte entre les captures de la nasse et du filet épervier et de la ligne simple, qui ont constitué un autre groupe ( $C_D = 0,77 - 0,92$ ) différent du premier ( $C_D = 0,07$ ). Les captures de la senne de plage et de la palangre ont été très différentes de celles des autres groupes ( $C_D = 0,09 - 0,29$ ).

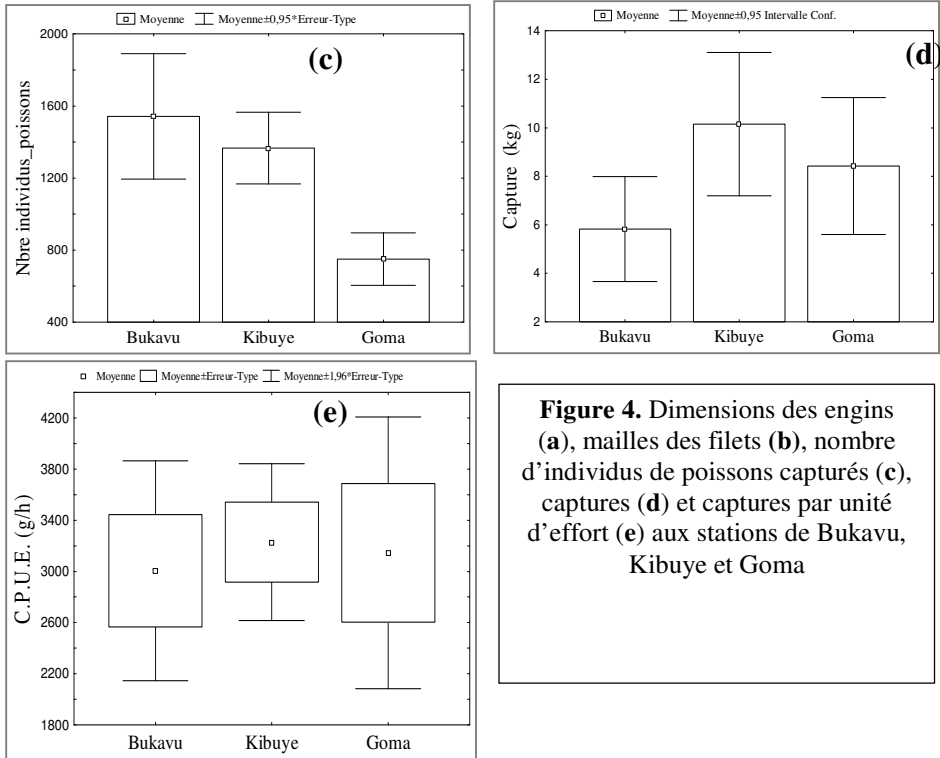


**Figure 3.** Similarité spécifique entre les captures des différents engins de pêche au lac Kivu

**Caractéristiques de la pêche suivant les stations de pêche au lac Kivu**

A la station de Goma, la pêche a été pratiquée avec des engins de plus grandes dimensions ( $1340,9 \pm 614,1 \text{ m}^2$ ) ( $p < 0,05$ ) (Figure 4a) et les filets ont été de grands maillages ( $9,2 \pm 1,1 \text{ mm}$ ) comparativement à ceux utilisés aux stations de Bukavu et de Kibuye dont les mailles ont été respectivement de  $6,9 \pm 4,4 \text{ mm}$  et de  $7,5 \pm 3,9 \text{ mm}$  (Figure 4b). Par ailleurs, des différences significatives ( $p < 0,05$ ) ont été notées entre Goma et Kibuye d’une part et entre Goma et Bukavu d’autre part pour le nombre de poissons capturés (Figure 4c). Ainsi, en moyenne, les stations de Goma ( $10,1 \pm 8,9 \text{ kg}$ ) et de Kibuye ( $10,3 \pm 10,7 \text{ kg}$ ) ont été plus productives que Bukavu ( $6,1 \pm 9,9 \text{ kg}$ ) (Figure 4d). Les CPUE n’ont pas montré toutefois, des grandes différences ( $p > 0,05$ ) entre les trois stations (Figure 4e).



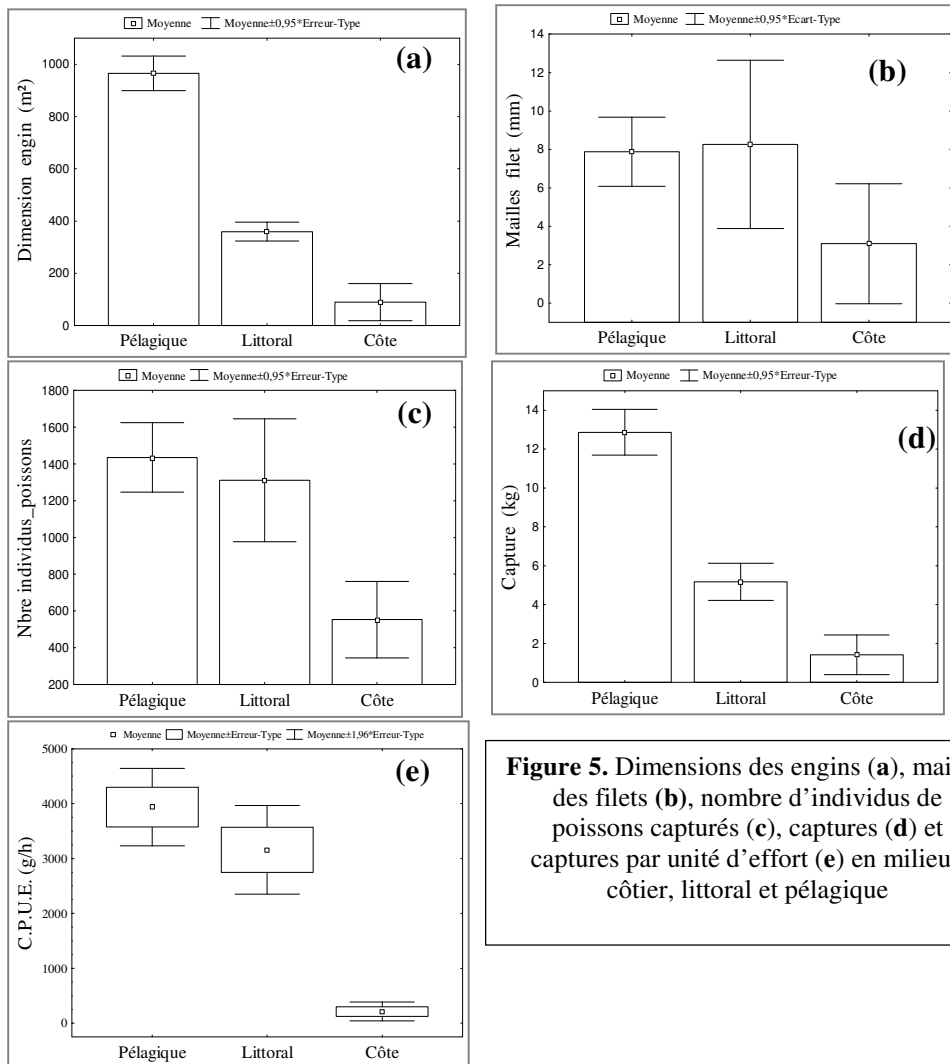


### Caractéristiques de la pêche suivant les habitats de pêche au lac Kivu

Au lac Kivu, les dimensions des engins ( $965,2 \pm 584,2 \text{ m}^2$ ) et les captures ( $12,9 \pm 10,4 \text{ kg}$ ) en milieu pélagique ont été significativement supérieures ( $p < 0,05$ ) à celles du milieu littoral ( $365,9 \pm 327,2 \text{ m}^2$  ;  $5,2 \pm 8,7 \text{ kg}$ ) et à celles de la côte ( $105,3 \pm 255,8 \text{ m}^2$  ;  $1,4 \pm 3,7 \text{ kg}$ ) (Figure 5: a, d). Les mailles de filets ont été significativement différentes entre la côte ( $2,5 \pm 3,7 \text{ mm}$ ) et le milieu littoral ( $8,3 \pm 4,6 \text{ mm}$ ) d'une part, et entre la côte et le milieu pélagique ( $7,9 \pm 1,9 \text{ mm}$ ) (Figure 5b) d'autre part, avec une présence occasionnelle des filets épervier et maillant aux grosses mailles (20 mm) dans la zone littorale.

Concernant le nombre d'individus capturés (Figure 5c) et les CPUE (Figure 5e), des différences significatives ( $p < 0,05$ ) ont été également notées entre la côte ( $1435 \pm 2450$  ;  $0,2 \pm 0,4 \text{ kg/h}$ ) et le milieu littoral ( $1312 \pm 43543$  ;  $3,2 \pm 3,7 \text{ kg/h}$ ), aussi entre la côte et le milieu pélagique ( $552 \pm 1137$  ;  $3,9 \pm 3 \text{ kg/h}$ ).





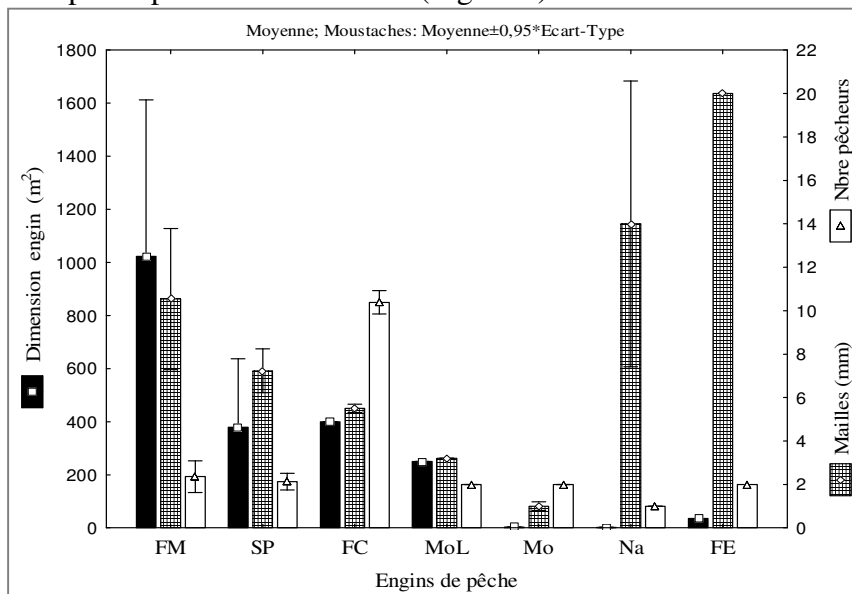
**Figure 5.** Dimensions des engins (a), mailles des filets (b), nombre d'individus de poissons capturés (c), captures (d) et captures par unité d'effort (e) en milieu côtier, littoral et pélagique

### Caractéristiques de la pêche selon les engins de pêche au lac Kivu

Les plus grandes dimensions d'engins de pêche ont été celles des filets maillants ( $1023,2 \pm 620,1 \text{ m}^2$ ) (Figure 6).

En moyenne, les mailles de plus grandes tailles ( $p < 0,05$ ) ont été observées par ordre d'importance sur les filets éperviers ( $20 \text{ mm}$ ), sur les nasses ( $14 \pm 6,9 \text{ mm}$ ), sur les filets maillants ( $10,5 \pm 3,4 \text{ mm}$ ), sur la senne de plage ( $7,2 \pm 1,1 \text{ mm}$ ), sur le filet carrelet ( $5,5 \pm 0,2 \text{ mm}$ ), sur la moustiquaire associée au *Lusenga* ( $3,2 \text{ mm}$ ) et enfin sur le tulle moustiquaire ( $1,0 \pm 0,3 \text{ mm}$ ). Des différences significatives ( $p < 0,05$ ) ont été notées dans l'ensemble entre les différentes mailles des engins de pêche sauf entre le filet épervier et la nasse, puis entre le filet maillant et la nasse.

Les filets maillants aux grandes mailles de 20 mm, quelques fois utilisés dans la pêche des tilapias de la zone littorale du lac Kivu, ont influencé afin que les filets maillants atteignent en moyenne la taille de 10,5 mm de maille. La main d’œuvre (nombre des pêcheurs) du filet carrelet (10,4 ± 0,6 pêcheurs) a été largement supérieure ( $p < 0,0001$ ) à celles d’autres engins de pêche présents au lac Kivu (Figure 6).



**Figure 6.** Dimensions, mailles et nombre des pêcheurs pour les différents engins de pêche au lac Kivu

La durée de la pêche à la palangre ( $10,3 \pm 4,6$  h) a été significativement supérieure ( $p < 0,05$ ) à celles des autres engins de pêche (Figure 7). La plus courte durée de pose a été celle du tulle moustiquaire ( $24 \pm 8$  mn). Les captures ont été en moyenne significativement plus importantes avec le filet carrelet ( $19,4 \pm 11$  kg). Toutefois, en nombre d’individus de poissons pêchés, la moustiquaire associée au *Lusenga* a été plus efficace ( $11938 \pm 11687$  individus), suivie respectivement du filet carrelet ( $5004 \pm 3826$  individus), du tulle moustiquaire ( $1391 \pm 1651$  individus), de la senne de plage ( $1232 \pm 1532$  individus), du filet maillant ( $1081 \pm 1328$  individus), de la nasse ( $14 \pm 17$  individus), du filet épervier ( $12 \pm 3$  individus), de la palangre ( $9 \pm 8$  individus) et de la ligne simple ( $6 \pm 5$  individus).

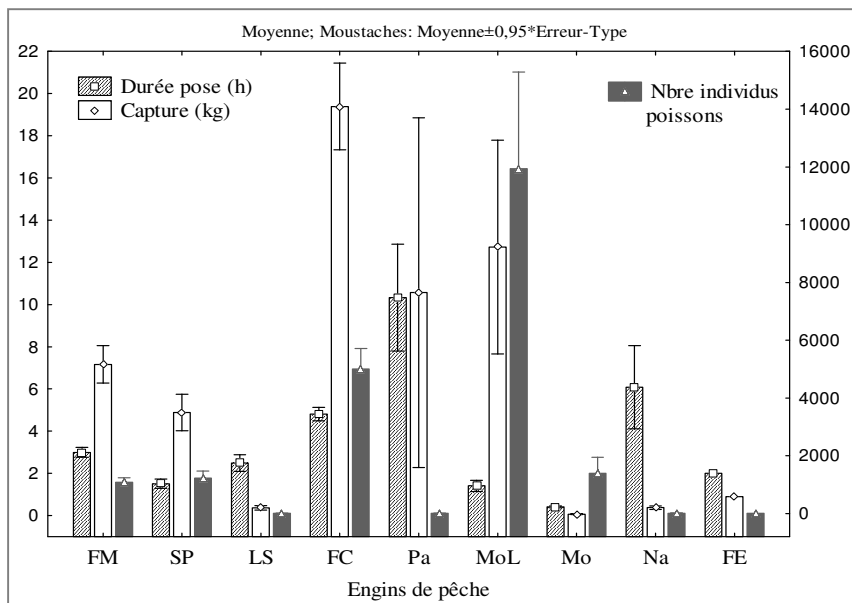


Figure 7. Durée de pose, capture et nombre moyen d’individus de poissons pêchés par engin

### Effort de pêche et CPUE des engins de pêche au lac Kivu

L’effort de pêche de la palangre ( $12 \pm 1,7$  h/j) a été significativement supérieur ( $p < 0,05$ ) à celui des autres engins de pêche (Figure 8a). Il a été suivi respectivement de celui de la nasse ( $5,4 \pm 4$  h/j) et de celui du filet carrelet ( $4,8 \pm 1,7$  h/j). Le tulle moustiquaire a présenté le plus faible effort de pêche ( $0,5 \pm 0,04$  h/j). Cependant, les captures par unité d’effort (CPUE) ont été les plus élevées avec la moustiquaire associée au *Lusenga* ( $7,9 \pm 6,1$  kg/h), suivies respectivement de celles du filet carrelet ( $3,9 \pm 1,8$  kg/h), de la senne de plage ( $3,6 \pm 2,3$  kg/h), des filets maillants ( $3,1 \pm 3,5$  kg/h) et de la palangre ( $0,9 \pm 1,1$  kg/h) (Figure 8b). Les CPUE des trois premiers engins ont été significativement ( $p < 0,05$ ) supérieures à celles de la ligne simple, du tulle moustiquaire, de la nasse et du filet épervier, ces derniers ayant eu des CPUE relativement plus faibles ( $0,2 \pm 0,1$  kg/h).

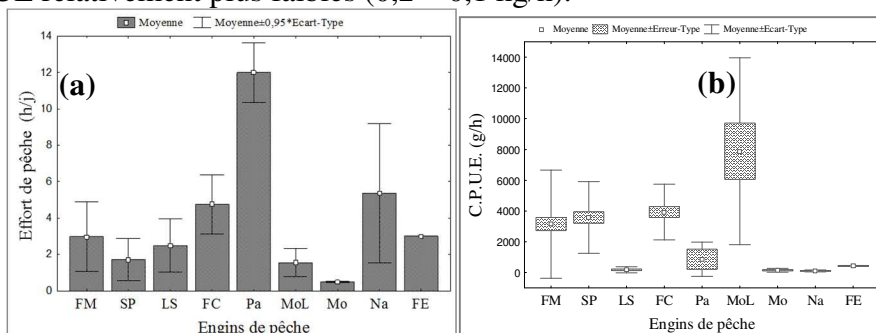


Figure 8. Effort de pêche (a) et CPUE (b) suivant les engins de pêche au lac Kivu

## Discussion

Avec la panoplie d'engins de pêche utilisés au lac Kivu, 23 espèces de poissons ont été capturées sur les 29 espèces connues de ce lac (Muderhwa & Matabaro, 2010; Snoeks *et al.*, 2012). Parmi les 6 espèces qui n'ont pas été capturées, 5 espèces (*Amphilius uranoscopus*, *Enteromius apleurogramma*, *E. pellegrini*, *Labeobarbus altianalis* et *Raimas moorii*) appartiennent à la famille des Cyprinidae et 1 à la famille des Cichlidae (*Oreochromis leucosticus*).

La préférence des écosystèmes aquatiques lotiques par les Cyprinidae, justifierait leur faible fréquence dans les captures au lac Kivu, en effet, ils affectionnent les rivières affluentes du lac (Snoeks *et al.*, 2012). Les 5 espèces de Cyprinidae pourraient ainsi être considérées comme des espèces à faible capturabilité, peu accessibles et/ou peu vulnérables aux engins de pêche (Lalèyè *et al.*, 2004). Quant à *Oreochromis leucosticus*, son origine, voire même sa présence au lac Kivu demeurent hypothétiques car n'ayant pas été confirmée par plusieurs recherches antérieures, notamment celles de Snoeks (1994, 1997), Kaningini (1995), Kaningini *et al.* (1999), Snoeks *et al.* (2012) et Paris *et al.* (2013). A part la large abondance des individus de l'espèce *Limnothrissa miodon* dans les captures (100% d'occurrence), nos résultats s'apparentent à ceux de Kaningini *et al.* (1999) sur l'importance relative des espèces de poisson au lac Kivu, bassin de Bukavu. La différence découlerait du fait que nos échantillonnages ont couvert une étendue plus grande du lac.

Les analyses des fréquences d'utilisation des différents engins de pêche au lac Kivu, ont montré une prédominance des filets maillants, suivis des filets senne de plage et carrelet. Au lac Kivu, l'avènement du filet maillant en 1988 a provoqué l'abandon massif du filet carrelet, autrefois plus utilisé dans la pêche en milieu pélagique, en faveur du filet maillant, surtout dans la partie congolaise du lac. Le coût d'investissement moins onéreux en filets maillants et la disponibilité de différents maillages, justifient la grande préférence à ce type d'engin de pêche ainsi que sa présence à des dimensions relativement grandes. Sur la rivière Pendjari au Bénin (Afrique de l'Ouest), Ahouansou Montcho (2011) avait trouvé que le filet maillant était l'engin de pêche le plus utilisé.

Au lac Kivu, la palangre a été spécifiquement plus sélective en ne capturant que 2 espèces de *Clarias* alors que la senne de plage a été la moins sélective avec 21 espèces de poisson capturées. Selon le mode d'action de la senne de plage, l'engin exploite assez profondément la partie littorale du lac en agissant plus sur la niche écologique occupée par les Cichlidae et plus spécialement ceux du genre *Haplochromis* qui y prédominent avec 15 espèces sur les 29 espèces connues (Snoeks *et al.*, 2012). Par ailleurs, les longues durées de pose notées pour la palangre et la nasse, relatent la grande

passivité qui caractérise leurs modes d'emploi, tout en justifiant les efforts de pêche élevés de ces deux engins de pêche comparativement aux autres engins couramment utilisés au lac Kivu.

C'est ainsi que dans les retenues artificielles de Sélingué et Manantali au Mali, Kantoussan (2007) avait désigné l'usage des filets maillants comme signe d'une pression de pêche plus intense et celui des palangres comme conforme au niveau d'exploitation moindre, ciblant particulièrement les espèces de grande taille.

Avec le projet ONG/219/92/Zaire, Kaningini *et al.* (1999) ont identifié 6 principaux engins de pêche (les filets maillants, la senne de plage, le filet carrelet, la ligne simple, la nasse et la palangre) qui étaient utilisés dans les eaux congolaises du lac Kivu. La présente étude a identifié trois engins supplémentaires que sont les tuelles moustiquaires, la moustiquaire associée au *Lusenga* et le filet épervier. En plus, au sein des filets maillants, les mailles de 6 et 7 mm ont remplacé celles de 11 et 12 mm signalées par Kaningini *et al.* (1999). C'est ainsi que, dans un milieu aquatique, généralement quand le niveau d'exploitation augmente et que les poissons de grande taille deviennent rares, les pêcheurs s'adaptent en réduisant la taille des mailles et ou en changeant les techniques de pêche (Albaret & Laë, 2003).

En termes d'occurrences, la prédominance des espèces permanentes et fréquentes dans les captures des différents engins de pêche au lac Kivu, est le signe d'une certaine stabilité ichthyologique de cet écosystème aquatique (Guillard *et al.*, 2012). Cette stabilité provient de sa composition, en grande partie d'espèces autochtones et endémiques, respectivement 9 et 15 signalées par Snoeks *et al.* (2012), et aussi de la réussite de l'introduction de *L. miodon* (Spliethoff *et al.*, 1983), principale espèce d'intérêt économique au lac Kivu.

La supériorité des captures de la zone pélagique par rapport aux zones littorale et côtière, montre l'efficacité des engins et pratiques de pêche utilisés dans cette zone comparativement aux deux autres. En effet, en milieu pélagique les pêcheurs utilisent essentiellement les filets maillants de grande dimension et le filet carrelet. Ce dernier, détient un coût d'investissement plus élevé, conduisant à des rendements supérieurs par rapport à ceux d'autres engins de pêche au lac Kivu. En plus, la sardine *L. miodon* est plus présente en milieu pélagique, favorisant ainsi les bonnes captures. Dans ses recherches sur les impacts de la pression de pêche sur l'organisation des peuplements de poissons des retenues artificielles de Sélingué et de Manantali au Mali, Kantoussan (2007) a également signalé une corrélation positive entre l'effort de pêche et les captures. En plus, il a noté des captures totales spécifiques par unité de surface plus élevées à Sélingué qu'à Manantali, cette dernière étant exploitée par des techniques de pêche moins professionnelles que celles de Sélingué.

Bien que le coût d'investissement de la pêche au carrelet soit relativement plus élevé que ceux des autres engins de pêche, la supériorité des CPUE réalisées par la moustiquaire associée au *Lusenga*, résulte de la facilité avec laquelle cet engin de pêche capture les poissons en majorité alevins et juvéniles de la zone littorale. A ces stades de croissance, les poissons sont de petites tailles, ce qui justifie même le nombre plus élevé d'individus de poissons capturés par cet engin de pêche aux mailles relativement fines. Par ailleurs, les faibles CPUE de la nasse et de la ligne simple, découleraient de l'inefficacité de ces deux engins de pêche à capturer les poissons du lac Kivu, dont la composition spécifique demeure moins diversifiée par rapport aux autres grands lacs du Rift-est Africain (Masilya, 2011). La forte similarité spécifique qui a été observée entre le tulle moustiquaire et la moustiquaire associée au *Lusenga*, est la conséquence de leur proximité en matériel de confection et habitats de pêche.

Rappelons que la moustiquaire associée au *Lusenga* est faite d'un filet carrelet usé et d'une moustiquaire. Des cas de combinaisons entre engins de pêche dans la pêcherie au lac Volta (Ghana) avaient été également signalés par Ofori-Danson (2005). En plus, les fines mailles, la presque inexistence d'investissement et la prédominance des alevins dans les captures, expliqueraient mieux les faibles poids des captures réalisées par le tulle moustiquaire.

### **Conclusion et recommandations**

Actuellement, les activités de pêche au lac Kivu reposent sur l'utilisation de 9 engins de pêche que sont les filets maillants, le filet carrelet, la senne de plage, le tulle moustiquaire, la moustiquaire associée au *Lusenga*, la palangre, la ligne simple, la nasse et le filet épervier. Les filets maillants sont les engins de pêche les plus utilisés alors que la palangre est l'engin de pêche le plus sélectif. La moustiquaire associée au *Lusenga* et le filet carrelet sont ceux qui réalisent les meilleures captures par unité d'effort (CPUE).

Les filets à petites mailles (filets maillants aux mailles de 6 à 7 mm, les tulle moustiquaires ainsi que les moustiquaires associées au *Lusenga*), récemment introduits au lac Kivu, sont utilisés dans les zones côtière et littorale, capturant des alevins et des géniteurs qui fréquentent ces zones. C'est pourquoi, les activités de pêche dans ces zones doivent être suivies de près en proposant d'interdire l'usage des filets aux mailles fines en vue d'une gestion rationnelle des ressources halieutiques du lac Kivu.

### **References:**

1. Ahouansou Montcho, S. (2011). Diversité et exploitation des poissons de la rivière Pendjari (Bénin, Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 234 p.

2. Albaret, J.J. & Laë, R. (2003). Impact of fishing and fish assemblages in tropical lagoons: the example of the Ebrie lagoon, West Africa. *Aquatic Living Resources*, 16: 1-9.
3. Brethers, J.C. & O'Boyle, R.N. (1990). Méthodes d'évaluation des stocks halieutiques. Université de Québec, Vol. I et II, 931 p.
4. Charbonnel, E., Francour, P., Harmelin, J.G. & Ody, D. (1995). Les problèmes d'échantillonnage et de recensement du peuplement ichtyologique dans les récifs artificiels. *Biologia Marina Mediterranea*, 2 (1): 85-90.
5. CPECNDD/ Sud-Kivu (2013). Rapport annuel de la Coordination Provinciale de l'environnement, Conservation de la Nature et Développement Durable/ Sud-Kivu. 213 p.
6. FAO (1994). Report of the *Ad hoc* Consultation on the Role of Regional Fishery Agencies in Relation to High Seas Fishery Statistics. La Jolla, Californie, Etats-Unis, 13-16 décembre 1993. FAO Fisheries Report, n°500, Rome. 167 p.
7. Gréboval, D. & Maes, M. (1993). Caractéristiques et évolution des pêcheries des lacs d'Afrique Centrale. Colloque du 14 au 18 mai 1991 sur l'eau et l'aménagement dans l'Afrique des grands lacs. Ed. CRET. 905081: 216-276.
8. Guillard, J., Darchambeau, F., Masilya, P. & Descy, J.-P. (2012). Is the fishery of the introduced Tanganyika Sardine (*Limnothrissa miodon*) in Lake Kivu (East Africa) sustainable? *Journal of Great Lakes Research*, 38 (3): 524-533.
9. Kaningini, B. (1995). Etude de la croissance, de la reproduction et de l'exploitation de *Limnothrissa miodon* au lac Kivu, Bassin de Bukavu, thèse de doctorat, Université Notre Dame de Namur, 168 p.
10. Kaningini, B., Micha, J.-Cl., Vandenhautte, J., Platteau, J.-P., Watongoka, H., Mélard, C., Wilondja, M.K. & Isumbisho, M. (1999). Pêche du Sambaza au filet maillant dans le lac Kivu, Rap. final Projet ONG/219/92/Zaire. CERUKI-F.U.C.I.D.-U.N.E.C.E.D.-C.C.E, 187 p.
11. Kantoussan, J. (2007). Impacts de la pression de pêche sur l'organisation des peuplements de poissons : Application aux retenues artificielles de Sélingué et de Manantali, Mali, Afrique de l'Ouest. Thèse de doctorat, Agrocampus, Rennes, 195 p.
12. Laë, R. & Lévêque, C. (1999). La pêche. In: Lévêque C. et Paugy D. (eds.), *Les poissons des eaux continentales africaines: diversité, écologie, utilisation par l'homme*. Pp. 385-424. IRD.
13. Lalèyè, P., Chikou, A., Philippart, J.-C., Teugels, G. & Vandewalle, P. (2004). Etude de la diversité ichtyologique du Bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cybium*, 28 (4): 329-339.

14. Lamboeuf, M. (1989). Estimation de l'abondance du stock d'Isambaza (*Limnothrissa miodon*), résultats de la prospection acoustique de septembre 1989. RWA/87/012/DOC/TR/20, Gisenyi. 13 p.
15. Lamboeuf, M. (1991). Abondance et répartition du *Limnothrissa miodon* du lac Kivu, résultats des prospections acoustiques d'avril 1989 à juin 1991. RWA/87/012/DOC/TR/46, Gisenyi. 11 p.
16. Laurec, A. & Le Guen, J.C. (1981). Dynamique des populations marines exploitées. Tome I: Concepts et modèles. Rapp. Sci. et Tech. CNEXO, 45, 117 p.
17. Masilya, M. (2011). Ecologie alimentaire comparée de *Limnothrissa miodon* et de *Lamprichthys tanganicanus* au lac Kivu. Thèse de doctorat, Université de Namur, Laboratoire de Biologie des organismes. 212 p.
18. Muderhwa N. & Matabaro L. (2010). The introduction of the endemic fish species, *Lamprichthys tanganicanus* (Poeciliidae), from Lake Tanganyika into Lake Kivu: possible causes and effects. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 13 (2): 203-213.
19. Ofori-Danson, P.K. (2005). An assessment of the purse-seine (winch-net) fishery in Lake Volta, Ghana Lakes and Reservoirs. *Research and Management*, 10: 191-197.
20. Paris, J., Petriat, G. & Vonlanthen, P. (2013). Standardized gill net survey of the fish community in Lake Kivu (Rwanda). Final report, pp. 1-28.
21. Snoeks, J., Kaningini, B., Masilya, M., Nyinawamwiza, L. & Guillard, J. (2012). Fishes in Lake Kivu: Diversity and Fisheries: 125-150. In: Descy, J.-P., Darchambeau, F. and Schmid, M. (eds.), Lake Kivu-Limnology and biogeochemistry of a tropical great Lake. *Springer*.
22. Snoeks, J., De Vos, L. & Thys Van Den Audenaerde, D. (1997). The ichthyography of Lake Kivu. *South African Journal of Science*, 93: 579-584.
23. Snoeks, J. (1994). The Haplochromis (Teleostei, Cichlidae) of Lake Kivu (East Africa), a taxonomy revision with notes on their ecology. *Annales Sciences Zoologiques*, 270: 1-121.
24. Spliethoff, P.C., De Iongh, H.H. & Frank, V. (1983). Success of the introduction of the freshwater Clupeid *Limnothrissa miodon* (Boulenger) in Lake Kivu. *Fisheries Management*, 14: 17-31.