

# *Inventaire Et Profil Epidémiologique Des Parasites De Cinq Espèces De Poissons A Potentiel Piscicole Dans Le Cours Supérieur Du Fleuve NKAM (Littoral-Cameroun)*

## *[Assessment And Epidemiological Profile Of Parasites Of Five Fish Species With Breeding Potential From The Upper Course Of The NKAM River (Littoral-Cameroon)]*

NACK Jacques<sup>1</sup>, FONKWA Georges<sup>1\*</sup>, FANDA Ngandeu Jackson Privat<sup>1</sup>, TOMEDI Eyango Minette<sup>1</sup>, TCHOUMBOUE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Aquaculture et de Démographie des Ressources Halieutiques, Institut des Sciences Halieutiques, Département d'Aquaculture, Université de Douala, B.P. 7236 Douala-Cameroun

<sup>2</sup>Laboratoire d'Ichtyologie et Hydrobiologie Appliquée, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, BP. 222 Dschang – Cameroun



**Résumé** – La présente étude a été conduite de mai à septembre 2019 en amont du fleuve Nkam, dans la plaine des Mbô en vue de contribuer à la connaissance de la biodiversité et de l'écologie des parasites des poissons. Ainsi, un total de 130 spécimens de poissons (13 *Clarias gariepinus*, 34 *Clarias jaensis*, 24 *Labeobarbus batesii*, 29 *Oreochromis niloticus* et 30 *Parachanna obscura*) a été collecté de manière aléatoire auprès des pêcheurs. L'examen parasitologique a permis de déterminer la prévalence et l'intensité moyenne d'infestation. Les résultats ont montré un polyparasitisme chez toutes les espèces de poissons avec un total de six taxons de parasites (monogènes, myxosporidies, nématodes, cestodes, copépodes, trématodes). La prévalence générale (48%) a été faible. Indépendamment de l'espèce hôte, la prévalence a été faible pour les monogènes (49,23%), trématodes (28,46%) et myxosporidies (24,62%) pendant que les cestodes (1,53%), copépodes (5,38%) et nématodes (6,92%) ont enregistré une prévalence très faible. Les paramètres espèce, sexe, taille et poids n'ont pas significativement affecté la prévalence et l'intensité d'infestation des poissons. Par ailleurs, la prévalence des monogènes a été maximale (100%) chez *Oreochromis niloticus* suivis de *Clarias gariepinus* (76,92%). En outre, 75% de poisson *Labeobarbus batesii* a été parasité par les trématodes. Globalement, l'intensité d'infestation a varié de très faible à faible. Au terme de la présente étude, il ressort un polyparasitisme par une faune parasitaire composée de six groupes parmi lesquels les monogènes ont été les plus représentés. Dans l'ensemble, la prévalence et l'intensité d'infestation ont été affectées par l'espèce, le sexe, les classes de taille et poids de poissons du fleuve Nkam sans toutefois montrer de grande différence.

**Mots-clés** – Polyparasitisme ; Prévalence; Intensité ; Biodiversité, Ecologie.

**Abstract** – This study was conducted from May to September 2019 upstream of the Nkam river, in the “plaine des Mbô” in order to contribute to the knowledge of fish parasites biodiversity and ecology. So, a total of 130 fish specimens (13 *Clarias gariepinus*, 34 *Clarias jaensis*, 24 *Labeobarbus batesii*, 29 *Oreochromis niloticus* and 30 *Parachanna obscura*) randomly collected from the fishermen were parasitologically examined so as to determine the prevalence and mean intensity of infestation. Results revealed the polyparasitism of all the fish species with six taxa of parasites (monogeneans, myxosporeans, nematodes, cestodes, copepods, trematodes). The overall prevalence (48%) was low. Irrespective of the host species, the prevalence was low with monogeneans (49.23%), trematodes (28.46%) and myxosporeans (24.62%) while cestodes (1.53%), copepods (5.38%) and nematodes (6.92%) recorded a very low prevalence. Fish species, sex, size classes and weights did not significantly influence the prevalence and intensity of infestation. In addition, the prevalence of monogeneans was maximum (100%) in *Oreochromis niloticus* followed by *Clarias gariepinus* (76.92%). On the other hand, 75% of the fish *Labeobarbus batesii* was infested by trematodes. The overall intensity varied from very low to low. This study finally

reveals the polyparasitism of fishes by a parasitic fauna composed of six groups of parasites among which monogeneans were the most represented. Overall, the prevalence and the intensity of infestation was affected by the species, sex, sizes and weight classes of fishes from the Nkam river with no significant difference.

**Keywords – Polyparasitism, Prevalence; Intensity; Biodiversity, Ecology**

## I. INTRODUCTION

Les ressources halieutiques en général et le poisson en particulier constituent l'une des denrées alimentaires de base la plus consommée dans l'alimentation humaine. En général, sa contribution en protéine animale dans l'alimentation varie de 20 à 21 % et particulièrement, avoisine 51% dans les pays côtiers. De nos jours, la consommation mondiale du poisson a dépassé le seuil moyen de 20 kg par an et par habitant, soit le double du niveau de consommation moyen des années 1960 (FAO, 2016).

Au Cameroun, la demande en poisson est sans cesse croissante. Elle se situe annuellement à près de 500 000 tonnes alors que l'offre nationale n'est estimée qu'à 230 000 tonnes/an, avec moins de 4 % provenant de l'aquaculture. Pour combler ce déficit de production, le Cameroun importe annuellement 250 000 tonnes de poissons supplémentaires équivalentes à environ 200 milliards de FCFA de perte en devise dans la balance commerciale (MINEPIA, 2015). Cette situation est paradoxale au regard du potentiel aquacole dont le Cameroun regorge (Fonkwa *et al.*, 2020a). Il s'agit de 420 km de côte maritime, une grande disponibilité en terre et diversité agro-écologique, un potentiel hydraulique important et ressources ichtyologiques bien diversifiées. En effet, le secteur aquacole susceptible de pallier le déficit de production de poissons est en réalité confronté à plusieurs contraintes au rang desquelles les pathologies parasitaires à l'origine de la perturbation de la santé des poissons et la baisse de leurs performances zootechniques (Tombi et Bilong Bilong, 2004 ; Fonkwa *et al.*, 2021). L'impact des parasites reste une préoccupation majeure bien que négligé dans la pisciculture. Plusieurs parasites peuvent être pathogènes aussi bien en élevage qu'en milieu naturel contribuant aux mortalités élevées de poissons, aux pertes économiques, ou dans certains cas aux infections de l'homme et d'autres vertébrés qui les consomment (Fagbenro *et al.*, 1993). Face aux effets néfastes des parasites, Piasecki *et al.* (2004) préconisent d'étudier la biodiversité parasitaire des poissons avant toute tentative de domestication pour élaborer des méthodes de lutte. Pour satisfaire une demande croissante en poissons d'eau douce, des recherches sur les parasites doivent être intensifiées afin d'augmenter le niveau de production agricole.

Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, la majorité de projets piscicoles ont utilisé des espèces importées qui ne sont pas adaptées aux milieux d'accueil et se sont soldés par des échecs. C'est pourquoi il est recommandé d'utiliser les espèces locales plus adaptées comme celles du fleuve Nkam dont la diversité est importante (Stiassny *et al.*, 2007).

Au Cameroun, la biologie et les pathologies des poissons autochtones sont encore mal connues. Bien que les recherches sur les parasites des poissons au Cameroun aient connues un regain d'intérêt, elles demeurent cependant insuffisantes et sont plus taxonomiques que dynamiques. Durant ces dix dernières années, les travaux relatifs aux parasites des poissons sont ceux de Lekeufack et Fomena (2013), Tombi *et al.* (2014), Bahanak *et al.* (2016), Bassock *et al.* (2016, 2017), Nack *et al.* (2015, 2018, 2020), Lekeufack *et al.* (2019), Fonkwa *et al.* (2017, 2018, 2020, 2021). Fomena *et al.* (2010) ont décrit deux espèces de myxosporidies parasites de *Clarias pachynema* et *Parachanna obscura* de la rivière « Sangé », affluent du Nkam, alors que les études de Domwa (2012) dans le cours supérieur du fleuve Nkam ont signalé l'infestation de *Clarias gariepinus* et *Clarias jaensis* par des nématodes. Le présent travail cadre avec l'une des préoccupations majeures du système des nations unies que ce soit la préservation de la biodiversité ou la promotion de la sécurité alimentaire. Il a pour objectif général de contribuer à l'augmentation du potentiel de production de poissons à travers une meilleure connaissance de leurs pathologies. Plus spécifiquement il s'est agi de recenser les différents groupes de parasites de cinq espèces de poissons les plus pêchés dans le Nkam et d'évaluer l'effet des facteurs endogènes (espèces de poissons, sexe, classe de taille et poids) sur leur prévalence et intensité d'infestation.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### II.1 Zone d'étude et caractéristiques géoclimatiques

Les poissons autopsiés au cours de cette étude ont été pêchés dans le cours supérieur du fleuve Nkam (Figure 1). Ce fleuve s'étend sur la plaine des Mbô, située en grande partie dans le Département de la Ménoua, Région de l'Ouest-Cameroun (Latitude

## Inventaire Et Profil Epidémiologique Des Parasites De Cinq Espèces De Poissons A Potentiel Piscicole Dans Le Cours Supérieur Du Fleuve NKAM (Littoral-Cameroun)

Nord : 5°05' - 5° 10'; Longitude Est : 10°00' - 10° 03'), entre 900 et 1200 m d'altitude et couvre environ 40000 hectares. Le climat est de type sub-équatorial ou Camerounien caractérisé par une saison sèche (Novembre à Mars) avec des températures variant de 18 à 30°C et une saison de pluies qui va de mars à novembre avec des températures de 17 à 26°C. La pluviométrie moyenne est comprise entre 1800 et 2000 mm. L'humidité relative varie de 49,0 à 97,9% entre la saison sèche et la saison de pluies. Les sols sont ferrallitiques, plus ou moins rouges avec une textures limoneuse, argileuse ou sablo-argileuse. La zone d'étude est située dans la limite des domaines de la forêt semi caducifoliée et de la forêt toujours verte. Ses formations boisées contiennent également des savanes péri-forestières et des forêts marécageuses (Chevalier, 1993).

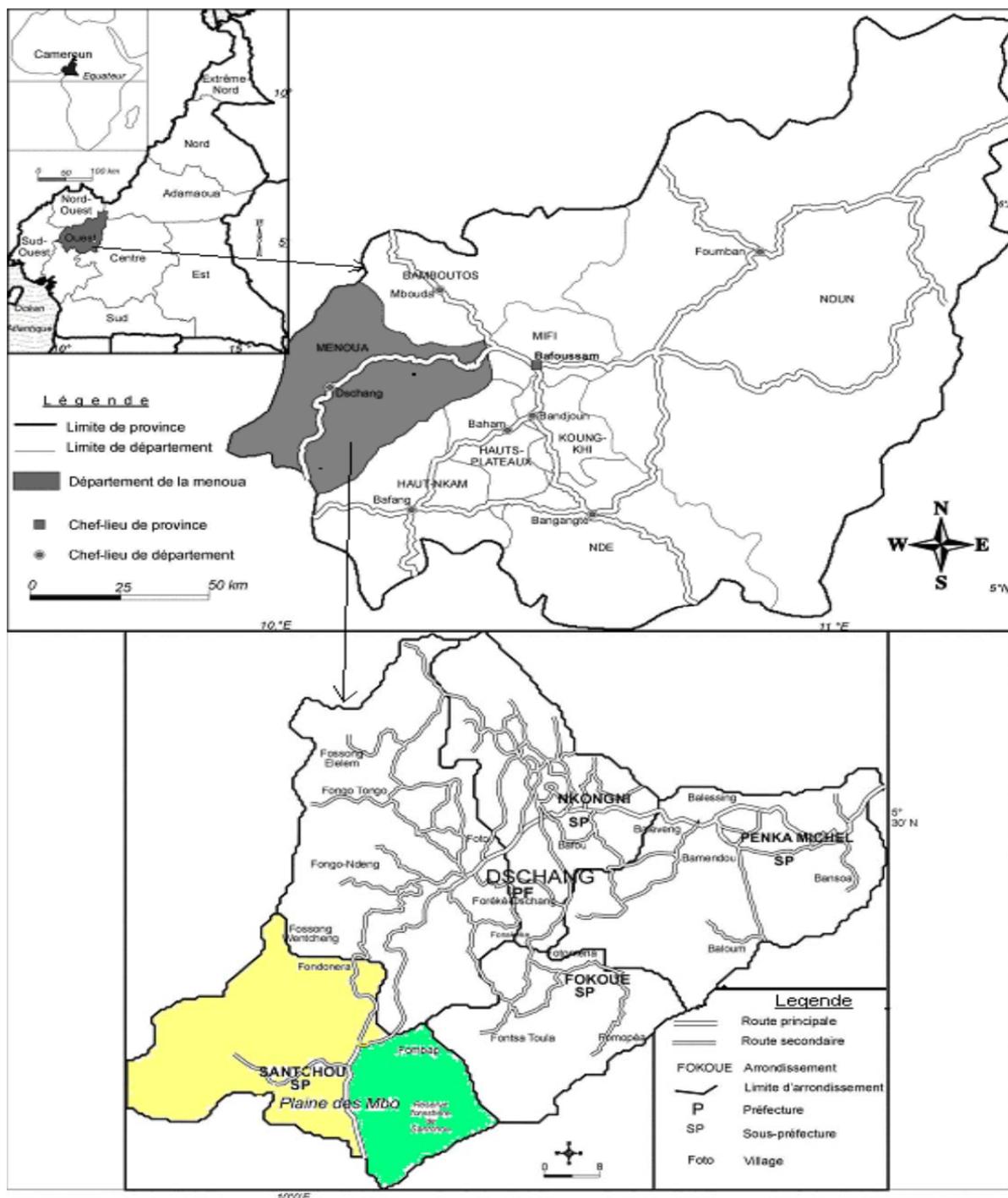


Figure 1: Présentation de la zone d'étude

## **II.2 Collecte des poissons et examens parasitaires**

Un total de 130 spécimens de poissons (13 *Clarias gariepinus*, 34 *Clarias jaensis*, 24 *Labeobarbus batesii*, 29 *Oreochromis niloticus* et 30 *Parachanna obscura*) a été collecté mensuellement auprès des pêcheurs dans la période allant de mai à septembre 2019. L'abdomen de chaque spécimen de poisson a été incisé à environ un centimètre de l'orifice cloacal afin de permettre une bonne conservation des viscères pour des études ultérieures. Les poissons ainsi traités ont été ensuite placés dans un bac isotherme dans lequel des blocs de glaces congelés ont été placés à la veille. Au laboratoire, après décongélation, les espèces de poissons ont été identifiées à l'aide du guide de Stiassny *et al.* (2007). La taille (longueur standard) a été déterminée à l'aide d'un ichtyomètre puis la masse corporelle a été mesurée à l'aide d'une balance électronique de marque Sartorius. La taille et poids ont été ensuite regroupés en classes. Le sexe de chaque individu a aussi été identifié par l'examen des gonades sous une loupe binoculaire de marque Wild Heerbrug M2G17.

Les kystes de métacercaires présents sur le tégument, les yeux et les nageoires ont ensuite été dénombrés à l'aide d'une loupe manuelle. Les branchies, le tube digestif (œsophage, estomac, intestin), le foie, la rate et le rein ont été isolés séparément dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau distillée. Les frottis du foie, gonades, rate et des reins ont été réalisés et observés à l'objectif 100X du microscope de marque Leica DM 2500. Les arcs branchiaux ont été détachés à l'aide d'une paire de ciseaux après deux sections dorsale et ventrale, puis introduits dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau de robinet. L'eau de rinçage recueillie dans une boîte de Pétri ainsi que les filaments branchiaux ont été examinés sous une loupe binoculaire de marque Wild Heerbrug M2G17 et au grossissement 2X. Les monogènes ont été détachés à l'aide d'une aiguille d'entomologiste montée sur mandrin d'horloger puis, montés entre lame et lamelle dans une micro-goutte de picrate d'ammonium-glycérine (Malmberg, 1970) pour une identification microscopique. Les autres ectoparasites observés ont également été identifiés morphologiquement puis dénombrés. L'estomac et l'intestin ont été aussi ouverts puis examinés sous la loupe binoculaire. Les parasites observés dans ces organes ont été identifiés puis dénombrés. L'identification des différents parasites s'est limitée au niveau de la classe pour les helminthes et crustacés tandis que celle des protozoaires s'est réduite à l'embranchement.

## **II.3 Indices épidémiologiques étudiés et analyses statistiques**

La prévalence (Pr) et l'intensité moyenne d'infestation (I) ont été les indices épidémiologiques étudiés et définis selon Bush *et al.* (1997). La méthode de classification de prévalence établie par Valtonen *et al.* (1997) a été modifiée et adaptée à la présente étude. A cet effet, elle a été soit très faible ( $Pr < 10,00\%$ ), faible ( $10,00 \leq Pr \leq 50,00\%$ ) soit élevée ( $Pr > 50,00\%$ ). Les intensités d'infestation ont été classées selon la méthode de Bilong Bilong et Njiné (1998). Ainsi, elles ont été qualifiées de très faible ( $I < 10,00$ ), faible ( $10,00 \leq I \leq 50,00$ ), moyenne ( $50,00 < I \leq 100,00$ ) ou forte ( $I > 100,00$ ). La prévalence a été comparée à l'aide du test de Chi-2 pendant que l'analyse de la variance à un facteur et le test de Kruskal Wallis ont été utilisés pour comparer les intensités moyennes d'infestation entre les espèces, sexes, classe de taille et poids vif de poissons. Les différences ont été considérées significatives au seuil (p) de 0,05.

## **III. RÉSULTATS**

### **III.1 Faune des parasites recensés en fonction des espèces de poissons**

La faune des parasites recensés en fonction des espèces de poissons (Tableau I) montre que toutes les espèces hôtes ont été parasitées. Les protozoaires (myxosporidies), helminthes (cestodes, monogènes, trématodes, nématodes) et crustacés (copépodes) ont été identifiés pour un total de six groupes de parasites. Chaque espèce de poissons étudiée a hébergé au moins trois différents groupes de parasites. *Clarias jaensis* a abrité la plus grande richesse parasitaire soit cinq groupes sur six (83.33%) excepté les copépodes. L'espèce *Labeobarbus batesii* en a hébergé quatre alors que *Clarias gariepinus*, *Oreochromis niloticus* et *Parachanna obscura* n'ont été infestés que par trois groupes de parasites.

La comparaison du spectre d'infestation ressort que les myxosporidies ont parasité toutes les cinq espèces de poissons examinées suivies des monogènes et trématodes avec quatre hôtes. Les cestodes et nématodes ont parasité chacun deux espèces de poissons alors que les copépodes n'ont été retrouvés que chez l'espèce *Labeobarbus batesii*.

Tableau I: Faune des parasites recensés en fonction des espèces de poissons

Espèces de poissons	Groupes de parasites					
	Cestodes	Copépodes	Monogènes	Myxosporidies	Nématodes	Trématodes
<i>C. gariepinus</i>	-	-	+	+	+	-
<i>C. jaensis</i>	+	-	+	+	+	+
<i>L. batesii</i>	+	+	-	+	-	+
<i>O. niloticus</i>	-	-	+	+	-	+
<i>P. obscura</i>	-	-	+	+	-	+

+ : présent; - : absent

### III.2 Prévalence et intensité moyenne d'infestation en fonction des espèces hôtes

La prévalence et intensité d'infestation en fonction des espèces hôtes sont respectivement illustrées par les figures 2 et 3. Il apparaît que indépendamment de l'espèce de poisson, la prévalence (Figure 2) générale a été faible soit 48% en moyenne. La prévalence la plus élevée (49,23%) a été observée chez les monogènes suivis dans l'ordre des trématodes (28,46%) et myxosporidies (24,62%). La plus faible prévalence (1,53%) a été notée chez les cestodes. Quelle que soit l'espèce hôte considérée, les monogènes ont constitué le groupe de parasites les plus fréquents, excepté chez *Labeobarbus batesii* et *Parachanna obscura*, où les trématodes et les myxosporidies ont apparus plus fréquemment. La prévalence d'infestation a été globalement plus élevée chez les espèces de poisson *Labeobarbus batesii* et *Oreochromis niloticus* comparativement aux autres espèces hôtes.

Indépendamment des espèces hôtes, les intensités d'infestation (Figure 3) ont été très faibles ( $I < 10,00$ ) chez les cestodes, copépodes et nématodes mais faibles ( $10,00 \leq I \leq 50,00$ ) pour les monogènes et trématodes. Les intensités ont varié entre 1,50 (cestodes) et 32,50 (monogènes). En tenant compte de l'espèce de poisson, il ressort que l'intensité d'infestation à monogènes a été plus élevée chez *Clarias gariepinus*, *Clarias jaensis* et *Oreochromis niloticus* comparativement à celle observée chez *Labeobarbus batesii* et *Parachanna obscura* où les trématodes ont été les plus représentés ( $p = 0,83$ ). Chez les myxosporidies, la détermination de l'intensité d'infestation sur la base des kystes n'a pas été possible en raison de leur absence. Seules les spores diffuses de myxosporidies ont été identifiées dans la rate, le foie et les reins des poissons.

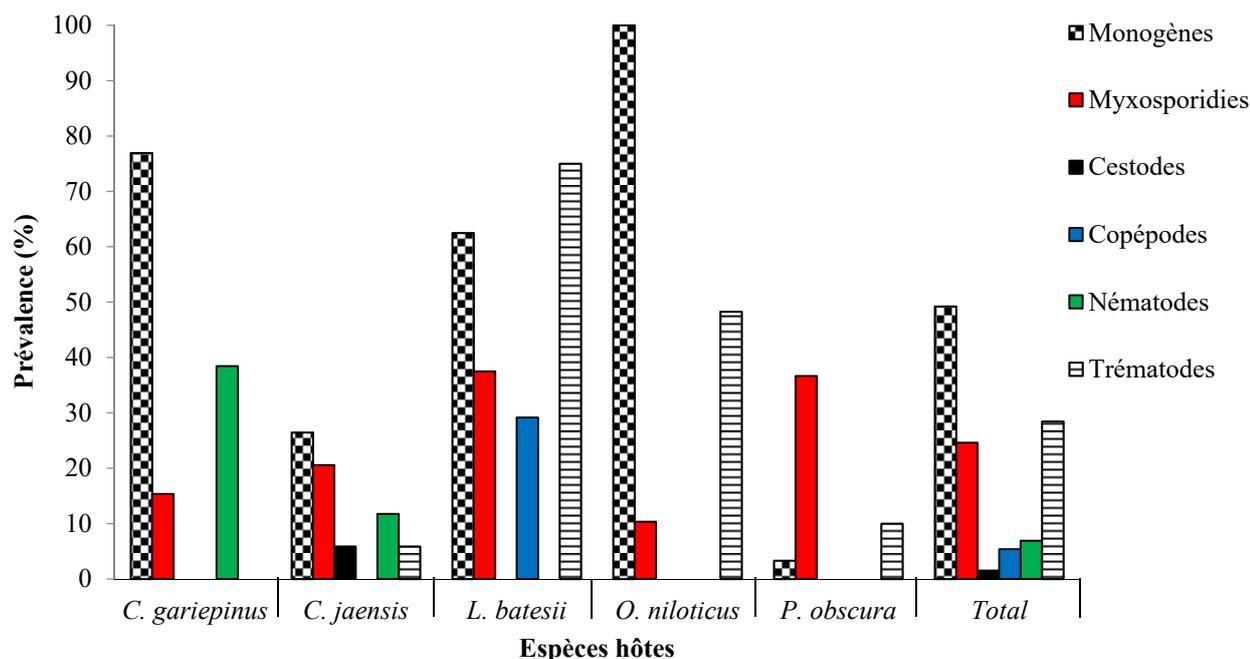


Figure 2 : Prévalence d'infestation en fonction des espèces hôtes

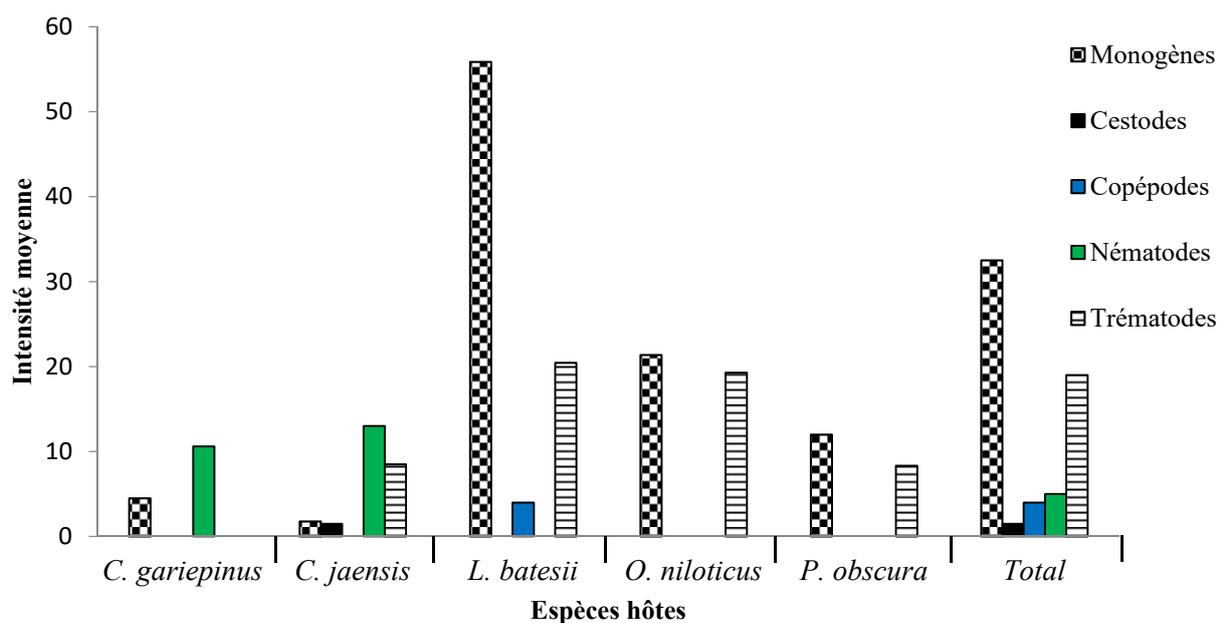


Figure 3: Intensité moyenne d'infestation en fonction des espèces hôtes

### III.3 Effet du sexe de l'espèce hôte sur la prévalence et l'intensité moyenne d'infestation

Les poissons indépendamment de l'espèce et du sexe ont été parasités (Figure 4). Les cestodes et nématodes n'ont été présents que chez les femelles. Quels que soient le sexe et l'espèce de poisson (excepté *P. obscura*), la prévalence des monogènes a été la plus élevée. Aucune différence significative ( $p = 0,67$ ) de prévalence n'a été observée entre les femelles et mâles des cinq espèces de poissons.

Relativement aux intensités d'infestation (Figure 5), les valeurs ont varié de très faible à moyenne entre les sexes des différentes espèces de poissons avec un pic de 73,62 chez les mâles de *Labeobarbus batesii*. L'analyse de l'intensité d'infestation des poissons par les différents groupes de parasites n'a pas montré de différence significative entre les sexes des poissons

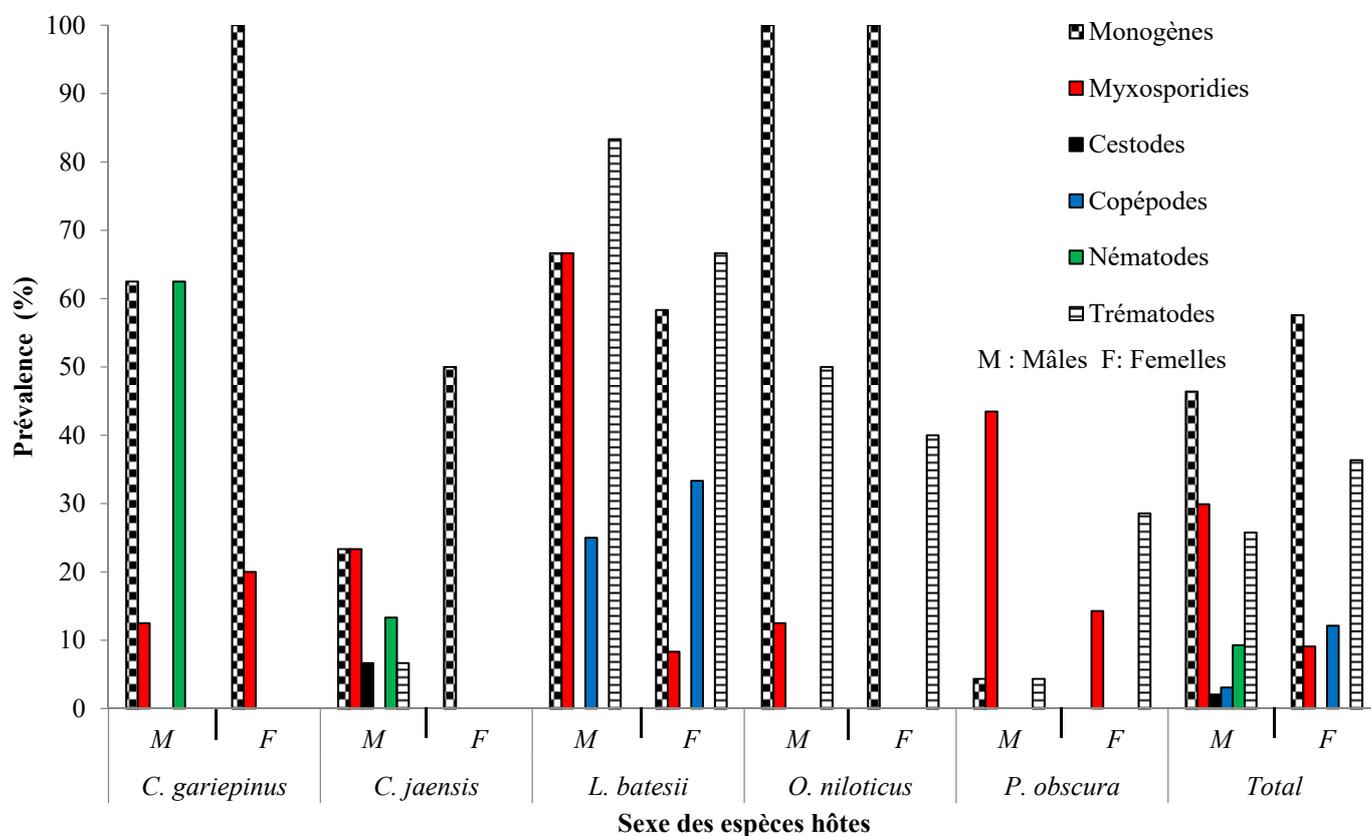


Figure 4 : Effet du sexe des poissons sur la prévalence d'infestation

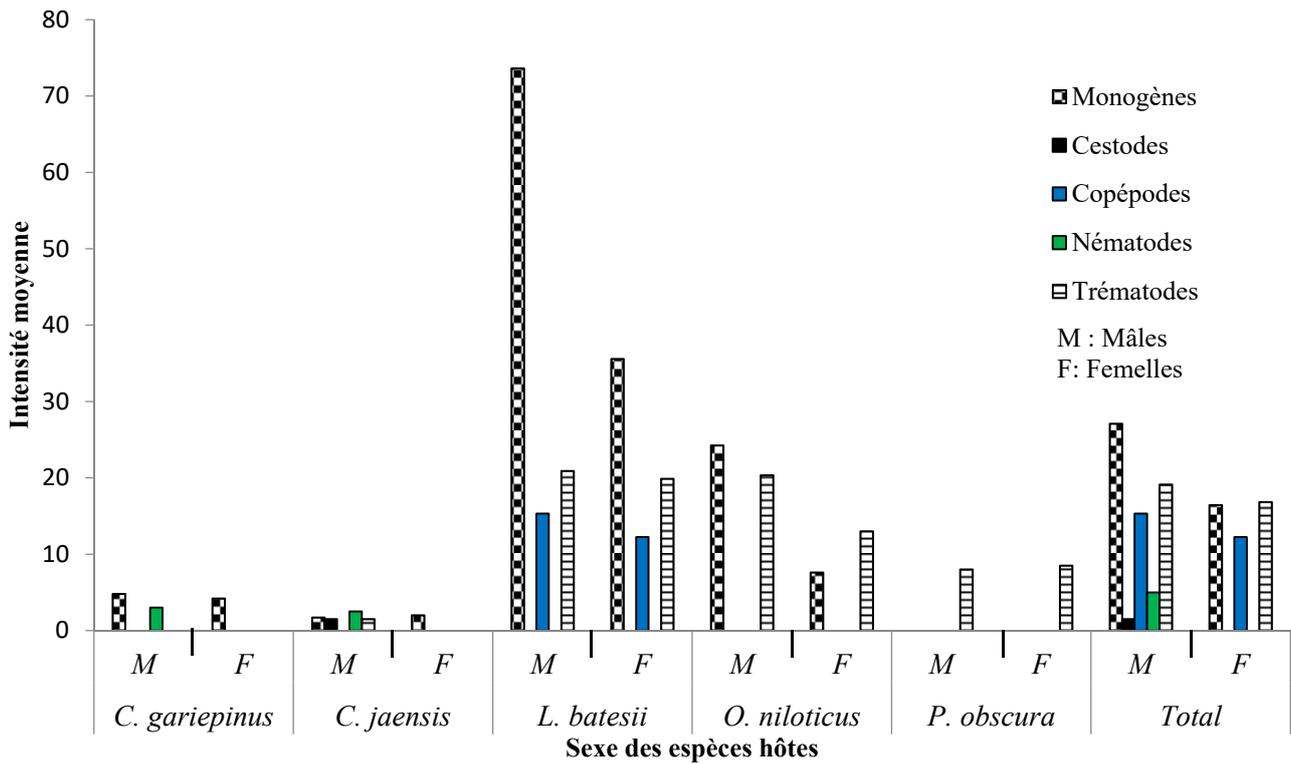


Figure 5 : Effet du sexe des poissons sur l'intensité moyenne d'infestation

#### III.4 Prévalence et intensité moyenne d'infestation en fonction de la taille des hôtes

La prévalence d'infestation en fonction de la taille des hôtes (Figure 6) montre une hétérogénéité dans la colonisation des hôtes. En effet, indépendamment de l'espèce, les poissons de toutes les classes de tailles considérées ont été infestés. Les trématodes et monogènes ont enregistré la prévalence la plus élevée ( $p = 0,67$ ) dans les classes de tailles où ils ont été représentés suivis des myxosporidies. La tendance générale est la diminution de la richesse parasitaire avec la taille du poisson. Chez *Clarias gariepinus*, la prévalence des monogènes et celle des myxosporidies ont été plus élevées ( $p = 0,59$ ) dans la classe de taille [30 – 40[. La même observation a été faite chez *Clarias jaensis*, pour les classes de taille [30 – 40[ et [10 – 20[. Les cestodes, nématodes et trématodes ont été les plus observés ( $p = 0,70$ ) chez *Clarias jaensis* dont la taille était comprise entre 20 et 30 cm. Chez *Labeobarbus batesii*, les monogènes, myxosporidies et copépodes ont été les plus représentés dans la classe [20 - 30[. Pour ce qui est de la classe [10 - 20[, les trématodes y ont été les plus prévalents. Aucune différence significative ( $p = 0,95$ ) n'a été observée entre les prévalences des parasites des différentes classes de tailles. Concernant *Oreochromis niloticus*, la prévalence des myxosporidies et celle des trématodes ont été plus élevées ( $p = 0,88$ ) dans la classe de taille [20 - 30[. Les poissons de moins de 20 cm ont été plus infestés (100%) par les monogènes. Chez l'espèce *Parachanna obscura*, les monogènes et trématodes ont plus parasité la classe de taille [20 - 30[ sans toutefois montrer de différence significative.

Les intensités moyennes d'infestation en fonction des classes de taille telles qu'illustrées par la figure 7 ont été faibles dans l'ensemble indépendamment de l'espèce et la classe de taille de poisson. A l'exception de la classe [30 - 40[ hébergeant plus de nématodes, les monogènes ont enregistré les intensités d'infestation les plus élevées ( $p = 0,81$ ). Les intensités d'infestation intra et inter classes n'ont pas exprimé une grande variation. Cela n'a pas été le cas de *Clarias jaensis* où les nématodes ont été plus représentés ( $p = 0,01$ ) dans la classe [10 - 20[ par rapport à [20 - 30[ avec respectivement des intensités de 40,00 et 5,00.

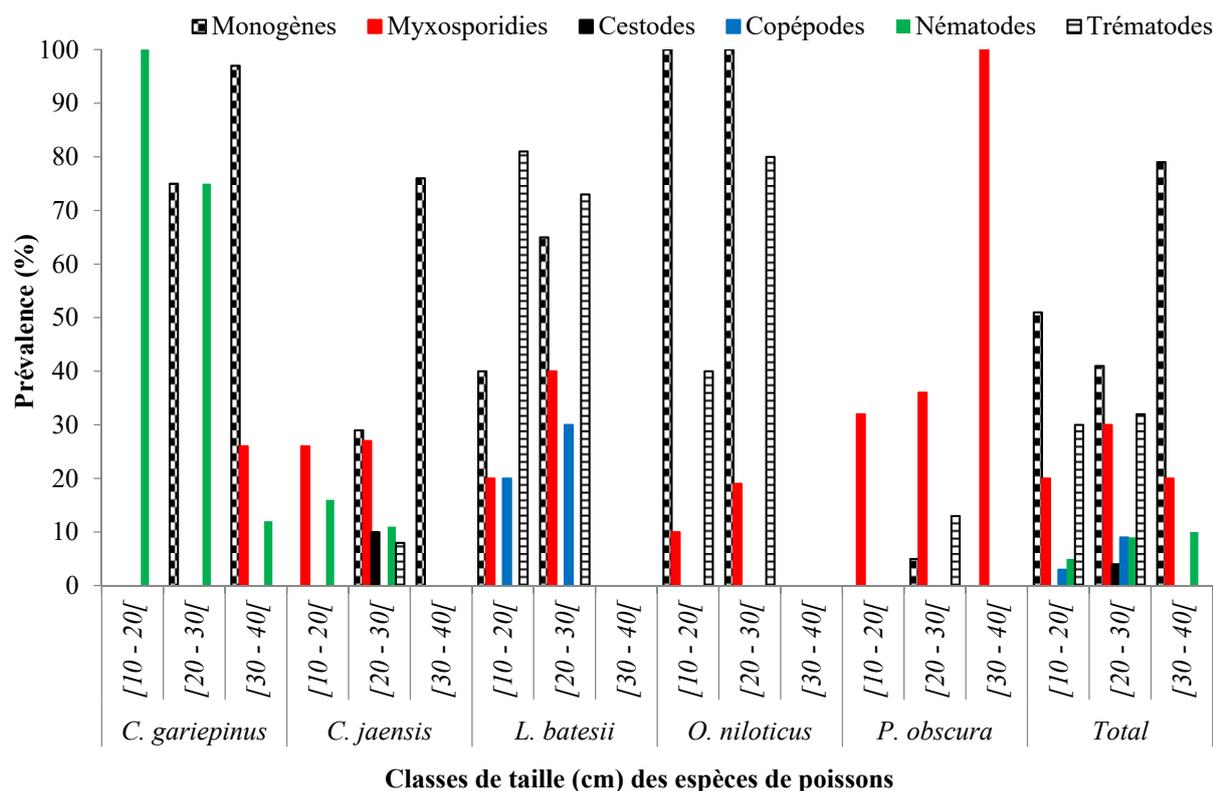


Figure 6: Prévalence d'infestation en fonction des classes de taille des poissons hôtes

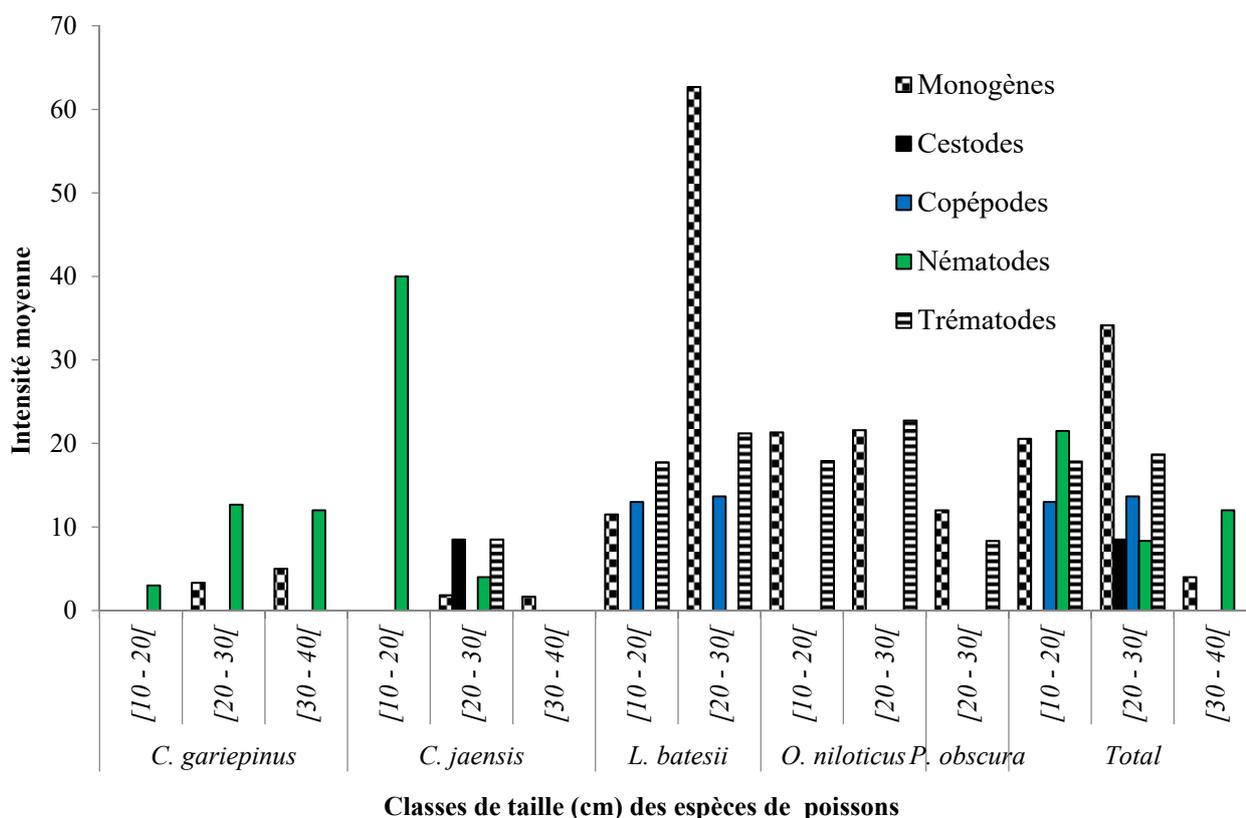


Figure 7 : Intensité moyenne en fonction des classes de taille des espèces de poissons

### III.5 Prévalence et intensité moyenne d'infestation en fonction des classes de poids des hôtes

Indépendamment de l'espèce de poisson, la prévalence d'infestation montre des poissons parasités dans toutes les classes de poids des hôtes (Figure 8). Quelles que soient l'espèce de poisson et la classe de poids, les monogènes ont été les plus prévalents avec parfois une valeur maximale (100%).

Les intensités moyennes d'infestation en fonction des classes de poids (Figure 9) ont varié de très faible à moyenne. Cela n'a pas été le cas chez *Labeobarbus batesii* de poids  $\geq 350$ g chez qui l'intensité des monogènes a été forte (195,50).

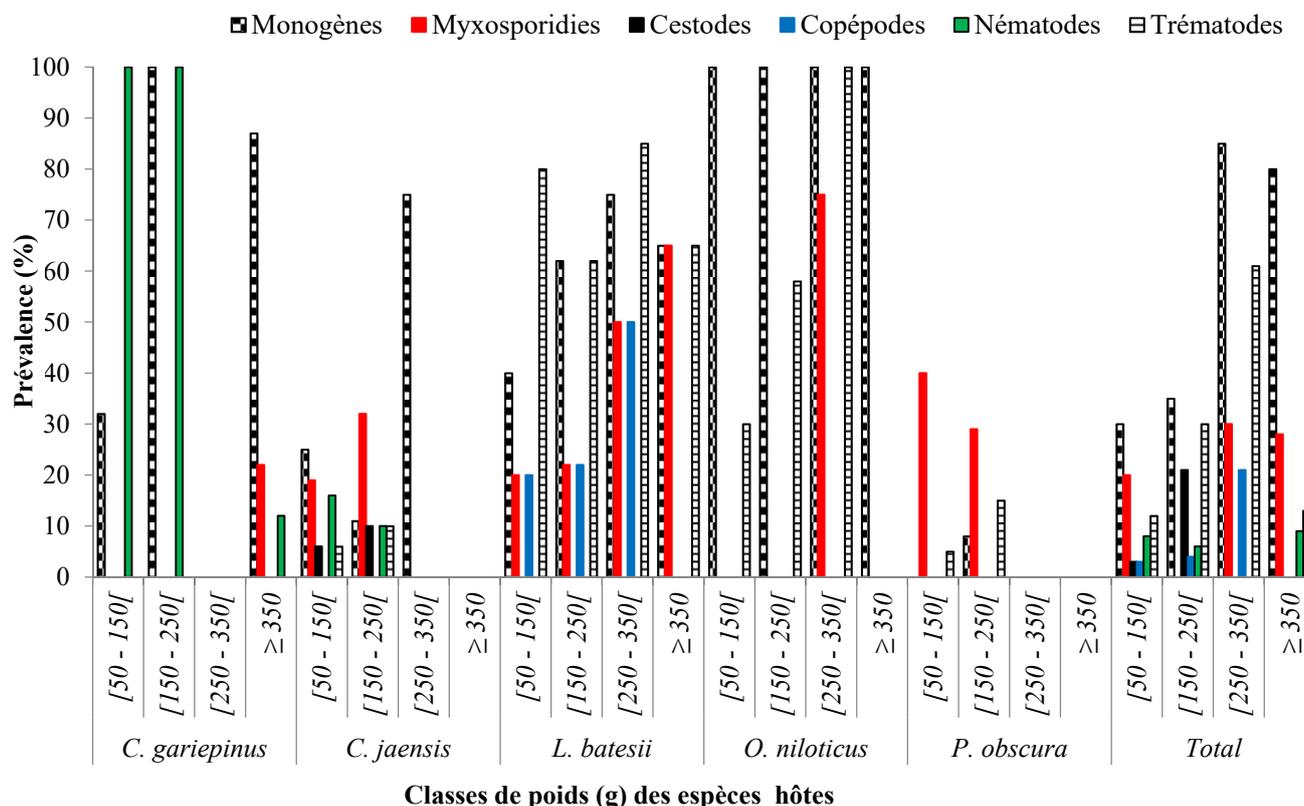


Figure 8 : Prévalence d'infestation en fonction des classes de poids des espèces de poissons

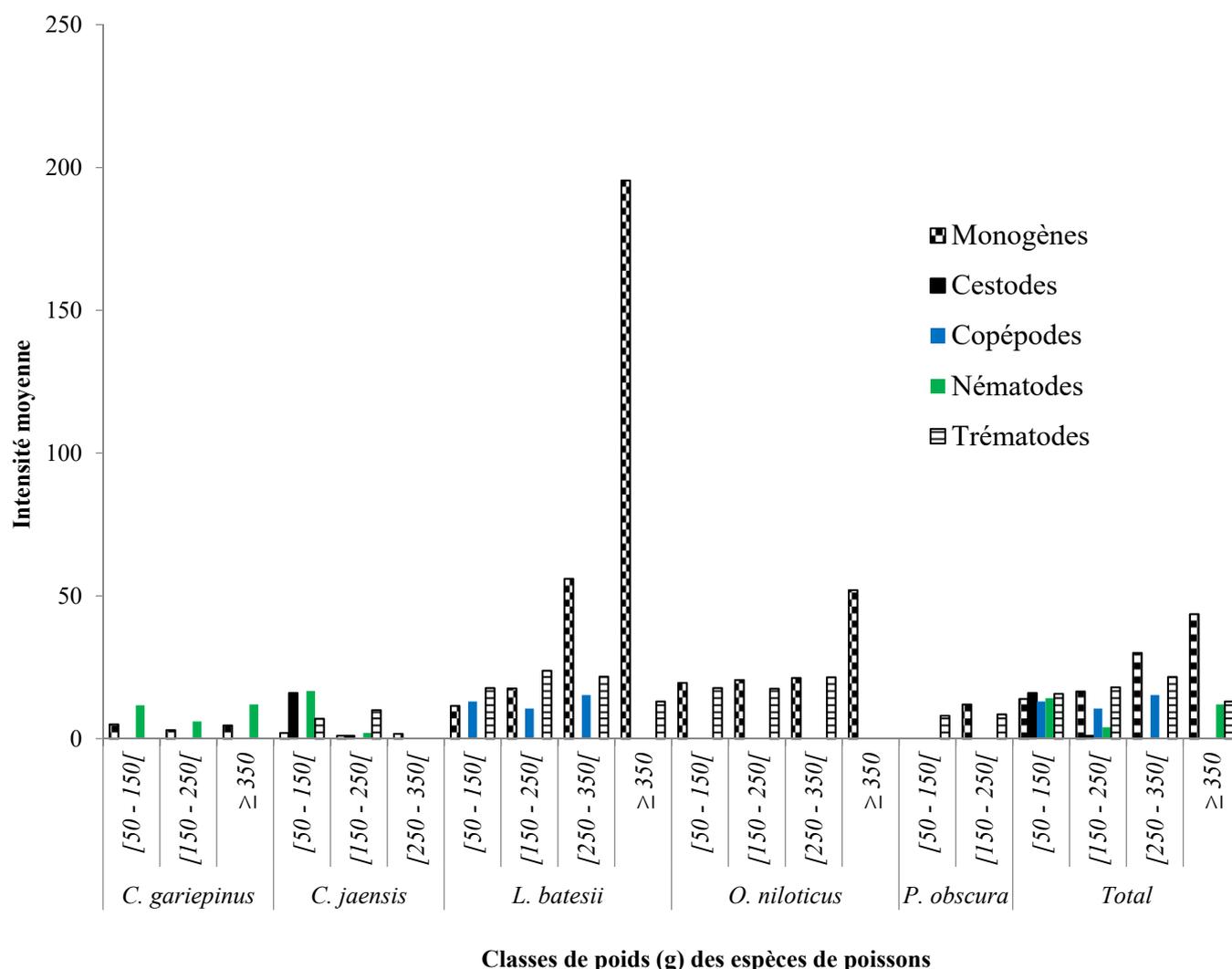


Figure 9 : Intensité moyenne en fonction des classes de poids des espèces de poissons

#### IV. DISCUSSION

Le recensement des parasites de poissons dans le cours supérieur du fleuve Nkam a révélé une faune riche et diversifiée composée de six groupes de parasites couramment décrits par plusieurs auteurs (Domwa, 2012 ; Dougnon *et al.*, 2012 ; Farman *et al.*, 2015 ; Idoko *et al.*, 2018 ; Fonkwa *et al.*, 2020a ; Obi *et al.*, 2020) chez les poissons d'eau douce à travers le monde et le Cameroun particulièrement. L'infestation de toutes les cinq espèces étudiées serait due au fait qu'ils partagent les mêmes caractéristiques environnementales. L'espèce de poisson *Clarias jaensis* a abrité la plus grande richesse parasitaire soit 83.33% des taxons recensés. Cette espèce de poisson constituerait le biotope probablement le plus riche en ressources nutritives et donc plus favorable à la survie des parasites. Le polyparasitisme ou coinfestation observé chez *Clarias jaensis* particulièrement est un fait documenté et élucidé par Fomena *et al.* (1993) puis Combes (1995) qui a souligné que l'effet pathogène est rarement causé par une seule espèce parasite. Sitjà-Bobadilla (2008) a justifié ce polyparasitisme par l'absence des compétitions entre les parasites. Ces parasites infestant la même espèce d'hôte auraient donc des voies métaboliques ou préférences alimentaires différentes. Si tel n'était pas le cas, il y aurait exclusion compétitive qui engendrerait des translocations (migrations) des parasites ou des changements d'hôtes, ce qui conduirait à des monoinfestations. Or les monoinfestations n'ont pas été observées pendant les travaux. Deux taxons de parasites cohabitent difficilement s'ils exploitent de la même façon les ressources du biotope ou s'il y a chevauchement de leurs niches écologiques. Ceci est d'autant plus vrai car les coparasites recensés sont phylogénétiquement plus éloignés et donc moins compétitifs.

Le large spectre d'infestation des hôtes par les myxosporidies est en accord avec les travaux de Fonkwa *et al.* (2020a) réalisés sur les poissons *Oreochromis niloticus*, *Barbus callipterus*, *Hemichromis fasciatus* et *Clarias gariepinus* au barrage de retenue de la Mapé (Ouest-Cameroun). En effet, généralement les myxosporidies infestent tous les taxons de poissons car elles auraient des voies métaboliques versatiles ou flexibles. Ibrahim et Soliman (2010) soulignent que l'hétérogénéité des biotopes crée des sites d'infestations distincts qui sont autant d'options d'habitats pour les parasites. Ces myxosporidies seraient des parasites de stratégie r.

Indépendamment de l'espèce de poisson, la prévalence d'infestation a été faible (moins de 50%) dans l'ensemble. Une observation analogue a été faite par Fonkwa *et al.* (2020a) qui ont montré que seulement 37,92 % des poissons examinés au barrage de retenue de la Mapé (Ouest-Cameroun) étaient infestés par les myxosporidies. Pour Euzet et Pariselle (1996), la faible prévalence en milieu naturel serait due à l'équilibre établi dans l'évolution du système hôte-parasite. Ce résultat est en désaccord à celui de Nack *et al.* (2020) qui ont enregistré une prévalence d'infestation aux monogènes de l'ordre de 85% chez *Clarias camerunensis* dans le bassin versant du Nyong (Sud-Cameroun) probablement parce que les travaux ont été effectués dans des zones géographiques différentes. Selon El-Tantawi (1989), la prévalence d'infestation des hôtes varie géographiquement. En milieu contrôlé, le taux de parasitisme est généralement plus élevé en raison des pratiques d'élevage (confinement des poissons, vidange, fertilisation...) qui peuvent modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, perturber l'équilibre entre l'hôte et le parasite, stresser les poissons et affaiblir leur système immunitaire et donc les rendre plus susceptibles aux infestations. Cela engendre des pertes économiques considérables (Tombi et Bilong Bilong, 2004; Nchoutpouen *et al.*, 2011; Bounkou *et al.*, 2013, Fonkwa *et al.*, 2018c et 2020b). Par ailleurs, la pollution du milieu d'élevage par les intrants aquacoles pourrait augmenter la prolifération des hôtes intermédiaires, la virulence, l'agressivité et la transmissibilité des parasites.

De manière globale les espèces de poissons *Labeobarbus batesii* et *Oreochromis niloticus* ont semblé être les poissons les plus infestés par les parasites monogènes et trématodes. Les prévalences des infestations des nématodes ont été plus élevées chez l'espèce de poisson *Clarias gariepinus* suivi de *Clarias jaensis*. Ces résultats sont similaires à ceux de Domwa (2012) qui a observé une intensité d'infestation plus élevée chez *Clarias gariepinus* que chez *Clarias jaensis* dans le bassin versant du Nkam. La prévalence d'infestation par les kystes de myxosporidies a été plus élevée chez *Labeobarbus batesii* et *Parachanna obscura*, suivis de *Clarias jaensis* et *Clarias gariepinus*. La différence de prévalence et d'intensité d'infestation observée entre les espèces serait probablement liée au comportement alimentaire des différentes espèces de poissons et aux conditions environnementales. Ali (2009) note que le comportement alimentaire et la quantité d'aliment ingéré favoriserait la rencontre entre le poisson et des potentiels hôtes intermédiaires des nématodes, des cestodes et des trématodes. La prépondérance des monogènes serait liée à la courte durée ou au caractère monoxène de leur cycle de vie, ce qui augmenterait la probabilité de rencontre entre les oncomiracidiums et le poisson hôte contrairement aux autres parasites à cycles hétéroxènes.

Pour ce qui est de l'effet du sexe des poissons sur les indices parasitologiques considérées, les parasites ont montré une infestation différentielle. En effet, les uns ont plus parasité les poissons mâles tandis que les autres ont été plus représentés chez les hôtes femelles sans toutefois montrer de différence significative. Akinsanya et Hassan (2010) puis Allumma et Idowu (2011) ont constaté que chez les espèces de poisson *Clarias gariepinus* et *Parachanna obscura* la prévalence d'infestation à cestodes, nématodes et à trématodes a été plus élevée chez les poissons mâles. La présente étude a révélé un pic d'intensité (73,62) chez les mâles de *Labeobarbus batesii*. Poulin (2006) explique ce fait en émettant l'hypothèse selon laquelle les mâles investissent beaucoup d'énergie dans la synthèse de la testostérone et que cela réduirait l'efficacité de leur système immunitaire et par conséquent les rendrait plus vulnérables aux infestations que les femelles. Par contre, Ibiwoye *et al.* (2004) ont montré que les femelles de l'espèce de poisson *C. gariepinus* portaient plus de larves de nématodes (*Eustrongylides africanus*) que les mâles. Concernant les myxosporidies, Milanin *et al.* (2010), Lekeufack et Fomena (2013), Viozzi et Flores (2003) ont souligné que le sexe du poisson n'influence pas sur le parasitisme. Simkova *et al.* (2005) concluent que l'effet du sexe de l'hôte sur la prévalence et intensité d'infestation à myxosporidies est un phénomène ambigu.

La distribution des indices parasitaires en fonction de classes de taille a montré une hétérogénéité dans la colonisation des hôtes. En effet, les poissons de toutes les classes de tailles considérées ont été parasités, ce qui est en accord avec les observations de Domwa (2012) chez les nématodes. Il en a été de même des travaux de Fonkwa *et al.* (2020) qui ont montré que les poissons de toutes les classes de tailles sont susceptibles au parasitisme par les myxosporidies. La diminution générale du nombre de taxons parasites avec la taille du poisson est contradictoire à l'hypothèse de la taille des «îles» ou de l'équilibre spécifique des «îles»

dérivant de la théorie de la géographie insulaire énoncée par Macarthur et Wilson (1969) et consolidée par les travaux de Nack *et al.* (2018). En extrapolant cette théorie, il ressort que plus la taille de l'hôte (île) est grande, plus sa diversité en taxons parasites est élevée. La faible représentativité des hôtes les plus âgés et par conséquent les plus grands en termes de taille justifierait cette observation. Si la richesse parasitaire avait été plus importante chez les poissons plus âgés, l'hypothèse du temps ou de l'âge des «îles» aurait été évoquée. En effet, plus les îles (poissons) sont les plus anciens, plus elles sont riches en parasites.

La tendance générale a été l'augmentation de la prévalence et de l'intensité d'infestation avec la taille des poissons sans toutefois montrer de différence significative. Les indices parasitaires qui ont été plus élevés chez les poissons de grande taille (> 20 cm) pourraient s'expliquer par la longue durée de leur exposition aux agents pathogènes qui augmenterait la probabilité d'infestation. S'il est admis que la taille du poisson augmente avec l'âge, il n'en demeure pas moins que l'infestation soit continue tout au long de la vie, et ou soit fonction de la capacité d'ingestion alimentaire des poissons. Le comportement alimentaire, le cannibalisme et la quantité d'aliment ingéré favorisent la rencontre entre le poisson et des potentiels hôtes intermédiaires des nématodes, cestodes, trématodes et myxosporidies (Ali, 2009). Selon Poulin (2006), l'augmentation des indices parasitaires avec la taille du poisson serait liée non seulement à l'accumulation des parasites durant sa vie mais également au changement du régime alimentaire. Cette observation est en accord avec l'hypothèse du temps ou de l'âge des «îles» de la biogéographie insulaire selon laquelle les îles (poissons) les plus anciennes sont riches en parasites (Macarthur et Wilson, 1969). En règle générale, la tendance est la diminution des indices parasitaires avec la taille du poisson. Ainsi, Tombi et Bilong Bilong (2004), Viozzi et Flores (2003) ont montré que les poissons de petite taille sont plus vulnérables aux infestations à myxosporidies que ceux de grandes tailles. Selon ces auteurs, l'augmentation de la réponse immunitaire avec la taille du poisson réduit les infestations. Nack *et al.* (2018) notent que les poissons de grande taille fournissent une plus grande surface d'infestation comparativement à celles des plus petits poissons.

Les poissons de toutes les classes de poids ont été parasités. Cette observation est en accord aux travaux de Allumma et Idowu (2011) puis à ceux de Bichi et Ibrahim (2009). La prévalence et l'intensité d'infestation à monogènes ont été plus importantes dans les classes de poids parasitées. A ce sujet, il se pourrait que les monogènes déjouent les réponses immunitaires des poissons de tous les poids, ou bien les caractéristiques physico-chimiques de l'eau augmentent la transmissibilité de ces parasites.

## V. CONCLUSION

Les travaux relatifs à l'inventaire et le profil épidémiologique des parasites de cinq espèces de poissons à potentiel piscicole dans le cours supérieur du fleuve Nkam ont ressorti un polyparasitisme par une faune parasitaire composée de six groupes parmi lesquels les monogènes ont été les plus représentés. Globalement chez les poissons du fleuve Nkam, la prévalence et l'intensité d'infestation ont été affectées par l'espèce de poisson, le sexe, les classes de taille et poids sans toutefois montrer une grande différence.

## VI. INTÉRÊT CONCURRENT

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun intérêt concurrent.

## VII. CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

NACK Jacques, TOMEDI Eyango Minette et TCHOUMBOUE ont supervisé les travaux. FANDA Ngandeu Jackson Privat a participé à la collecte et traitement des données. Le manuscrit a été préparé par FONKWA Georges puis revu et corrigé par NACK Jacques. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit.

## VIII. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les pêcheurs et le Ministère de l'Enseignement Supérieur (MINESUP) du Cameroun pour leurs soutiens.

## RÉFÉRENCES

- [1] Akinsanya B. and Hassan A.A. (2010). The Parasitic Helminth Fauna of *Parachanna obscura* from Lekki Lagoon, Lagos, Nigeria. Department of Zoology, Parasitology unit, University of Lagos, Nigeria. *Researcher*, 9: 78 – 83.
- [2] Ali B. A.Z. (2009). Prevalence and Densities of *Contracaecum* sp. Larvae in *Liza abu* (Heckel, 1843) from Different Iraqi Water Bodies. *Journal of King Abdulaziz University: Marine Science*, 20: 3-17.

- [3] Allumma M.I. and Idowu R.T. (2011). Prevalence of Gills Helminth of *Clarias gariepinus* in Baga side of Lake Chad. *Journal of Applied Science and Environment Management*, 15: 47-50.
- [4] Bahanak D., Nack J., Pariselle A. and Bilong B.C.F. (2016). Description of Three New Species of *Quadriacanthus* (Monogenea: Ancyrocephalidae) Gill Parasites of *Clarias submarginatus* (Siluriformes: Clariidae) from Lake Ossa (Littoral Region, Cameroon). *Zoologia*, 33(4): 1984-1989.
- [5] Bassock B.D.E., Nack J., Pariselle A. and Bilong B.C.F. (2016). Two New Species of Gill Parasites Assigned to *Protoancylo-discoides* (Monogenea, Ancyrocephalidae) from *Chrysichthys* spp. (Siluriformes, Claroteidae) in River Sanaga (Cameroon). *Zootaxa*, 4170 (1): 178–186.
- [6] Bassock B.E.D., Nack J., Bitja N.A.R., Pariselle A. and Bilong B.C.F. (2017). Description of Three New Species of *Protoancylo-discoides* (Monogenea, Ancyrocephalidae) Gill Parasites from *Chrysichthys nigrodigitatus* and *Chrysichthys longidorsalis* (Siluriformes, Claroteidae) in the Sanaga River (Cameroon). *Vie et Milieu- Life and Environment*, 67 (2): 65-73.
- [7] Bichi A.H. and Ibrahim A.A. (2009). A Survey of Ecto and Intestinal Parasites of *Tilapia zilli* (Gervias) in Tiga Lake, Kano, and Northern Nigeria. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2:79-82.
- [8] Bilong B.C.F. and Njine T. (1998). Dynamique des populations de trois monogènes parasites de *Hemichromis fasciatus* Peters, 1858 dans le lac municipal de Yaoundé, et intérêt possible en pisciculture intensive. *Annale Faculté des sciences, Université de Yaoundé I, Série Sciences Naturelles et Vie*, 34 (2) : 2954 -303.
- [9] Bounkou M., Sinaré Y., Mano K. and Kabré G.B. (2013). Parasitic Copepods (Arthropoda, Crustacea, Copepoda) from Fishes in Burkina Faso, Africa. *International Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2: 58-64.
- [10] Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M. and Shostak A.W. (1997). Parasitology Meets Ecology on its Own Terms. *The Journal of Parasitology*, 83: 575 – 583.
- [11] Chevalier J.F. (1993). Cartographie et évolution de la végétation de la plaine des Mbô (Ouest-Cameroun). Rapport. 46p.
- [12] Combes C. (1995). Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme. Collection d'écologie, n° 26. Paris. Ed. Masson, Fiche technique. 524 p.
- [13] Domwa M. (2012). Prévalence et intensité d'infestation de *Clarias jaensis* (Boulenger, 1909) et *Clarias gariepinus*(Burchell, 1822) par *Eustrongylides* et *Contracaecum* dans la plaine des Mbô au Cameroun. Mémoire de Master of Science en Biotechnologie et production Animale. FASA, Université de Dschang, Cameroun. 82 p.
- [14] Dougnon J., Elie M., Florian D.D., Jédirfort H., Philippe L. and Nestor S. (2012). Cutaneous and Gastrointestinal Helminth Parasites of the Fish *Synodontis schall* and *Synodontis nigrita* (Siluriformes: Mochokidae) from the Lower Ouémé Valley in South Benin. *Research Journal of Biological Sciences*, 7 (8): 320-326.
- [15] El-Tantawi S. (1989). Myxosporidian Parasites Fishes in Lakes Dgal Weielki and Warniak (Mazurian Lakeland, Poland). I. Survey of Parasites. *Acta Parasitologica. Polonica*, 34 (3): 203 – 219.
- [16] Euzet L. and Pariselle A. (1996). Le parasitisme des poissons siluroidei: un danger pour l'aquaculture ? *Aquatic Living resources*, 9 : 145 – 151.
- [17] Fagbenro O.A.M., Adedire C.O., Owoseeni EA. and Ayotunde E.O. (1993). Studies on the Biology and Aquaculture Potential of Feral Catfish *Heterobranchus bidosalis* (Geoffroy St. Hilarie 1809). *Tropical Zoology*, 16: 67-79.
- [18] FAO (2016). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rapport, Rome. 224 p.
- [19] Farman U.D., Muhammad F.K., Rasool K. and Safir U. (2015). Prevalence of Parasites in Fresh Water Pond Fishes from District DI Khan, Pakistan. *The Journal of Zoology Studies*. 2(2): 47-50.

- [20] Fomena A., Marques A. and Bouix G. (1993). Myxosporidea (Myxozoa) of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) (Teleost: Cichlidae) in Fish Farming Pools Melen (Yaoundé, Cameroun, Central Africa). *Journal of African Zoology*, 107: 45-56.
- [21] Fomena A., Lekeufack F.G.B. and Bouix G. (2010). Deux espèces nouvelles de *Myxidium* (Myxosporidia : Myxidiidae) parasites de poissons d'eau douce du Cameroun. *Parasite*, 17: 9-16.
- [22] Fonkwa G., Tchuinkam T., Nchoutpouen E. and Tchoumboue J. (2017). Structure and Population Dynamics of Myxosporidia (Myxozoa: Myxosporidia), Parasites of *Barbus callipterus* Boulenger, 1907 (Cyprinidae) in the Sudano-guinean Zone of Cameroon. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, 5: 2321-3124.
- [23] Fonkwa G., Tchuinkam T., Nana Towa A. and Tchoumboue J. (2018a). Prévalence des Myxosporidioses Chez *Oreochromis niloticus* Linné, 1758 (Cichlidae) au barrage réservoir de la Mapé (Adamaoua-Cameroun). *Journal of Applied Bioscience*, 123: 12332-12345.
- [24] Fonkwa G., Efole E.T., Tchuinkam T., Fomena A. and Tchoumboue J. (2018b). Seasonal Patterns of *Myxobolus* (Myxozoa: Myxosporidia) Infections in *Barbus callipterus* Boulenger, 1907 (Cyprinidae) at Adamawa - Cameroon. *Journal of Research in Biology*. 8(1): 2413-2424.
- [25] Fonkwa G., Lekeufack F.G.B., Tchuinkam T., Ishtiyag A. and Tchoumboue J. (2018c). Effect of Season on Myxosporidian Infections in *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (Cichlidae) at MAPE Dam in Adamawa, Cameroon. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 9: 533.
- [26] Fonkwa G., Kouam K.M., Tomedi E.M., Tchuinkam T. and Tchoumboue (2020a). Epidemiology of Myxosporidian Infections in Economically Important and Dietary Freshwater Fishes in the Sudano - Guinean Zone of Cameroon. *International Journal of Oceanography and Aquaculture*. 4 (1): 000187. 15p.
- [27] Fonkwa G., Kouam K.M., Tchuinkam T., Tomedi E.M. and Tchoumboue (2020b). Effect of Water Physico-Chemical Characteristics on *Myxobolus tilapiae*, A Myxosporidian Parasite of The Fish *Oreochromis niloticus* at MAPE Dam in Adamawa Region of Cameroon. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 11:278.
- [28] Fonkwa G., Kouam K.M., Tchuinkam T., Tomedi E.M. and Tchoumboue J. (2021). *Myxobolus* (Myxosporidia: Myxobolidae) Polyinfection patterns in *Oreochromis niloticus* in Adamawa - Cameroon. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 9(2): 123-130.
- [29] Ibiwoye T.I.I., Balogun A.M., Ogunsusi R.A. and Agbontale J.J. (2004). Determination of the Infection Densities of Mudfish *Eustrongylides* in *Clarias gariepinus* and *C. anguillaris* from Bida Floodplain of Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environment Management*, 8 (2): 39-44.
- [30] Ibrahim M.M. and Soliman F.M.M. (2010). Prevalence and Site Preferences of heterophyid Metacercariae in *Tilapia zillii* from Ismailia Fresh Water Canal, Egypt. *Parasite*, 17: 233 – 239.
- [31] Idoko A.F., Garba A.M. and Mukhtar A.H. (2018). Determination of Common External Parasites of *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus* in Bauchi Metropolis. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(6): 199-202
- [32] Lekeufack F.G.B. and Fomena A. (2013). Structure et dynamique des infracommunautés de myxosporidies parasites de *Ctenopoma petherici* Günther, 1864 (Anabantidae), *Clarias pachynema* Boulenger, 1903 (Clariidae) et *Hepsetus odoe* (Bloch, 1794) (Hepsetidae) dans la rivière Sangé au Cameroun. *International Journal of Biological Chemical Sciences*, 7(6): 2301 – 2316.
- [33] Lekeufack F.G.B., Mala K.C., Feudjio D.B., Fomena A. (2019). Prevalence and Mean Intensity of *Myxobolus* spp. Parasitizing *Oreochromis niloticus* in Cameroon. *International Journal of Biology*, 11( 2) : 35-46.
- [34] MacArthur R.H. and Wilson E.O. (1969). The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press, Princeton, N.J. 203p.

- [35] Malmberg G. (1970). The Excretory Systems and the Marginal Hooks as a Basis for the Systematics of *Gyrodactylus* (Trematoda, Monogenea). *Arkiv for Zoologi*, 223:1-25
- [36] Milanin T., Eiras J.C., Arana S., Maia A.A.M., Alves A.L., Silva M.R.M., Carriero M.M., Ceccarelli P.S. and Adriano E. (2010). Phylogeny, Ultrastructure, Histopathology and Parasite of *Brycon hilarii* (Characidae) in the Pantanal Wetland, Brazil. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 105(6): 762-769.
- [37] [37] MINEPIA (2015). Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales. Revue sectorielle Aquaculture Cameroun. Ministère de l'élevage, des pêches et des industries animales (MINEPIA). Yaoundé - Cameroun. 44p.
- [38] Nack J., Bitja N.A.R., Pariselle A. and Bilong B.C.F. (2015). New Evidence of a Lateral Transfer of Monogenean Parasite Between Distant Fish Hosts in Lake Ossa, South Cameroon: the Case of *Quadriacanthus euzeti* n. sp. *Journal of Helminthology* - Cambridge University Press, 1 (4): 1 – 5.
- [39] Nack J., Massende J. and Messu M.D.F. (2018). Distribution spatiale de deux monogènes du genre *Protoancylodiscoïdes* Paperna, 1969 (Dactylogyridea, Ancyrocephalidae) parasites branchiaux de *Chrysichthys auratus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1808) (Siluriformes, Claroteidae) dans le Lac Ossa (Littoral -Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 121: 12157-12167.
- [40] Nack J., Françoise D. Messu M.D.F., Yede M. and Bilong B.C.F. (2018). Spatial Distribution of Monogenean Gill Parasites of *Parachanna obscura* (Günther, 1861) – Channidae – in Lake Ossa (Edéa, Cameroon). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(2): 749-768.
- [41] Nack J., Bassock B.E.D., Mbono J., and Bilong B.C.F. (2020). Parasitism of *Clarias camerunensis* Lönnberg, 1895 (Siluriformes, Clariidae) by monogeneans in a dense tropical humid forest (Southern Cameroon-Africa) gives more arguments for fish quarantine in breeding using native species. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 29 (3): 456-464
- [42] Nchoutpouen E., Lekeufack F.G.B. and Fomena A. (2011). Structure and Population Dynamics of Myxobolus Infections in Wild and Cultured *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 in the Noun Division (West- Cameroon). *Journal of Cell and Animal Biology*, 5: 245-264.
- [43] Obi C.F., Akata MC., Ezubelu O.J. (2020). Prevalence of Gastrointestinal Helminth Parasites of Trade Cattle in Aguata and Orumba South Local Government Areas, Southeastern Nigeria. *Journal of Parasitic Diseases*, 44 (3): 546-552.
- [44] Piasecki W., Goodwin A.E., Eiras J.C. And Nowak B.F. (2004). Importance of Copepoda in Freshwater Aquaculture. *Zoological Studies*. 43: 193-205.
- [45] Poulin R. 2006. Variation in Infection Parameters among Populations Within Parasite Species: Intrinsic Properties Versus Local. *International journal of Parasitology*, 20 :1 – 9.
- [46] Simkova A., Jarkovsky J., Koubkouva B., Barus V. and Prokes M. (2005). Association Between Fish Reproductive Cycle and the Dynamics of Metazoan Parasite Infection. *Parasitological Research*, 95: 65 – 72.
- [47] Sitjà – Bobadilla A. (2008). Fish immune Response to Myxozoan Parasites. *Parasite*, 15: 420 – 425.
- [48] Stiasny M.L.G., Teugels G.G. and Hopkins C.D. (2007). Poissons d'eaux douces et saumâtres de la Basse Guinée, Ouest de l'Afrique Centrale. Collection faune et flore tropicales, IRD (éd.), Paris I : 797p.
- [49] Tombi J. and Bilong B.C.F. (2004). Distribution of gill parasites of the freshwater fish *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Teleostei: Cyprinidae) and tendency to inverse intensity evolution Between Myxosporidia and Monogenea as a function of the host age. *Revue d'Élevage et Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*, 57 (1-2): 71-76.
- [50] Tombi J, Akoumba J.F. , Bilong Bilong C.F. (2014). The Monogenean Community on the Gills of *Oreochromis niloticus* from Melen Fish Station in Yaounde, Cameroon. *International Journal of Modern Biological Research*, 2: 16-23.

- [51] Valtonen E.T., Holmes J.C. and Koskivaara M. (1997). Eutrophisation, Pollution and Fragmentation : Effects on Parasite Communities in Roach (*Rutilus rutilus*) and Perch (*Perca fluviatilis*) in Four Lakes in Central Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 572 –585.
- [52] Viozzi G. and Flores V. (2003). *Myxidium biliare* sp.n. (Myxozoa) from Gall Bladder of *Galaxia smaculatus* (Osmeriformes : galaxidae) in Patagonia (Argentina). *Folia parasitologica*, 50 : 190 – 194.