

## Paramètres physico-chimiques et influence sur la diversité des métazoaires parasites de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) dans les eaux du Sud Bénin

T. Bienvenu ZANNOU<sup>1\*</sup>, Mireille HOUENOU SEDOGBO<sup>1,2</sup>, N. Darius TOSSAVI<sup>1,3</sup>,  
E. J. Eric SIKO<sup>1</sup>, Ignance TOGLA<sup>1</sup>, Bernadin BOUKO<sup>3</sup> et Moudachirou IBIKOUNLE<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Parasitologie et Ecologie Parasitaire, Département de Zoologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

<sup>2</sup> Département des Sciences et Techniques de Productions Animale et Halieutique, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin

<sup>3</sup> Laboratoire de Recherche en Aquaculture, en Biologie et Ecologie Aquacoles, Ecole d'Aquaculture, Université Nationale d'Agriculture, BP 43 Kétou, Bénin

<sup>4</sup> Laboratoire d'Ecologie et Evolution des Interactions (ZEI), UMR5244 CNRS-UPVD, Université de Perpignan via Domitia, 52 Avenue Paul Alduy, 66860, Perpignan, France

\* Correspondance, courriel : [zannoutadjida@gmail.com](mailto:zannoutadjida@gmail.com)

### Résumé

Afin d'étudier l'impact des paramètres-physico-chimiques de l'eau sur les communautés de parasites métazoaires d'*O. niloticus*, 945 spécimens ont été récoltés dont 235 auprès des pêcheurs à Hêtin-Sôta sur le fleuve Ouémé (L3) et respectivement 364 et 346 spécimens provenant de deux fermes piscicoles situées à Porto-Novo (L1) et à Abomey-Calavi (L2) au sud du Bénin de septembre 2018 à février 2019. Au total, 14 espèces de parasites ont été répertoriées dont 03 Myxosporidies, 06 Monogènes, 01 Digène, 1 Cestode, 1 Nématode, 1 Acanthocéphale et 1 Copépode. La prévalence parasitaire variait de 0,55 % à 15,90 % contrairement à l'intensité moyenne et l'abondance moyenne qui variaient respectivement de 0,0055 à 1,24 et de 0 à 9 sur tous les sites investigués. Ce sont les Monogènes qui ont la fréquence élevée de dominance (0,73) en L2 et les Copépodes, la plus faible fréquence de dominance (0,01) en L1. Leur présence dans l'hôte est fortement corrélée ( $r > 0,5$  ;  $p > 0,05$ ) et *O. niloticus* était plus parasité par les Monogènes que d'autres groupes de parasites identifiés dans tous les milieux avec un parasitisme beaucoup plus marqué chez les femelles. Il n'existe aucune différence significative entre la prévalence de l'infestation parasitaire d'une station à une autre d'une part et, entre les individus mâles et femelles ( $\chi^2 = 3,0294$ ;  $dl = 3$  ;  $P = 0,08177$ ) d'autre part. Ces parasites sont rares excepté certains Monogènes satellites retrouvés en L2 avec l'indice de dispersion des milieux d'étude variant de 0,98 à 15,67. La distribution des espèces parasitaires est massive sauf les Myxosporidies qui présentaient une distribution uniforme au niveau de la ferme d'Adogoni (L1) et le milieu naturel (L3). Il existe une forte corrélation entre les paramètres physico-chimiques et le parasitisme au niveau de chaque milieu d'étude.

**Mots-clés :** *O. niloticus*, paramètres physico-chimiques, prévalence, parasites, distribution.

## Abstract

### Physico-chemical parameters and influence on the metazoan parasites diversity of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in waters of the southern Benin

In order to study the impact of water physical and chemical parameters on *O. niloticus* metazoan parasite communities, 945 specimens were collected, including 235 from fishermen in Hêtin-Sôta on the Ouémé River (L3) and 364 and 346 specimens from two fish farms located in Porto-Novo (L1) and Abomey-Calavi (L2) in southern Benin, respectively from September 2018 to February 2019. A total of 14 parasite species have been recorded, including 03 Myxosporidia, 06 Monogena, 01 Digena, 1 Cestoda, 1 Nematoda, 1 Acanthocephalus and 1 Copepod. Parasite prevalence ranged from 0.55 % to 15.90 %, while mean intensity and mean abundance ranged from 0.0055 to 1.24 and 0 to 9 respectively at all investigated sites. Monogena have the highest dominance frequency (0.73) in L2 and copepods have the lowest dominance frequency (0.01) in L1. Their presence in the host is highly correlated ( $r > 0.5$  ;  $p > 0.05$ ) and *O. niloticus* was more parasitized by Monogena than other parasite groups identified in all media with much higher parasitism in females. There are no significant differences between the prevalence of parasite infestation from one station to another and between male and female individuals ( $\chi^2 = 3.0294$ ;  $df = 3$  ;  $P = 0.08177$ .) These parasites are rare except for some satellite Monogena found in L2 with the dispersion index of the study media varying from 0.98 to 15.67. The distribution of parasitic species is massive except for Myxosporidia, which had a uniform distribution at Adogoni farm (L1) and in the natural environment (L3). There is a strong correlation between physico-chemical parameters and parasitism at the level of each study setting.

**Keywords :** *O. niloticus*, physico-chemical parameters, prevalence, parasites, distribution.

## 1. Introduction

Le poisson constitue une source importante de protéines animales à travers le monde [1]. Au Bénin, l'aquaculture et la pêche continentale contribuent essentiellement à la production halieutique nationale et participent à environ 31 % de la consommation nationale en protéines animales [2]. Le stock de poissons en milieu naturel s'amenuisant, il convient de promouvoir intensément la pisciculture. Ainsi, les poissons : *Oreochromis niloticus* (Cichlidés) et *Clarias gariepinus* (Siluriformes), espèces comestibles et très prisées, sont élevées pour combler l'écart entre la production naturelle de poissons et les besoins de la population. [3] a renseigné que les parasites sont un élément essentiel de chaque communauté aquatique. Le parasitisme est beaucoup plus courant et diversifié dans la culture sauvage que dans les fermes, les étangs et les écloséries [4]. Cet intérêt accru pour la pisciculture a également augmenté la sensibilisation et l'expérience à l'égard des parasites qui affectent la santé, la survie et la croissance des poissons. Ainsi, l'apparition de maladies parasitaires est devenue une contrainte majeure en aquaculture [5]. Les parasites causant peu de dommages apparents chez les populations de poissons peuvent devenir des agents responsables de maladies d'une grande importance chez les poissons d'élevage [6, 7]. Les agents pathogènes affectant les poissons téléostéens seraient responsables de la mortalité, de la réduction de la croissance, de la valeur marchande, de pertes importantes dans les industries aquacoles [8 - 10]. Des différences dans l'écologie de l'hôte peuvent altérer la survie et la pathogénicité des parasites [11] tandis que les conditions environnementales défavorables contribuent au stress qui affaiblit l'immunité de l'hôte et offre davantage de possibilités d'attaque des pathogènes. Considérant cette importance des parasites, les études sur ces organismes peuvent être utilisées comme modèle pour des séries d'investigations telles que les pathologies induites et même l'utilisation des parasites tels des bio-indicateurs de la qualité de l'eau, etc. [12]. Les travaux de [13] ont révélé des caractéristiques de

la faune parasitaire de *O. niloticus* dans quelques écosystèmes du sud Bénin et que [14] rappellent que les infestations de poissons généralement dues aux parasites métazoaires sont asymptomatiques mais provoquent de graves morbidités. La présente étude a pour objectif d'étudier l'impact des caractéristiques physico-chimiques des écosystèmes prospectés sur la diversité des parasites métazoaires qui affectent *O. niloticus*. Spécifiquement, Il s'agit à titre comparatif, d'apprécier l'influence des paramètres physico-chimiques de l'environnement des poissons tout en appréciant l'occurrence et la distribution des parasites métazoaires de *O. niloticus* provenant d'un milieu naturel (le fleuve Ouémé) et de fermes d'élevages au Sud du Bénin.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Milieux d'étude et échantillonnage

Neuf cent quarante-cinq (945) spécimens d'*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) dont 364 provenant d'une ferme piscicole située à Ouando (L1, N: 6°31'31", E: 2°35'57"), 346 provenant d'une ferme piscicole située à Zinvié (L2, N: 6°37'33", E: 2°25'08") et 235 provenant du fleuve Ouémé au niveau d'un point de vente de poissons (L3, N: 6°35'15", E: 2°30'10"), ont été achetés de Septembre 2018 à Février 2019. Ces localités (**Figure 1**) sont situées dans le sud du Bénin avec un climat subéquatorial caractérisé par une alternance de quatre saisons à savoir: une grande saison des pluies qui s'étend de Mars à Juillet, une petite saison sèche qui s'étend sur le mois d'Août, une petite saison des pluies qui s'étend de Septembre à Novembre, une grande saison sèche qui s'étend de Décembre à Mars.

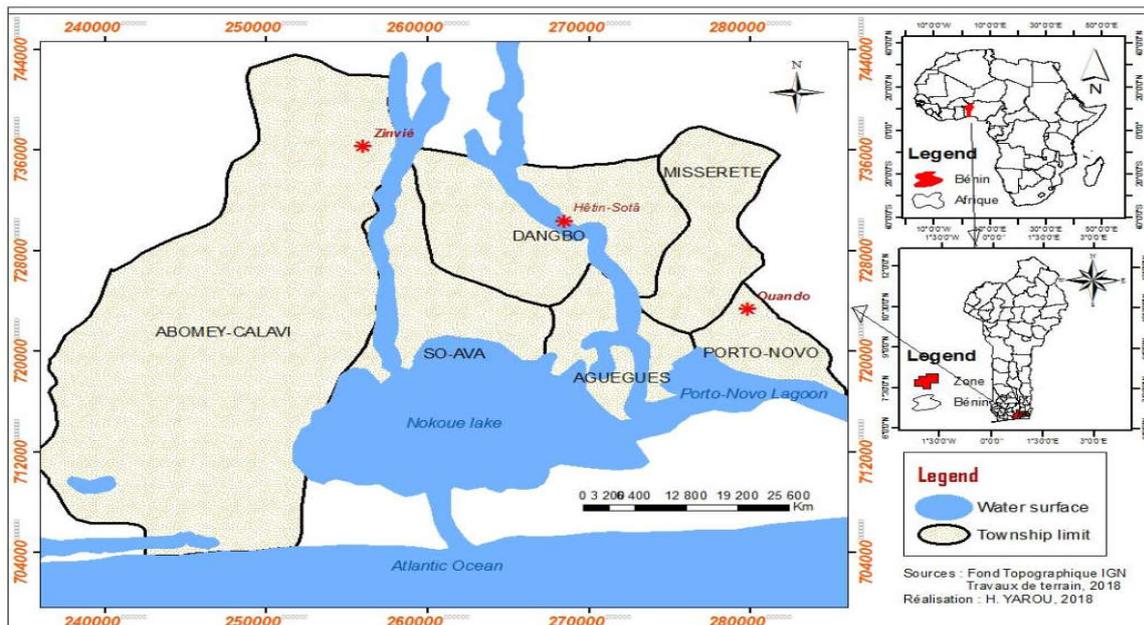


Figure 1 : Carte de la zone d'étude indiquant les stations de collecte de poissons (L1, L2 et L3)

### 2-2. Paramètres physico-chimiques de l'eau et examen parasitologique des poissons

- Examen parasitologique des poissons

Un examen à la loupe a été effectué pour détecter les ectoparasites. Après dissection et identification du sexe des hôtes, les viscères sont prélevés et placés dans une solution saline puis examinés sous loupe binoculaire LEICA S8APO afin de rechercher les parasites métazoaires qui seront ensuite observés au microscope binoculaire de marque Jeulin Model Optim. Réf: 571006 à 571181 avec caméra intégrée pour bien voir leur

structure morphologique. Les spécimens de *O. niloticus* ont été identifiés comme décrit par [15]. Le poids corporel (en gramme) du poisson et la longueur standard (en cm) ont été mesurés respectivement en utilisant la balance numérique et un itchyomètre. Les parasites récoltés sont identifiés selon la méthode décrite par [16], et pour les cestodes et nématodes, la clé de détermination de [17 - 19] est utilisée. Ils sont ensuite fixés dans du formol 4 % pour des analyses ultérieures.

- *Paramètres physico-chimiques de l'eau*

Les spécimens de *O. niloticus* de poids et de longueur standard compris respectivement entre 20 - 400 g et 9 - 25 cm sont achetés dans les trois stations d'étude et transportés ensuite vivants au Laboratoire de Parasitologie et Ecologie Parasitaire de l'université d'Abomey-Calavi. Les paramètres physico-chimiques de l'eau tels que le dioxygène dissous dans l'eau la conductivité électrique (CE), la Couleur (PtCo), la Turbidité (NTU), les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), les ions ammoniums ( $\text{NH}_4^+$ ), l'azote total (NTK), les matières en suspensions (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène ( $\text{DBO}_5$ ) ainsi que les métaux à savoir le plomb (Pb) et le Cadmium (Cd) ont été déterminés pendant la période de crue (Juillet à Novembre 2018) et pendant la décrue suivante (Novembre 2018 à Mars 2019). La température, le pH et le dioxygène sont relevés in situ avec un pH-mètre multi-paramètre de type pH/Oxy340i/SET. A chaque campagne, deux échantillons d'eau sont prélevés dans une bouteille en plastique (contenance égale à 1,5 L étiquetée). La bouteille est ensuite emballée dans du papier aluminium avant d'être ramenée immédiatement pour l'analyse des autres paramètres.

### 2-3. Calcul des paramètres épidémiologiques et analyse des données

- *Calcul des paramètres épidémiologiques*

Les paramètres épidémiologiques communs tels que la prévalence, l'abondance moyenne et l'intensité parasitaire ont été calculés selon [20] afin d'expliquer l'étendue de la population de parasites chez les hôtes. Ainsi, les parasites sont considérés comme dominants (Do), satellites (Sa) et rares (Ra), respectivement lorsque  $P > 50 \%$ ,  $10 < P < 50 \%$  et  $P < 10 \%$ . Pour déterminer l'équilibre des espèces au sein d'une communauté, le niveau de succession, l'influence de facteurs extrêmes, l'influence de l'environnement, certains indices ont été évalués. Il s'agit de la prévalence (P), de l'intensité moyenne (MI) et de l'abondance moyenne (AM) des parasites dont les formules selon [21] se présentent comme suit :

a)  $P = \text{Nombre de poissons infectés} \times 100 / \text{nombre total de poissons examinés (1)}$ .

b)  $MI = \text{Nombre total d'individus d'une espèce parasitaire de chaque spécimen de poisson} / \text{nombre total de poissons infectés par le parasite dans un échantillon (2)}$ .

c)  $AM = \text{Nombre total d'individus d'une espèce parasitaire de chaque spécimen de poisson} / \text{nombre total de poissons examinés dans un échantillon (3)}$ .

La diversité de la faune parasitaire en utilisant l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) et l'indice d'équitabilité de Shannon ( $H'E$ ) ont été déterminés par [22] comme suit :  $H' = -\sum p_i \ln p_i$  (6) et  $H'E = -\sum p_i \ln p_i / \ln S$ , où S représente le nombre total d'espèces dans la communauté et  $p_i$  la proportion de S constituée par la  $i^{\text{ème}}$  espèce (7).

- *Distribution spatiale des parasites*

Ensuite la structure de la communauté des composantes a été décrite à l'aide de la fréquence de dominance [23] a été appliquée pour évaluer la présence de chaque groupe de parasites dans chaque population d'espèces hôtes et  $DF = \text{nombre total d'individus d'un groupe de parasites présents dans une espèce de poisson} / \text{nombre total d'individus de tous les groupes de parasites présents sur les espèces de poissons (4)}$ .

4-L'indice de dispersion (ID) représentant le quotient entre la variance et l'abondance de chaque espèce parasitaire a été calculé afin de déterminer son profil de distribution des parasites chez *O. niloticus*. Selon [24], la distribution est massive (C) pour  $ID > 1,96$ , uniforme (U) pour  $-1,96 < ID < 1,96$  et régulière (R) pour  $ID < 1,96$  (5).

• *Distribution spatiale des parasites*

Ensuite la structure de la communauté des composantes a été décrite à l'aide de la fréquence de dominance [22] a été appliquée pour évaluer la présence de chaque groupe de parasites dans chaque population d'espèces hôtes et  $DF = \text{nombre total d'individus d'un groupe de parasites présents dans une espèce de poisson} / \text{nombre total d'individus de tous les groupes de parasites présents sur les espèces de poissons}$  (4).

4-L'indice de dispersion (ID) représentant le quotient entre la variance et l'abondance de chaque espèce parasitaire a été calculé afin de déterminer son profil de distribution des parasites chez *O. niloticus*. Selon [23], la distribution est massive (C) pour  $ID > 1,96$ , uniforme (U) pour  $-1,96 < ID < 1,96$  et régulière (R) pour  $ID < 1,96$  (5).

• *Analyse des données*

Les données issues des différentes mesures sont reportées dans un tableau Excel qui sert à faire les différents tests statistiques. Le test de chi-carré ( $\chi^2$ ) a été utilisé pour évaluer la variabilité entre l'infection des mâles et des femelles dans la population hôte. Une analyse a été réalisée pour évaluer les similitudes entre la présence de parasites chez l'hôte en fonction du taux d'infection combiné à un test de corrélation de Pearson pour déterminer si les similitudes étaient significatives. Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour déterminer si la variabilité de l'abondance des parasites est significative. Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel Statistica version 6 et les résultats ont été considérés significatifs à un taux de 95 % ( $p < 0,05$ ).

### 3. Résultats

#### 3-1. Diversité parasitaire, indices épidémiologiques et distribution spatio-temporelles des parasites

Sur l'ensemble de la période d'échantillonnage, la prévalence parasitaire demeure constamment élevée (au moins 40 %) à chaque échantillonnage dans le milieu naturel (L3) contrairement à la grande variation qui s'observe au niveau des deux stations (L1 et L2). Néanmoins, de forts taux de parasitose ont été enregistrés sur la ferme Sitatunga (L2) pendant les mois de novembre, décembre 2018 et Février 2019 (*Tableau 1*).

**Tableau 1 : Prévalence parasitaire mensuelle de Septembre 2018 à Février 2019**

Milieux Mois	L1		L2		L3	
	A	B	A	B	A	B
Septembre 2018	39	30,77	67	28,36	36	44,44
Octobre 2018	70	25,71	56	41,07	50	48
Novembre 2018	91	41,76	57	75,44	23	43,48
Décembre 2018	92	22,83	67	56,72	56	46,43
Janvier 2019	42	30,95	84	34,52	50	44
Février 2019	30	20,0	15	66,66	20	40
Total	364	29,67	346	46,82	235	45,11

A : nombre de poissons examinés ; B : Prévalence de poissons infectés

La faune recensée est composée de 7 groupes de parasites métazoaires dont trois ectoparasites (Monogènes, Digènes et Copépodes) et quatre endoparasites (Myxosporidies, Cestodes, Nématodes et Acanthocéphales) isolés des branchies, intestin, rein et foie (*Tableau 2*). L'espèce *Scutogyrus longicornus* se retrouve seulement au niveau de L2 contrairement à *Gyrodactylus sp* qui se retrouve à la fois dans L1 et L3.

**Tableau 2 :** Organes infectés selon les espèces de chaque groupe parasitaire de *O. niloticus* en fonction du milieu

Taxons	Espèces parasites	organes Infectés	stations de collecte
Myxosporidies	<i>Myxobolus elongatus</i>		L1, L2, L3
	<i>Myxobolus heterospora</i>	rein , foie	L1, L3
	<i>Sphaerospora sp</i>		L1, L3
Monogènes	<i>Cichlidogyrus sp.</i>	Branchies	L1, L2, L3
	<i>Cichlidogyrus halli</i>		L2, L3
	<i>Cichlidogyrus thurstonae</i>		L1, L2, L3
	<i>Cichlidogyrus sclérosus,</i>		L1,L2, L3
	<i>Scutogyrus longicornus</i>		L2
Digènes	<i>Gyrodactylus sp</i>		L1, L3
Cestodes	<i>Clinostomum sp</i>	Intestin	L1, L2, L3
Nématodes	<i>Gryporynchidae</i>	Intestin	L1, L2, L3
Acanthocéphales	<i>Spirocamallanus spiralis</i>	Intestin	L1, L2, L3
Copépodes	<i>Acanthogyrus tilapiae</i>	Intestin	L1, L2, L3
	<i>Ergasilus sp.</i>	Branchies	L1, L2, L3

Dans le **Tableau 3**, les indices épidémiologiques les plus élevés ont été enregistrés au niveau des Monogènes de L2 (ferme Sitatunga) avec une prévalence (P) de 15,90 % et une abondance moyenne parasitaire de 1,24 chez *Cichlidogyrus Sp* mais une intensité moyenne parasitaire de 9 chez *Cichlidogyrus sclerosus* et *Scutogyrus longicornus* tandis que les plus faibles valeurs de ces indices ont été enregistrés au niveau de L1 (ferme Adogoni). Toutes les espèces de Monogènes sont rares sur tous les trois sites ( $P < 10\%$  : L1, L2 et L3) excepté les Monogènes de L2 qui sont satellites ( $P = 30,64\%$ ). Le test de Kruskal-Wallis dont les résultats sont présentés ci-dessous montrent qu'il n'y a pas de variation significative ( $p > 0,05$ ) entre l'abondance des parasites d' *O. niloticus* de L1, L2 et L3.

**Tableau 3 :** Prévalence (P (%)), abondance moyenne (MA) et intensité moyenne (MI) de chaque espèce de parasite en fonction du milieu

Indices épidémiologiques	L1			L2			L3		
	P	MA	MI	P	MA	MI	P	MA	MI
Myxosporidies	3,02	-	-	9,53	-	-	4,25	-	-
<i>Myxobolus elongatus</i>	2,47	-	-	9,53	-	-	2,55	-	-
<i>Myxobolus heterospora</i>	0,55	0,005 5	1	-	-	-	0,85	0,008 5	1
<i>Sphaerospora sp</i>	0,55	0,005 5	1	-	-	-	0,85	0,008 5	1
Monogènes	9,34	0,296	3,38	30,64	2,43	7,93	10,64	0,281	2,64
<i>Cichlidogyrus sp</i>	3,84	0,11	2,86	15,89	1,24	7,78	5,10	0,132	2,58
<i>Cichlidogyrus halli</i>	0	0	-	1,44	0,116	8	0,425	0,017	4
<i>Cichlidogyrus sclerosus</i>	0,55	0,03	6	2,89	0,26	9	0,425	0,017	4
<i>Cichlidogyrus thurstonae</i>	4,39	0,13	2,94	9,25	0,71	7,72	4,25	0,102 1	2,4
<i>Gyrodactylus sp</i>	0,55	0,025	4,5	0	0	-	0,425	0,012 8	3
<i>Scutogyrus longicornus</i>	0	0	-	1,16	0,104	9	-	-	-
Douves	4,94	0,082	1,67	7,51	0,25	3,27	9,36	0,32	3,41

<i>Clinostomum sp</i>	4,94	0,082	1,67	7,51	0,24	3,27	9,36	0,32	3,41
Nématodes	6,32	0,096	1,52	4,05	0,089	2,21	5,11	0,115	2,25
<i>Spirocamallanus Spiralis</i>	6,32	0,096	1,52	4,05	0,09	2,21	5,11	0,115	2,25
Cestodes	3,57	0,24	6,61	8,09	0,28	3,43	4,68	0,15	3,27
<i>Gryporynchidae</i>	3,57	0,24	6,61	8,09	0,28	3,43	4,68	0,15	3,27
<i>Acanthocéphales</i>	4,12	0,074	1,8	11,56	0,24	2,05	12,34	0,21	1,72
<i>Acanthogyrus sp</i>	4,12	0,074	1,8	11,56	0,24	2,05	12,34	0,21	1,72
Copépodes	1,65	0,02	1	3,47	0,035	1	2,98	0,05	1,57
<i>Ergasilus sp</i>	1,65	0,016 5	1	3,47	0,035	1	2,98	0,05	1,57

P(%) = Prévalence, MA = Abondance moyenne, MI = intensité moyenne

	L1	L2	L3
Valeur de H	9,25	8,77	10,13
Probabilité (P)	0,778	0,596	0,821

Pour ce qui concerne la variabilité des hôtes suivant le sexe et le milieu (**Tableau 4**), la prévalence totale sur l'ensemble de la population échantillonnée au cours de l'étude était de 39,36 %. Sur la station L2, les mâles sont plus infectés (46,70 %) alors que dans la station L3 (milieu naturel), ce sont les femelles qui sont les plus infectées (54,65 %). Aucune différence significative n'existe entre la prévalence enregistrée d'un sexe à l'autre ( $\chi^2 = 3,0294$  ; dl= 3; P = 0,08177) toute station confondue. En outre, la station L1 regorge moins de parasites métazoaires. Il existe une différence significative entre la prévalence de l'infestation parasitaire d'un milieu à un autre ( $\chi^2 = 20,446$ , dl = 5; P = 0,0003 d'une part et suivant le sexe d'autre part. Par ailleurs, en L1 et L2, il n'existe aucune différence significative entre la prévalence de l'infestation parasitaire suivant le sexe ( $\chi^2 = 0,03514$ ; dl = 3; P = 0,8512) et ( $\chi^2 = 0,00523$ ; dl = 3; P = 0,9423), contrairement à L3 où il existe une différence significative entre la prévalence de l'infestation parasitaire suivant le sexe ( $\chi^2 = 8,121$ ; dl=3 ; P = 0,0044).

**Tableau 4 : Prévalence parasitaire en fonction du milieu et du sexe de l'hôte**

Milieux Sexes	L1		L2		L3		Infection totale	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Mâle	250	30,8	197	46,70	149	35,57		
Femelle	114	29,82	149	46,31	86	54,65		
Total	364	30,49	346	46,53	235	42,55	945	39,36

A : nombre de poissons examinés ; B : Prévalence de poissons infectés (%)

En L1 et L2, ce sont les Monogènes qui ont présenté les plus fortes fréquences de dominance (0,61 et 0,73 respectivement) contrairement aux Copépodes qui ont présenté les plus faibles fréquences de dominance. En L3, ce sont les Douves (0,28) qui ont présenté la plus forte fréquence de dominance alors que ce sont les Copépodes ont présenté la plus faible fréquence de dominance. L'indice de diversité H' et l'indice d'équitabilité H'E varient respectivement de 0,79 à 1,70 d'une part et de 0,33 à 0,71 ; les maxima étaient observés au niveau de L2 et les minima au niveau de L3 (**Tableau 5**).

**Tableau 5 : Fréquence de dominance, indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) et de l'équitabilité ou de régularité de Shannon ( $H'E$ ) sur les trois sites d'échantillonnages**

Espèces Milieux		Fréquence de dominance						$H'$	$H'E$	
		Myxosporidies	Monogènes	Douves	Cestodes	Nématodes	Acanthocéphales			Copépodes
L1	$N_{p_{Si=1}}$	-	292	30	86	35	27	6	1,50	0,62
	$D_{Si=1}$	-	0,61	0,06	0,18	0,07	0,06	0,01		
L2	$N_{p_{Si=1}}$	-	841	85	96	31	82	12	1,70	0,71
	$D_{Si=1}$	-	0,73	0,07	0,08	0,03	0,07	0,01		
L3	$N_{p_{Si=1}}$	-	66	75	36	27	50	11	0,79	0,33
	$D_{Si=1}$	-	0,25	0,28	0,14	0,10	0,19	0,04		

*NB :  $N_{p_{Si=1}}$  = nombre total de parasites de la  $i$ ème espèce de parasites retrouvés chez *O. niloticus*, où  $S$  représente le nombre total d'espèces dans la communauté;  $D_{Si=1}$  = Fréquence de dominance de la  $i$ ème groupe parasitaire sauf les Myxosporidies.*

Les Myxosporidies identifiées au cours de la campagne d'échantillonnage présentent une distribution uniforme au niveau de L1 et L3 alors qu'elle est massive au niveau des autres espèces de parasites répertoriés. Par ailleurs, la distribution est massive au niveau de tous les métazoaires parasites identifiés de L2 mais uniforme au niveau du groupe des copépodes de L1 (**Tableau 6**).

**Tableau 6 : Indice de dispersion (ID) des parasites chez *O. niloticus* sur les trois sites d'échantillonnages**

Taxons	Milieux		
	L1	L2	L3
Espèce	ID	ID	ID
<i>Myxobolus elongatus</i>	0,98	2,67	0,98
<i>Sphaerospora sp</i>	1,00	-	1,00
<i>Myxobolus sheterospora</i>	1,00	-	1,00
<i>Cichlidogyrus sp</i>	3,31	9,98	4,31
<i>Cichlidogyrus thurstonae</i>	3,48	13,62	4,08
<i>Cichlidogyrus sclerosus</i>	7,49	14,07	4
<i>Cichlidogyrus halli</i>	-	14,98	4
<i>Scutogyrus longicornus</i>	-	10,65	-
<i>Gyrodactylus sp</i>	4,54	0	3
<i>Clinostomum sp</i>	2,19	9,09	2,24
<i>Gryporhynchidae</i>	15,67	6,28	9,35
<i>Spirocamallanus spiralis</i>	1,95	2,40	3,34
<i>Acanthogyrus tilapiae</i>	2,96	3,11	2,00
<i>Ergasilus sp</i>	0,997	2,29	2,24

*Ab* = Abondance parasitaire, *Var* = Variance, *ID* = Indice de dispersion

L'infestation des poissons par les parasites métazoaires s'effectue en fonction de la taille (ou du poids) puisque qu'au fur et à mesure que la taille du poisson augmente, il y a aussi augmentation du poids du poisson et le coefficient de condition (Kc) qui rend compte de l'embonpoint du poisson est tel que:  $Kc = P/L^3$  [25]. Ainsi en L1, le taux de prévalence est particulièrement faible mais les individus de taille moyenne sont les plus infectés que les autres classes de tailles. En L3, nous avons constaté que ce sont les individus de petite taille ou de

grande taille qui sont les plus atteints que les autres classes de taille contrairement au fait que ce sont les individus de taille moyenne que qui sont les plus infectés en L2 (L2 étant le milieu qui a présenté la plus grande richesse parasitaire). Il n'existe aucune différence significative de prévalence de l'infestation parasitaire suivant la taille de l'ensemble des poissons des trois sites étudiés ( $\chi^2 = 2,2408$ ; dl = 5 ; P = 0,3261). En L1 et L2, Il n'existe aucune différence significative entre la prévalence de l'infestation parasitaire suivant la taille ( $\chi^2 = 5,545$ ; dl = 5; P = 0,0625) et ( $\chi^2 = 2,9276$ ; dl = 5; P = 0,2313) respectivement. En L3 par contre, Il existe une différence significative entre la prévalence de l'infestation parasitaire suivant la taille ( $\chi^2 = 9,4843$ ; dl = 5; P = 0,00872)(Figure2).

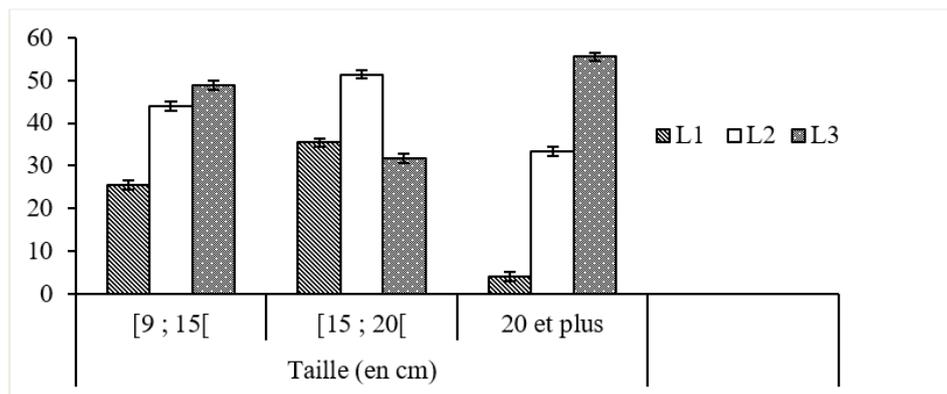


Figure 2 : Prévalence parasitaire en fonction de la taille de l'hôte et en fonction des milieux d'échantillonnage

### 3-2. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et la prévalence des parasites métazoaires de *O. niloticus*

Le **Tableau 7** présente les paramètres physico-chimiques des différents milieux investigués. Lors des campagnes d'échantillonnage, les valeurs des paramètres physico-chimiques sont pour la plupart conformes aux normes recommandées pour une bonne eau d'élevage piscicole. Mais la turbidité reste élevée sur tous les sites (L1, L2 et L3) lors des deux campagnes alors que les valeurs de nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) demeurent élevées seulement dans L2 et L3 contrairement aux nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dans L1 lors de la première campagne. Par ailleurs, les valeurs des matières en suspension (MES), de la Demande Chimique en Oxygène (DCO), de la Demande Biologique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>), des métaux lourds comme le plomb (Pb) et le cadmium (Cd) demeurent excessivement élevées sur les 3 sites pendant les deux périodes d'échantillonnage (**Tableau7**).

Tableau 7 : Variations spatio-temporelles des paramètres physico-chimiques de l'échantillonnage de l'eau selon les milieux d'échantillonnage

Campagnes et milieux	C1			C2		
	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Paramètres						
T (°C)	28,4 ± 0,3	28,6 ± 0,4	28,8 ± 0,7	28,4 ± 0,5	28,5 ± 0,6	29,3 ± 0,2
PH	7 ± 1,1	7,34 ± 0,02	7,39 ± 0,07	7,44 ± 0,89	5,88 ± 0,07	6,36 ± 0,12
O <sub>2</sub> (mg/L)	4,87 ± 1,2	4,22 ± 0,74	3,9 ± 0,1	5,30 ± 1,09	5,45 ± 0,65	5,10 ± 0,85
CE	168 ± 74,3	89,33 ± 5,51	183 ± 23,39	318 ± 125,76	145 ± 47,59	95 ± 8,67
TDS (mg/L)	84 ± 37,1	44,67 ± 2,75	91,5 ± 11,69	159 ± 11,13	72 ± 34,53	47 ± 4,75
Sal (‰)	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0

Couleur(PtCo)	31,3 ± 16,65	75,67 ± 25,72	54,67 ± 27,59	34 ± 24,67	13 ± 10,47	3 ± 0,15
Turbidité (NTU)	18,77±18,66	26,85 ± 0,0	92,7 ± 43,23	17,06 ± 8,92	17,32 ± 7,47	14,56 ± 5,81
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	0,019±0,016	0,045 ± 0,01	0,045 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,028 ± 0,015	0,017 ± 0,01
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	2,23 ± 3,04	0,28 ± 0,08	0,38 ± 0,28	0,32 ± 0,05	0,379 ± 0,27	0,178 ± 0,09
NH <sub>3</sub> (mg/L)	0,24 ± 0,05	0,13 ± 0,14	0,33 ± 0,25	0,14 ± 0,13	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01
NTK (mg/L)	0,51 ± 0,47	0,24 ± 0,10	0,82 ± 0,10	2,47 ± 1,08	0,99 ± 0,15	0,32 ± 0,14
MES (mg/L)	33,96±28,65	33 ± 30,31	96,33 ± 23	56 ± 35,78	37 ± 27,78	29 ± 25,67
DCO (mg/L)	25,26±13,32	107,33 ± 70,61	181,23 ± 25,49	138 ± 19,47	232 ± 45,34	65,8 ± 23,33
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	11,33 ± 4,72	21 ± 15,72	30 ± 3,60	25 ± 16,42	35 ± 6,78	19 ± 8,84
Pb (µg/L)	85,63±44,78	204,06 ± 146,68	56,87 ± 29,27	150 ± 78,35	202,5 ± 105,45	203,1±69,39
Cd (µg/L)	40,01 ± 5,34	56,87 ± 4,54	37,18 ± 8,58	39,37 ± 4,67	59,06 ± 7,89	38,12 ± 6,99

C1 = 1<sup>ère</sup> campagne d'échantillonnage ; C2 = 2<sup>ème</sup> campagne d'échantillonnage.

Les résultats de l'analyse en composantes principales montrant la corrélation entre les paramètres physico-chimiques et la prévalence des métazoaires parasites identifiés chez *Oreochromis niloticus* révèlent que la variance totale est entièrement expliquée par deux axes cumulant respectivement 71,05 % (axe 1) et 28,95 % (axe 2). La projection de ces paramètres dans le système d'axes figure 3 à partir de leur corrélation avec chaque axe (**Tableau 8**) montre que l'axe 1 oppose les variables: *Myxobolus heterospora*, *Sphaerospora sp*, *Gyrodactylus sp*, *Spirocamallanus Spiralis* corrélées avec le pH, la conductivité électrique, les solides totaux dissous, les nitrates, l'ammoniac alors que variables *Myxobolus elongatus*, *Cichlidogyrus sp*, *Cichlidogyrus halli*, *Cichlidogyrus sclerosus*, *Cichlidogyrus thurstonae*, *Scutogyrus longicornus*, *Gryporynchidae*, *Ergasilus sp* corrélées avec la couleur, les nitrites, l'azote total (NTK), la DCO, la DBO<sub>5</sub>, le plomb et le cadmium. Quant à l'axe 2, il révèle une corrélation positive entre la prévalence de *Clinostomum sp*, *Acanthogyrus sp* et la température, la turbidité et les matières en suspension, puis une corrélation négative avec l'oxygène dissous. De ces résultats, il ressort que la prévalence des métazoaires parasites identifiés chez *Oreochromis niloticus* est influencée par les paramètres physico-chimiques des eaux les hébergeant. Ainsi, le pH, la conductivité électrique, les solides totaux dissous, les nitrates, l'ammoniac sont favorables à la prévalence de *Myxobolus heterospora*, *Sphaerospora sp*, *Gyrodactylus sp* et *Spirocamallanus Spiralis* qui est par contre défavorisée par la couleur, les nitrites, l'azote total (NTK), la DCO, la DBO<sub>5</sub>, le plomb et le cadmium. La tendance inverse est notée pour *Myxobolus elongatus*, *Cichlidogyrus sp*, *Cichlidogyrus halli*, *Cichlidogyrus sclerosus*, *Cichlidogyrus thurstonae*, *Scutogyrus longicornus*, *Gryporynchidae*, *Ergasilus sp*. Par ailleurs, la prévalence de *Clinostomum sp* et *Acanthogyrus sp* est favorisée par la température, la turbidité et les matières en suspension mais défavorisée par la teneur en oxygène dissous.

**Tableau 8 : Corrélation des paramètres physico-chimiques avec les axes 1 et 2**

Variables	Axe 1	Axe 2	Variables	Axe 1	Axe 2
Temp	-0,020853	0,999783	M. elong.	-0,951600	-0,307339
PH	0,961905	-0,273383	M. hetero.	0,779043	0,626971
O <sub>2</sub>	0,236315	-0,971677	S. sp	0,779043	0,626971
CE	0,846274	-0,532748	C. sp	-0,974345	-0,225058
TDS	0,845886	-0,533364	C. halli	-0,999521	-0,030944
Coul	-0,846879	-0,531785	C. sclero.	-0,933303	-0,359090
Turb	0,094221	0,995551	C. thursto.	-0,940447	-0,339939
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-0,920142	0,391585	G. sp	0,994623	0,103566
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,717942	-0,696103	S. longi.	-0,948521	-0,316715
NH <sub>3</sub>	0,933535	0,358487	Clino. sp	-0,404138	0,914698

NTK	-0,960047	0,279840	Spiro	0,971465	-0,237185
MES	0,535838	0,844321	Grypo	-0,996440	-0,084310
DCO	-0,985009	0,172504	A. sp	-0,688780	0,724970
DBO <sub>5</sub>	-0,933678	0,358115	E. sp	-0,895273	0,445518
Pb	-0,981955	-0,189117			
Cd	-0,915691	-0,401882			

NB : Temp = température, CE = conductivité électrique, TDS = solide totaux dissous, Coul = couleur, Turb = turbidité, NTK = azote total (NTK), MES = matières en suspension, DCO = demande chimique en oxygène, DBO<sub>5</sub> = demande biochimique en oxygène, A. sp = *Acanthogyrus sp*, C. halli = *Cichlidogyrus halli*, C. sclero. = *Cichlidogyrus sclerosus*, C. sp = *Cichlidogyrus sp*, C. thursto. = *Cichlidogyrus thurstonae*, Clino. Sp = *Clinostomum sp*, E. sp = *Ergasilus sp*, G. sp = *Gyrodactylus sp*, Grypo = *Gyrodactylidae*, M. Elonga. = *Myxobolus elongatus*, M. hetero. = *Myxobolus heterospora*, S. longi. = *Scutogyrus longicornus*, S. sp = *Sphaerospora sp*, Spiro = *Spirocamallanus Spiralis*).

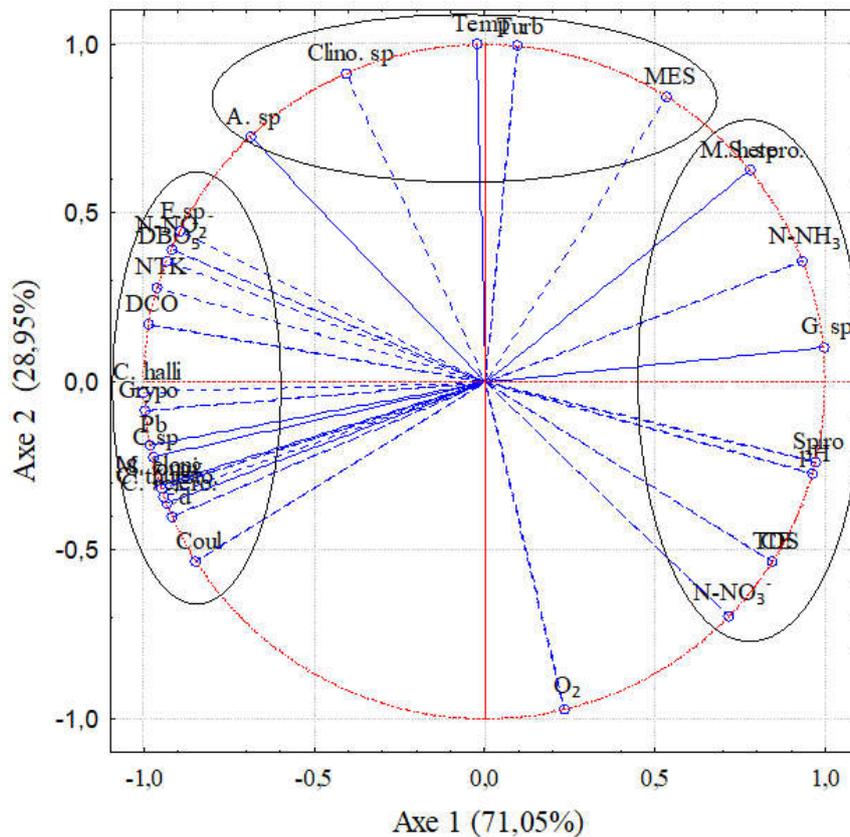


Figure 3 : Projection des variables dans le système d'axes 1 et 2

#### 4. Discussion

Habituellement, le nombre d'espèces de parasites par hôte de poisson variait [26] et cette variabilité de la richesse parasitaire a été associée à divers facteurs liés à l'expérimentation [27], à la phylogénie des hôtes [20, 28], à l'hôte [29], à l'écologie [30] et à la qualité des eaux [31, 32]. Les résultats de la présente étude permettent de savoir qu'*O. niloticus* abrite toute une diversité de parasites métazoaires au Sud-Bénin. Le présent travail révèle que les branchies, l'intestin, les reins et le foie sont les organes les plus infectés par

*O. niloticus*. Ces résultats corroborent les travaux de [5] en Ouganda qui ont enregistré toute une variété de parasites au niveau des branchies, du corps et de l'intestin des poissons. Au total 14 espèces de parasites ont été identifiées comportant 13 espèces Helminthes (*M. elongatus*, *M. heterospora*, *Sphaerospora sp*, *Cichlidogyrus sp*, *Cichlidogyrus halli*, *Cichlidogyrus sclerosus*, *Cichlidogyrus thurstonae*, *Gyrodactylus sp*, *Scutogyrus longicornis*, *Clinostomum sp*, *Spirocamallanus spiralis*, *Gryporynchidae*, *Acanthogyrus tilapiae*) et une espèce de Copépodes (*Ergasilus sp*). Ces parasites helminthes enregistrés au cours de cette étude sur *O. niloticus* confirment les travaux de plusieurs auteurs dans le monde [33 - 36]. Ces résultats obtenus sont en accord avec [4] qui ont affirmé que le parasitisme était beaucoup plus commun et diversifié dans les populations de poissons sauvages que dans les fermes ou les étangs puisque les poissons étudiés présentent une grande diversité parasitaire aussi bien en milieu naturel qu'en milieu contrôlé. Ce parasitisme, effectué suivant la différenciation sexuelle, est beaucoup plus marqué suivant les milieux et conditionné par la qualité physico-chimique des eaux d'élevage. Les taux moyens d'infection obtenus sur les trois sites en étude sont largement inférieurs à ceux de 100 % enregistrés [16] sur l'ensemble de l'échantillonnage de *Chrysichthys nigrodigitatus* dans la vallée de l'Ouémé (Sud-Bénin). Cette différence pourrait s'expliquer par les Monogènes, avec une forte prévalence dans cette étude, ont un cycle biologique direct ne nécessitant aucun hôte intermédiaire [37] avec un mode de multiplication rapide [38].

La prévalence élevée obtenue avec les Monogènes laissent penser que ces parasites sont plus aptes à parasiter facilement *O. niloticus*. Plusieurs études [26, 39, 40, 42, 43] ont été réalisées sur *O. niloticus*. La faune parasitaire, identifiée au cours de ces travaux dans les différents milieux (naturel et non), est composée d'ectoparasites et d'endoparasites. Ces résultats sont en conformité avec ceux de [35, 44] qui ont affirmé que la composition de la faune endoparasite d'un hôte dépend de l'alimentation de l'hôte et d'autres habitudes ainsi que de la spécificité de l'hôte et de la distribution du parasite. La prévalence élevée de parasites avec une prédominance d'endoparasites dans cette étude pourrait être due d'une part, au régime alimentaire des poissons, particulièrement dans le système sauvage [45] et d'autre part, aux conditions de vie des poissons dans le milieu. Ces facteurs facilitent le parasitisme et le développement de plusieurs pathologies chez ces poissons, de même que l'environnement aquatique qui favorise le cycle de vie et la propagation des parasites [46]. Néanmoins, les résultats de cette étude présentent des prévalences inférieures à celles obtenues au Brésil sur *Genypterus brasiliensis* (Ophiidae) où la charge parasitaire de chaque spécimen était de 66,8 [47]. Cependant, la richesse spécifique parasitaire enregistrée lors de cette étude en ce qui concerne les Monogènes est élevée que celle rapportée par [48] qui n'ont trouvé que 2 espèces Monogènes parasitant les Tilapias des fermes piscicoles en Syrie.

Quant aux Myxosporidies, la richesse spécifique est faible comparée aux 7 espèces de Myxosporidies dont *M. heterospora* rapportée par [49] au cours d'une étude de parasitologie sur 181 spécimens de *O. niloticus* provenant des eaux de Burkina Faso. Par ailleurs, la diversité parasitaire rapportée par [43] au cours d'une étude sur la distribution spatiale et la dynamique des infections des Monogènes branchiaux de *O. niloticus* et l'hybride tilapia rouge provenant du milieu naturel et aussi des fermes de Perak (Malaisie) est faible par rapport à celle obtenue au cours de cette étude puisqu'il n'a retrouvé que quatre espèces de Monogènes à savoir : *C. halli*, *C. sclerosus*, *C. thurstonae* et *Scutogyrus longicornis*. La différence d'abondance moyenne et d'intensité moyenne, obtenues pour les parasites d'*O. niloticus* dans les trois milieux d'étude, sont dues à un déséquilibre entre le système immunitaire des hôtes et la performance infectieuse du parasite [50] contrairement à ce qu'ont affirmé [51]. La charge parasitaire est quasiment moyenne dans les milieux étudiés avec une prépondérance de parasites au niveau de L2 (ferme du Sitatunga). Ces hôtes étudiés présentent une diversité riche et variée supérieure à celle de [52] qui ont révélé, dans leur étude sur la parasitofaune de 300 Tilapias *O. niloticus* issus de fermes piscicoles du sud du Nigéria, 4 groupes parasitaires à savoir: les Nématodes avec une espèce (*Procamallanus laeviconchus*), le groupe des Trématodes avec deux espèces (les *Gyrodactylus* et *Dactylogyrus sp*), le groupe des Annelides avec une espèce (*Leeches*) et le groupe des

Copépodes avec une espèce (*Argulus*). Le genre *Gyrodactylus sp* recensé lors de cette étude est similaire à l'espèce *Gyrodactylus Camerounensis* décrite chez *Clarias Camerounensis* (Lounberg, 1985), chez *Clarias jaensis* (Boulenger, 1990) et chez *C. pachymena* (Boulenger, 1903) au Cameroun par [53]. Notons qu'en dehors de *Clinostomum* (douve) que nous avons retrouvé, [54] ont confirmé la présence sur le corps d'*O. niloticus*, de *Clinostomum cutaneum* et *Ornithodiplostomum sp* dans leur étude sur la parasitofaune dans certaines fermes de l'Ouganda. La plupart des études menées sur le *Gyporhynchidae* porte sur les métacestodes (larves) rendant les informations relatives à la taxonomie, au cycle de développement, à l'écologie et à la pathologie très rares voire inexistantes [55]. Au Bénin, les résultats obtenus au niveau de L3 (milieu naturel) similaires à ceux obtenus par [14] sur *Henneguya sp.* infectant *Clarias gariepinus* en milieu naturel (fleuve Ouémé à Agolin-Lowé au sud du Bénin [14]. [8, 56] ont rapporté des différences significatives entre les prévalences parasitaires des deux sexes de poissons hôtes (les individus mâles étant moins parasités que les femelles); mais ces résultats s'opposent à ceux de [36, 57]. Néanmoins, une alimentation de qualité et en quantité influe sur la différenciation sexuelle [58]. Aussi, cela pourrait se justifier par l'état physiologique de la femelle, la plupart des femelles gravides (c'est à dire pondant) ont une résistance faible à l'infection par les parasites [59]. Les résultats obtenus en L3 sont conformes à ceux rapportés par [60] qui a constaté chez *Tilapia nilotica*; *T. zilli* et *T. galilae* que les femelles sont plus infectées que les mâles.

Pour [61, 62], la prévalence et l'intensité moyenne plus élevée chez les femelles de *O. niloticus* peuvent être liées à l'investissement d'énergie dans la reproduction [63]. A noter que les individus mâles sont susceptibles d'être plus infectés par les parasites que dans les périodes d'investissement dans le développement des gonades [64]. Par ailleurs, les résultats indiquent que les espèces enregistrées sur les trois sites investigués sont rares pour la plupart. Cette distribution est différente de celle décrite par [14] qui ont rapporté d'autre part une communauté parasitaire chez *C. gariepinus* structurée en deux espèces dominantes, une espèce satellite et trois espèces rares. Les mêmes auteurs rapportent une communauté parasitaire chez *Clarias ebriensis*, composée d'une espèce dominante, une espèce satellite et une espèce rare; alors que Chez *S. nigrita* une communauté parasitaire représentée par une seule espèce dominante et le reste se compose de deux espèces satellites et d'une espèce rare. La plupart des taxons parasites avaient une répartition dominante pour les deux poissons étudiés. Une seule espèce parasitaire (*P. chrysichthes*) a été observée sur *Chrysichthys nigrodigitatus*, ainsi qu'une seule espèce parasitaire (*P. laevionchus*) avait été observée sur *C. gariepinus* avec une répartition uniforme [22]. La communauté parasitaire d'*O. niloticus* est structurée de façon homogène (espèces rares) avec une distribution massive par milieu d'échantillonnage excepté pour la structure, les espèces satellites *Cichlidogyrus sp* et *Acanthogyrus tilapiae* rencontrées d'une part au niveau de L2 et *Acanthogyrus tilapiae* au niveau de L3 d'autre part et les Myxosporidies avec une distribution uniforme [22].

Nos résultats indiquent que le pH, la conductivité électrique, les solides totaux dissous, les nitrites, l'ammoniac sont favorables à la prévalence de *Myxobolus heterospora*, *Sphaerospora sp*, *Gyrodactylus sp* et *Spirocamallanus Spiralis*, alors que la couleur, les nitrites, l'azote total (NTK), la DCO, la DBO<sub>5</sub>, le plomb et le cadmium défavorisent la prévalence de *Myxobolus elongatus*, *Cichlidogyrus sp*, *Cichlidogyrus halli*, *Cichlidogyrus sclerosus*, *Cichlidogyrus thurstonae*, *Scutogyrus longicornus*, *Gyporhynchidae*, *Ergasilus sp*. La température, la turbidité favorise la prévalence de *Clinostomum sp* et *Acanthogyrus sp* alors que la teneur en oxygène dissous défavorise la prévalence de *Clinostomum sp* et *Acanthogyrus sp*. Certes, les eaux d'élevage des milieux échantillonnés lors des différentes campagnes sont celles d'une bonne eau piscicole car la plupart des valeurs des paramètres de qualité de l'eau enregistrés sont dans les normes requises [65, 66]. Néanmoins, les nitrites (toxiques pour les poissons) présents à taux élevé en L2 et L3 peuvent être justifiés d'une part, par les pertes alimentaires qui se décomposent dans L2 accélérant le processus de nitrification et d'autre part, par l'apport des éléments telluriques apportés par lessivage dans le milieu naturel (L3). Ce qui s'accorde parfaitement avec la forte DCO et DBO<sub>5</sub>, de même que les valeurs des métaux lourds déterminés dans les trois milieux étudiés. Les fortes concentrations des métaux dans ces milieux (naturel et non) suggèrent le risque de leur bioaccumulation par *O. niloticus*, ce qui a une conséquence certaine sur la santé

du consommateur final. La faible parasitose constatée chez des poissons de petit poids est due à l'imaturité de leur système immunitaire, ce qui entrainerait la mort de la plupart de ces poissons de petite taille qui n'arrivent pas à survivre à cette agression [67, 68]. Mais, la parasitose n'est pas fonction de la taille dans cette étude. Ce qui ne corrobore pas les travaux de [69, 70] qui ont montré qu'une richesse parasitaire est positivement corrélée avec la taille de l'hôte.

## 5. Conclusion

En somme, il convient de retenir que *O. niloticus* héberge une faune parasitaire diversifiée constituée de 7 classes de parasites métazoaires comprenant trois ectoparasites (Monogènes, Digènes et Copépodes) et quatre endoparasites (Myxosporidies, Cestodes, Nématodes et Acanthocéphales) isolés des branchies, de l'intestin, des reins et du foie. Sur les trois sites investigués, *O. niloticus* était plus parasité par les Monogènes que les autres groupes de parasites identifiés dans tous les milieux avec un parasitisme beaucoup plus marqué chez les femelles que chez les mâles. Il est à noter que L2 est plus parasité que L3 alors que L3 est plus parasité que L1 en termes de prévalence, d'abondance et d'intensité parasitaire. En L1 et L2, Il n'existe aucune différence significative entre la prévalence de l'infestation parasitaire suivant la taille. En L3 par contre, Il existe une différence significative entre la prévalence de l'infestation parasitaire suivant la taille. L'indice de diversité H' et l'indice d'équitabilité H'E varient respectivement de 0,79 à 1,70 d'une part et de 0,33 à 0,71; les maxima étaient observés au niveau de L2 et les minima au niveau de L3. Ce sont les Monogènes qui ont la fréquence de dominance la plus élevée (0,73) en L2 alors que ce sont les Copépodes qui ont connu la plus faible fréquence de dominance (0,01) en L1 et L2 avec une présence dans l'hôte fortement corrélée. Les parasites identifiés sont rares excepté certains Monogènes satellites retrouvés en L2. La distribution des espèces parasitaires est massive sauf les Myxosporidies qui présentaient une distribution uniforme au niveau de la ferme d'Adogoni (L1) et le milieu naturel (L3). Il existe une forte corrélation entre les paramètres physico-chimiques et le parasitisme au niveau de milieu d'étude. Les valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau de pisciculture de chaque milieu sont dans les normes recommandées pour une bonne eau de pisciculture sauf pour la turbidité, les matières en suspension, la DCO, la DBO<sub>5</sub>, le Plomb, le Cadmium (aussi bien en L1 qu'en L2 et L3), tout comme les Nitrites (en L2 et L3) dont les valeurs sont particulièrement élevées. La prévalence de *Myxobolus heterospora*, *Sphaerospora sp*, *Gyrodactylus sp* et *Spirocamallanus Spiralis* est favorisée par le pH, la conductivité électrique, les solides totaux dissous, les nitrites, l'ammoniac. De même la prévalence de *Clinostomum sp* et *Acanthogyryrus sp* est favorisée par la température. Par contre, la prévalence de *Myxobolus elongatus*, *Cichlidogyryrus sp*, *Cichlidogyryrus halli*, *Cichlidogyryrus sclerosus*, *Cichlidogyryrus thurstonae*, *Scutogyryrus longicornus*, *Gryporynchidae*, *Ergasilus sp* est défavorisée par la couleur, les nitrites, l'azote total (NTK), la DCO, la DBO<sub>5</sub>, le plomb et le cadmium et que la prévalence de *Clinostomum sp* et *Acanthogyryrus sp* est défavorisée par la teneur en oxygène dissous.

## Références

- [1] - FAO, "La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture". Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, (2012) 261 p.
- [2] - PH. LALEYE, "Ecologie comparée de deux espèces de *Chrysichthys*, Poissons Siluriformes (Claroiteidae) du complexe lagunaire Lac Nokoué - Lagune de Porto-Novo au Bénin". *Thèse de Doctorat en science. ULg. ; Belgique*, (1995) 199 p.
- [3] - A. KLIMPEL, A. SEEHAGEN, H. W. PALM, "Metazoan parasites and feeding behavior of four small-sized fish species from the central North Sea". *Parasitol Res*, 91 (2003) 290 - 297

- [4] - ON. GOSELLE, "GI. SHIR, EO. UDEH, M. ABELAU, GN. IMANDEH, "Helminth parasites of *Clarias gariepinus* and *Tilapia zillii* at Lamingo dam, Jos, Nigeria". *Sci World J*, 3 (4) (2008) 23 - 28
- [5] - P. AKOLL, R. KONECNY, WW. MWANJA, KJ. NATTABI, C. AGOE, F. SCHIEMER, "Parasite fauna of farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*) in Uganda". *Parasitol Res*, 110 (2012) 315 - 323
- [6] - CR. KENNEDY, Foreword. In: Pike AW, Lewis JW (eds) "Parasitic diseases of fish". Samara publishers, Tresaith, Dyfed, UK, (1994) 1 - 2 p.
- [7] - T. SCHOLZ, "Parasites in cultured and feral fish". *Vet Parasitol*, 84 (1999) 317 - 335
- [8] - A. GBANKOTO, C. PAMPOULIE, A. MARQUES, GN. SAKITI & KL. DRAMANE, "Infection patterns of *Myxobolus heterospora* in two tilapia species (Teleostei: Cichlidae) and its potential effects". *Dis Aquat Org*, 55 (2003) 125 - 131
- [9] - MJ. COSTELLO, "The global economic cost of sea lice to salmonid farming industry". *J Fish Dis*, 32 (2009) 115 - 118
- [10] - NK. SANIL, PK. AZOKAN, L. JOHN, KK. VIJAYAN, "Pathological manifestations of the acanthocephalan parasite *Tenuiproboscis* sp. In the mangrove red snapper (*Lutjanus argentimaculatus*) (Forsskål, 1775), a candidate species for Aquaculture from Southern India". *Aquaculture*, 310 (2011) 259 - 266
- [11] - KD. LAFFERTY, "Ecosystem consequences of fish parasites". *J Fish Biol*, 73 (2008) 2083 - 2093
- [12] - M. TAVARES-DIAS, JRG. LEMOS, ML. MARTINS, "Parasitic fauna of eight species of ornamental freshwater fish species from the middle Negro River in the Brazilian Amazon region". *Rev Brasil Parasitol Vet*, 19 (2010) 103 - 107
- [13] - ZANNOU T BIENVENU, TOSSAVI N DARIUS, TOGLA A IGNANCE, HOUÉNOU SÈDOGBO D MIREILLE, SIKO EE JOEL, BOUKO BERNADIN and IBIKOUNLÉ MOUDACHIROU, "General survey on metazoan parasites infecting *Oreochromis niloticus* L. (Teleostei, Cichlidae) from two different fish ponds systems in southern Benin". *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7 (2) (2019) 26 - 30. E-ISSN: 2347-5129; P-ISSN: 2394-0506 (ICV-Poland) Impact Value: 5.62 (GIF) Impact Factor: 0.549. IJFAS 2019, 7 (2) (2019) 26 - 30 © 2019 IJFAS www.fisheriesjournal.com
- [14] - ND. TOSSAVI, A. GBANKOTO, A. ADITÉ, M. IBIKOUNLÉ, C. GRUNAU, GN. SAKITI, "Metazoan parasite communities of Catfishes (Teleostei: Siluridae) in Benin : West Africa". *Parasitol Res*, 113 (2014) 3973 - 3983
- [15] - CT. DOSSOU & L. EUZET, "*Synodontella* n.g. (Monogenea, Ancyrocephalidae) parasites de Mochokidae africains du genre *Synodontis* Cuvier 1817". *Rev Zool Afr*, 107 (2) (1993) 175 p.
- [16] - GG. TEUGELS and THYS VAN DEN AUDENAERDE DFE, "Tilapia In: Daget (J.), Gosse (J.-P.), Teugels (G.G.), Thys van den Audenaerde DFE, (eds.): Check-List of the Freshwater Fishes of Africa". *CLOFFA IV. Cichlidae*, ISBN, MRAC, Orstom, (1991) 482 - 508
- [17] - S. YAMAGUTI, "Systema helminthum, nematodes of vertebrates". *Interscience Publishers, Inc., New York, USA*, (1961) 1261 p.
- [18] - I. PAPERNA, "Parasites, infections and diseases of fish in Africa". CIFA Tech. Pap., 7 (1980) 216 p.
- [19] - I. PAPERNA, "Parasites, infections and diseases of fish in Africa-an up date". *CIFATech. Paper*, 31, FAO, Rome, Italy, (1996) 200 p.
- [20] - ET. VALTONEN, JC. HOLMES, M. KOSKIVAARA, "Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in the Central Finland". *Can J Fish Aquat Sci*, 54 (1997) 572 - 585
- [21] - AO. BUSH, DL. KEVIN, ML. JEFFREY, WS. ALLEN, "Parasitology meets ecology on its own terms". *J Parasitol*, 83 (1997) 575 - 583
- [22] - J. BEGON, JL. HARPER, CR. TOWNSEND, "Ecology, individuals, populations and communities, 3rd edn". *Blackwell Science Ltd, Oxford*, (1996) 1068 p.

- [23] - K. ROHDE, C. HAYWARD, "Heap M, Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes". *Int J Parasitol*, 25 (1995) 945 - 970
- [24] - JA. LUDWIG, JF. REYNOLDS, "Statistical ecology: a primer on methods and computing". *Wiley-Interscience Publications, New York*, (1988) 337 p.
- [25] - P. LASSERRE, "Metabolic activities of benthic microfauna and meiofauna, in: *The benthic boundary layer*". Edited by LN. McCave, Plenum Press, New York, NATO Sei. Conf., Les Arcs, (1974) 95 - 142
- [26] - A. PARISELLE & L. EUZET, "Le parasitisme des poissons Siluroidei : un danger pour l'aquaculture?". *Aquat. Living Resour.*, 9 (1996) 145 - 151
- [27] - BA. WALTER, DH. CLAYTON, PC. COTGREAVE, RD. GREGORY, RD. PRICE, "Sampling effort and parasite species richness". *Parasitol.Today*, 11 (1995) 306 - 310
- [28] - P. SASAL, S. MORAND, JF. GUEGAN, "Parasite species richness for fish of the Mediterranean Sea. Mar". *Ecol.-Prog. Ser.*, 149 (1997) 61 - 71
- [29] - S. MORAND, R. POULIN, K. ROHDE, C. HAYWARD, "Aggregation and species coexistence of ectoparasites of marine fishes". *Int. J. Parasitol.*, 129 (1999) 663 - 672
- [30] - TI. ZHARIKOVA, "The adaptative reactions of the gill ectoparasites of the bream (*Abramis brama*) and the white bream (*Blicca bjoerkna*) onto the anthropogenic factor influence in the Ivan'kovo reservoir". *Parasitology*, 34 (1) (2000) 50 - 55
- [31] - P. GALLI, G. CROSA, L. MARINIELLO, M. ORTIS, S. D'AMELIO, "Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities". *Hydrobiologia*, 452 (2001) 173 - 179
- [32] - MA. EL-SEIFY, MS. ZAKI, ARY. DESOUKY, HH. ABBAS, OK. ABDEL HADY, ABOU ZAID, "Seasonal variations and prevalence of some external parasites affecting freshwater fishes Reared at Upper Egypt". *Life Sci. J.*, 8 (3) (2011) 397 - 400
- [33] - LC. HOFFMAN and JF. PRINSLOO, "The potential of freshwater fish in South Africa". *Food Industries of South Africa*, 30 (1996) 1 - 2
- [34] - W. PANTOJA, R. LIGIA NEVES, DRD. MÁRCIA, RGB. MARINHO, MONTAGNER DANIEL, TAVARES-DIAS, MARCOS, "Protozoan and metazoan parasites of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in Brazil". *REVISTA MVZ Córdoba*, 17 (1) (2012) 2819 - 2819
- [35] - CJ. MWITA and H. LAMTANE, "Population Biology of the Metazoan Parasites Infecting Fishes from Lakes Uba and Ruwe, Lower Rufiji Floodplain, Tanzania". *Natural Science*, 6 (2014) 700 - 708. DOI: 10.4236/ns.2014.610070
- [36] - GA. DOMO and ST. ESTER, "Prevalence of the helminthes parasites of *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus* in lake Geriyo Jimeta Yola, Adamawa state". *Journal of Novel Applied Sciences*, 4 (1) (2009) 1 - 6
- [37] - LS. ROBERTS, J. JANOVY, "Foundations of parasitology". *Brown, WC, Dubuque*, (1996) 659 p.
- [38] - J. D. BALARIN et J. D. HATTON, "Tilapia : A guide to their biology and culture in Africa". *Unit of Aquatic Pathobiology, Stirling University.*, (1979) 174 p.
- [39] - A. LAMBERT, "Les Monogènes Monopisthocotylea parasites des Poissons d'eau douce de la France méditerranéenne". *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 3é série, N° 429 (1997) 39 p.
- [40] - CT. DOSSOU, "Monogènes parasites de poissons d'eau douce au Bénin (Ouest Africain)". Thèse de Doctorat d'Etat. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, France, (1985) 116 p.
- [41] - V. N'DOUBA & A. LAMBERT, "Un nouveau *Macrogryodactylus* (Monogenea, Gyrodactylifae) parasite de *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840 (Téléostéen, siluriformes) en Côte d'Ivoire". *Zoosystema*, 21 (1999) 7 - 11
- [42] - KG. BLAHOUA, V. N'DOUBA, T. KONE, NJ. KOUASSI, "Variations saisonnières des indices épidémiologiques de trois Monogènes parasites de *Sarotherodon melanotheron* (Pisces : Cichlidae) dans le lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire)". *Sci. Nature*, 6 (1) (2009) 39 - 47

- [43] - KH. LIM, K. JASVINDAR, SM. CHEONG, BK. HO, HL. LIM, CH. TEH, KJ. LAU, A. SUTHAHAR and D. AMBIGGA, "Prevalence of smoking and its associated factors with smoking among elderly smokers in Malaysia: findings from a nationwide population based study". *Lim et al. Tobacco Induced Diseases*, 14 (2016) 8 p. DOI 10.1186/s12971-016-0073-z
- [44] - RA. CHÁVEZ, MT. GONZÁLEZ, ME. OLIVA and IM. VALDIVIA, "Endoparasite fauna of Five Gadiformes fish Species from the Coast of Chile : Host Ecology versus Phylogeny". *Journal of Helminthology*, Vol. 86, (2012) 10 - 15
- [45] - EJG. FERREIRA, JAS. ZUANON, GM. SANTOS, "Peixes comerciais do médio Amazonas : região de Santarém, Pará". *Ibama, Brasília*, (1998) 211 p.
- [46] - JCO. MALTE, Os peixes de um lago de várzea da Amazônia Central (Lago Janauacá, Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura : Argulidae)". *Acta Amazon*, 14 (1984) 355 - 372
- [47] - DR. ALVES, JL. LUQUE, AR. PARAGUASSÚ, "Community ecology of the metazoan parasites of pink cuskeel, *Genypterus brasiliensis* (Osteichthyes: Ophidiidae), from the coastal zone of the State of Rio de Janeiro, Brazil". *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 97 (5) (2002) 683 - 689
- [48] - A. AL-SAMMAN, K. MOLNÁR and CS. SZÉKELY, "Infection of cultured and freshwater fishes with Monogeneans in Syria. Bull. Eur. Ass". *Fish Pathol.*, 26 (2006) 170 - 173
- [49] - GB. KABRE, Parasites des poissons du Burkina-Faso : faunistique, ultrastructure, biologie". *Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Ouagadougou*, (1997) 268 p.
- [50] - P. Alvarez-Pellitero, "Fish immunity and parasite infections: from innate immunity to immunoprophylactic prospects". *Veterinary immunology and immunopathology*, 126 (2008) 171 - 98
- [51] - NAM. BAGGE and ET. VALTONEN, "Development of Monogenean Communities on the Gills of Roach Fry (*Rutilus rutilus*)". *Parasitology*, 118 (1999) 479 - 487
- [52] - KN. OPARA & AO. OKON, "Studies on the parasites of cultured *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) in a rainforest fish pond in south eastern Nigeria". *Journal of Aquatic Sciences*, 17 (1) (2002) 17 - 20
- [53] - J. NACK, CF. BILONG BILONG & L. EUZET, "Monogènes parasites de Clariidae (Telleostei, Siluriformes) au Cameroun : I. Description de nouvelles espèces du genre Gyrodactylus dans le bassin du Nyong". *Parasite*, 12 (2005) 213 - 220
- [54] - P. AKOLL, R. KONECNY, WW. MWANJA, KJ. NATTABI, C. AGOE, F. SCHIEMER, "Infection patterns of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.1758) and African catfish (*Clarias gariepinus*) in Uganda". *Parasitol. Res.*, 110 (2011) 315 - 323
- [55] - SN. MASHEGO, JE. SAAYMAN & NM. MOKGALONG, "Parasites of the fish population with notes on the helminth parasites of the water birds of Middle Letaba Dam". *South Africa University of the North. Microbiol., Res*, 4 (9) (1991) 801 - 807
- [56] - PM. MUZZALL, CR. PEEBLES and MV. THOMAS, "Parasites of the round goby, *Neogobius melanostomus*, and tubenose goby, *Proterorhinus marmoratus* (Perciformes : Gobiidae), from the St. Clair River and Lake St. Clair, Michigan". *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 62 (1995) 226 - 228
- [57] - UNEKE BILIKIS IYABO, "Prevalence of Helminthes Parasites of *Oreochromis niloticus* in the Mid Cross River Flood System, Southeastern, Nigeria". *International Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 2 (4) (2015) 78 - 82. Published on line June 30, 2015 <http://www.aascit.org/journal/ijasnr> ISSN, 2375 - 3773
- [58] - M. C. EMERE, "Parasitic infection of the Nile perch (*Lates niloticus*) in river Kaduna, Nigeria". *J. Aqua. Science*, 4 (15) (2000) 51 - 54
- [59] - MC. EMERE and NEL. EGBE, "Protozoan parasites of *Synodontis clarias* (A freshwater fish) in river Kaduna, Nigeria". *Best J. Appl. and Nat. Sciences*, 3 (3) (2006) 58 - 64
- [60] - HH. RAMADAN, "Effect of host species, sex, length, diet and different seasons on the parasitic infection of Tilapia fish in Lake Manzalah". *J. King Abdulaziz Univ. Marine Sci.*, 2 (1991) 81 - 91

- [61] - R. POULIN, "Sexual inequalities in helminth infections : Acost of bening male". *Am. Nat*, 147 (1996) 287 - 295
- [62] - M. F. M. SOLIMAN & M. M. IBRAHIM, "Monogenean community structure of *Oreochromis niloticus* in relation to heavy metal pollution and host reproductive cycle". *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 42 (2011) 11 - 24
- [63] - A. GBANKOTO & NOUNAGNON DARIUS TOSSAVI, MARIETTE SINDÉTÉ, GILBERT NESTOR SAKITI & KABIROU MOUTAÏROU & ANNE-CÉCILE RIBOU, "Some pathophysiological insights into ovarian infestation by *Myxobolus* sp. (Myxozoa : Myxosporaea) in *Clarias gariepinus* (Clariids : Silurids) from Bénin (West Africa)". *Parasitol Res*, 114 (2015) 2941 - 2949, DOI 10.1007/s00436-015-4496-x
- [64] - A. SIMOKOVA, J. JARKOVSKY, B. KOUBKOVA, V. BARUS & M. PROKES, "Association between fish reproduction cycle and the dynamics of metazoan parasite infection". *Parasitol.*, 95 (2005) 985 - 989
- [65] - J. D. BALARIN et J. D. HATTON, Tilapia, "A guide to their biology and culture in Africa". *Unit of Aquatic Pathobiology, Stirling University*, (1979) 174 p.
- [66] - C. MALCOLM, H. BEVERIDJE & B. J. MCANDREW, "Tilapias : biologie and exploitation. Institute of aquaculture. University of stirling, Scotland". *Kluwer Academic Publishers*, (2000) 185 p.
- [67] - AOJ. BUSH, GW. FERNANDEZ, "Esch & Seed J, Parasitism : The Diversity and Ecology of Animal Parasites". *Cambridge University*, (2003) 556 p.
- [68] - CD. ZANDER, "Four year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic II : Infracommunity". *Parasitol.*, 93 (2004) 17 - 29
- [69] - GONZALEZ PATRICK, PN. RONALD, ML. JAMES and JD. RAYMOND, "Global patterns in the vulnerability of ecosystems to vegetation shifts due to climate change". *Global Ecology and Biogeography*, 19 (2010) 755 – 768
- [70] - G. MUNOZ & L. ZAMORA, "Ontogenetic variation in parasite infracommunities of the Clingfish *Scyases sanguineus* (Pisces : Gobiesocidae)". *J. Parasitol*, 97 (2011) 14 - 19, shed on line June 30, 2015 (<http://www.aascit.org/journal/ijasnr>) ISSN, 2375-3773