

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE



SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار- عنابة

E
M
M
A
L



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT

Spécialité : Ecologie animale

Thème

Ecologie parasitaire des Cyprinidés du lac Oubeira (Nord-Est Algérien)

Par M^{me} BRAHMIA Sarra

Devant le jury

Président	Benyacoub Slim	(Prof. Univ. Annaba)
Directeur	Bensouilah Mourad	(Prof. Univ. Annaba)
Examineur	Kaouachi Nouha	(MCA. Univ. Souk Ahras)
Examineur	Draredja Brahim	(Prof. Univ. Annaba)

Année Universitaire 2016 - 2017

DÉDICACE

À LA MÉMOIRE DE MA SŒUR YASMINA

REMERCIEMENTS

Je remercie Monsieur **Benyacoub Slim**, professeur à l'université d'Annaba, qui ma fait l'honneur de présider ce jury, qu'il veuille bien accepter le témoignage de ma profonde reconnaissance.

Je remercie également Monsieur **Draredja Brahim**, professeur à l'université d'Annaba et Madame **Kaouachi Nouha**, Maître de conférence à l'université de Souk-Ahras, d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail.

Je voudrais exprimer aussi ma profonde reconnaissance à mon promoteur le professeur **Bensouilah Mourad**, pour avoir accepté de diriger ce travail ainsi que pour son aide et ces encouragements.

Je tiens aussi à remercier Monsieur **Malick Diouf**, professeur à l'université de Sénégal pour ses grandes reconnaissances sur les nématodes qui m'ont beaucoup aidé dans la difficile tâche de détermination.

Je remercie mes collègues et mes amis tous particulièrement Fatma, Wahiba, Souad, Sandra, Amina, Faty, Samia , Ilhem et Hadjer pour leur soutien et tous les sympathiques moments partagés.

Enfin, je tiens à exprimer ma plus grande gratitude à ma mère, mon père, ma sœur, mon marie, mes frères Waheb et Cheroufa, ma tante et mes ancles. Je tiens à ce qu'ils sachent que leurs encouragements sont une part importante de la réussite de mes études.

Merci à tous ceux qui m'ont apporté, de près ou de loin, leurs aides et leurs encouragements. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Résumé

Cette étude porte sur la biologie et le parasitisme chez deux espèces rattachées à la famille de Cyprinidae (*Cyprinus carpio* et *Barbus callensis*) pêchées dans le lac Oubeira.

Les résultats de l'observation des caractères morpho anatomiques des parasites récoltés nous a permis de recenser 9 espèces parasite ; quatre dans les branchies (*Dactylogyrus anchoratus*, *Dactylogyrus prostrae*, *Argulus foliaceus*, *Ergasilus* sp.) ; et cinq dans le tube digestif (*Ligula intestinalis*, *Bothriocephalus acheilognathi*, *Contracaecum* sp. , *Anisakis* sp. , *Acanthogyrus* sp.). La plus grande diversité en espèces est notée chez le barbeau qui abritent 7 espèces contre seulement 5 chez la carpe. Le nombre de parasites récoltés est de l'ordre de 869 chez *Cyprinus carpio* et 79 chez *Barbus callensis*. L'évaluation des indices écologiques montre une richesse spécifique faible et une distribution d'abondance des parasites qui n'est pas équilibrée du fait qu'une espèce parasite prédomine.

L'évaluation des indices parasitologiques montre la nette prédominance de la larve *Contracaecum* sp. ($P > 30\%$) chez *C. carpio* et de copépode *Argulus foliaceus* ($P > 10\%$) chez *B. callensis*. Les variations saisonnières des indices parasitologiques calculés semblent être liées à des paramètres abiotiques (température) et biotiques (taille du poisson).

L'évaluation de l'intensité de la relation entre la longueur totale et le poids éviscéré chez les deux poissons étudiée révèle l'existence d'une isométrie de croissance chez la carpe ainsi qu'une allométrie majorante chez le barbeau. L'évaluation des paramètres de croissance (par l'application de l'équation de Von Bertalanffy) nous a permis de déterminer que le coefficient de croissance le plus élevé est relevé chez le barbeau ($0,78 \text{ ans}^{-1}$). Les résultats de l'évaluation de l'indice de condition montrent que cet indice est bien meilleur en période hivernale chez les deux poissons.

Le cycle de développement des gonades a montré que la reproduction se déroule en période printanière chez les deux poissons et se caractérise par une seule ponte.

L'analyse qualitative des contenus stomacaux de deux espèces a mis en évidence un régime alimentaire assez diversifié constitué de crustacés de plantes, de poissons et d'insectes ; nous notons aussi la présence de la vase.

Mots clés : Cyprinidae, lac oubeira, parasitisme, biologie, indices écologiques, indices parasitologiques.

A b s t r a c t

This study pertains to biometry and parasitism of two species attached to cyrinid family (*Cyprinus carpio* and *Barbus callensis*) captured in Lake Oubeira.

The observation of morpho anatomical parasites collected allowed us to identify nine species; four in the gills (*Dactylogyrus anchoratus*, *Dactylogyrus prostrae*, *Argulus foliaceus*, *Ergasilus* sp.); five in digestive tract (*Ligula intestinalis*, *Bothriocephalus acheilognathi*, *Contracaecum* sp. , *Anisakis* sp. , *Acanthogyrus* sp.).

The greatest species diversity is noted in *B. callensis* who contains 7 species against only 5 in *C. carpio*. The number of parasites collected is of the order of 869 in *Cyprinus carpio* and 79 in *Barbus callensis*. The evaluation of ecological indices shows a low richness and a not equilibrated of parasite abundance distribution; that a parasite species predominates. The evaluation of parasitological indices shows to predominance of larvae *Contracaecum* sp. (P > 80%) in *C. carpio* and a copepod *Argulus foliaceus* (P > 10%) in *B. callensis*. The seasonal variations of parasitological indices calculated seem to be related to abiotic parameters (temperature) and biotic (fish size).

The evaluation of intensity of the relation between the total length and eviscerated weight in both species reveals the presence of isometric growth in *C. carpio* and a positive allometric growth in *B. callensis*. The application of von Bertalanffy growth equation shows that the highest value of growth rate is found among barbel (0, 78 ans⁻¹). The result of evaluation of mean condition factor shows that this factor is much better in winter. The gonad development cycle, show that the reproduction takes place in spring period for the both species and was characterized by only one fractionated egg deposition. Qualitative analysis of intestinal contents in both species highlighted a diversified diet; constituted by the crustaceans, plants, fish and insects, we also note the presence of the vase.

Key words: cyrinid, Lake Oubeira, parasitism, biology, ecological indices, parasitological indices.

الملخص

في هذه الدراسة اهتمنا ببيولوجية و طفيليات نوعين من الأسماك تنتمي إلى عائلة cyprinidae (الشبوط والبوري) مصطادة من بحيرة اوبيرة.

ملاحظة الخصائص المورفوتشريحية للطفيليات المتحصل عليها مكنتنا من التعرف على 9 أنواع (أربعة على مستوى الخياشيم : *Ergasilus sp.*, *Argulus foliaceus*, *Dactylogyrus prostrae*, *Dactylogyrus anchoratus* و خمسة على مستوى الجهاز الهضمي : *Ligula intestinalis*, *Bothriocéphalus acheilognathi*, *Contraecum sp.*, *Anisakis sp.* *Acanthogyrus sp.*)

اكبر عدد من أنواع الطفيليات تم جمعه عند سمك البوري الذي يعيل 7 أنواع من الطفيليات في حين لم يتعدى 5 أنواع عند سمك الشبوط. عدد الطفيليات الذي تم العثور عليه هو 869 عند الشبوط و 79 عند البوري.

تقييم المؤشرات البيئية يبين ثروة ضعيفة و توزيع وفرة الطفيليات غير متوازن بسبب سيادة نوع على حساب آخر.

تقييم المؤشرات الطفيلية تبين السيادة الواضحة ل *Contraecum sp.* ($P>30\%$) عند سمك الشبوط و *Argulus*

foliaceus ($P>10\%$) عند سمك البوري. التغيرات الموسمية للمؤشرات الطفيلية المحسوبة على ما يبدو أنها تتعلق من جهة بعامل لا حيوي (الحرارة) ومن جهة أخرى بعامل حيوي (حجم السمك).

تقييم كثافة العلاقة بين الطول الكلي والوزن تكشف عن وجود تساوي في التنامي (isometrie) عند سمك الشبوط و حد أعلى للتنامي (alometrie majorante) عند البوري. تقييم معاملات النمو (بتطبيق معادلة Von bertallanfy) سمح لنا بتحديد أن اكبر معامل تم تسجيله عند سمك البوري ($0,78ans^{-1}$). نتائج تقييم مؤشر الحالة تدل على أن هذا المؤشر افضل بكثير في فترة الشتاء.

دورة تكون المبيض بينت أن فترة التكاثر لهذين النوعين تتم في موسم الربيع وتتميز بمرحلة واحدة لوضع البيض.

التحليل النوعي لمحتوى الجهاز الهضمي لنوعا السمك المدروس, وضح أن النظام الغذائي متنوع ويتكون من قشريات, نباتات, اسماك و حشرات كما سجلنا أيضا وجود الوحل.

الكلمات المفتاحية: Cyprinidae, بحيرة اوبيرة, الطفيليات, البيولوجيا, المؤشرات البيئية, المؤشرات الطفيلية.

Sommaire

Résumé

Introduction.....	1
1. Matériel et méthodes.....	5
1.1 Zone d'étude.....	5
1.2. Présentation des poissons hôtes.....	8
1.2.1. La carpe commune (<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758).....	8
1.2.2. Le barbeau (<i>Barbus barbus callensis</i> , Valenciennes 1842).....	10
1.3. Mesure des paramètres physicochimiques de l'eau.....	13
1.4. Capture et traitement des poissons.....	13
1.5. Etude de la croissance.....	15
1.5.1. Croissance linéaire.....	15
1.5.2. Croissance relative (relation taille-poids).....	15
1.5.3. Coefficient de condition de Fulton.....	17
1.6. Reproduction.....	17
1.6.1. Proportions des sexes.....	17
1.6.2. Détermination de la période de ponte.....	17
1.7. Régime alimentaire.....	18
1.8. Indices parasitaires.....	19
1.9. Indices écologiques.....	19
1.10. Analyse statistique.....	20
2. Résultats.....	22
2.1. Caractérisation de la population de carpe.....	22
2.1.1. Proportions des effectifs des classes de taille des carpes.....	22
2.1.3. Variation mensuelle de la sex- ratio.....	23
2.1.4. La croissance linéaire des carpes.....	24
2.1.5. La croissance relative des carpes.....	26
2.1.6. Coefficient de condition(k).....	28

2.1.7. Reproduction.....	28
2.1.7.1. Rapport gonado-somatique (RGS).....	28
2.1.7.2. Rapport hépato-somatique (RHS).....	29
2.1.8. Régime alimentaire des carpes.....	30
2.1.8.1. Coefficient de vacuité (Cv%).....	30
2.1.8.2. Fréquence d'apparition des proies (F%).....	31
2.2. Caractérisation de la population de barbeau.....	32
2.2.1. Proportions des effectifs des classes de taille de barbeau.....	32
2.2.2. Distribution saisonnière des tailles des barbeaux.....	33
2.2.3. Variation mensuelle de la sex-ratio.....	34
2.2.4. La croissance linéaire des barbeaux.....	35
2.2.5. La croissance relative des barbeaux.....	37
2.2.6. Coefficient de condition(k).....	38
2.2.7. Reproduction.....	39
2.2.7.1. Rapport gonado-somatique (RGS).....	39
2.2.7.2. Rapport hépato-somatique (RHS).....	40
2.2.8. Régime alimentaire des barbeaux	41
2.2.8.1. Coefficient de vacuité (Cv%).....	41
2.2.8.2. Fréquence d'apparition des proies (F%).....	42
2.3. Les indices écologiques.....	43
2.4. Les indices parasitaires.....	45
2.4.1. Dénombrement des parasites recensés.....	45
2.4.2. Répartition saisonnière des indices épidémiologiques.....	46
2.4.3. Indices épidémiologiques de chaque espèce parasite.....	47
2.4.3.1. <i>Dactylogyrus anchoratus</i>	47
2.4.3.2. <i>Dactylogyrus</i> sp.....	50
2.4.3.3. <i>Argulus foliaceus</i>	52
2.4.3.4. <i>Ergasilus</i> sp.....	56
2.4.3.5. <i>Ligula intestinalis</i>	58
2.4.3.6. <i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	62
2.4.3.7. <i>Contracaecum</i> sp.....	66
2.4.3.8. <i>Anisakis</i> sp.....	68
2.4.3.9. <i>Acanthogyrus</i> sp.....	70

2.5. Paramètres environnementaux et parasitisme.....	72
3. Discussion.....	75
Références.....	97
Annexe	

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Situation du lac Oubeira dans la région d'El Kala	7
2	La carpe commune <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	8
3	Le barbeau <i>Barbus Barbus callensis</i> (Valenciennes, 1842)	11
4	Ouverture de la cavité abdominale d'un échantillon.	14
5	Proportions des individus des différentes classes de taille de la fraction de population de carpe collectée	22
6	Distribution saisonnière des tailles (en cm) des carpes collectées dans le lac Oubeira.	23
7	Variation mensuelle des valeurs de la sex-ratio chez <i>C.carpio</i>	24
8	Distribution des fréquences de longueur restructurées et courbe de croissance chez la carpe provenant du lac Oubeira (données obtenues à l'aide du logiciel ELEFEN-I pour $L_{\infty} = 55.65$ cm et $K = 0.22$ ans ⁻¹).	25
9	Longueur maximale estimée chez la carpe de lac Oubeira.	25
10	Coefficient de croissance (K) estimé chez la carpe de lac Oubeira.	26
11	Evolution du poids éviscéré en fonction de la longueur totale chez la carpe ;(A) Population Totale, (B) les mâles et (C) les femelles.	27
12	Evolution saisonnière des valeurs de coefficient de condition chez <i>C.carpio</i> .	28
13	Variation mensuelle des valeurs du rapport gonado- somatique chez <i>C.carpio</i> .	29
14	Variation mensuelle des valeurs du rapport hépato-somatique chez <i>C.carpio</i> .	29
15	Variation du coefficient de vacuité en fonction des saisons chez la carpe.	30
16	Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la classe de taille des carpes.	30
17	Fréquence d'apparition des proies ingérées par les carpes	31
18	Fréquence des proies ingérées en fonction de la taille des carpes.	32
19	Proportions des individus de différentes classes de taille de la population de barbeau	32
20	Distribution saisonnière des tailles (en cm) des barbeaux collectés dans le lac Oubeira.	34
21	Variation mensuelle des valeurs de la sex- ratio chez <i>B.barbus</i>	35
22	Distribution des fréquences de longueur restructurées et courbe de croissance chez le barbeau du lac Oubeira (données obtenues à l'aide du logiciel ELEFEN-I pour $L_{\infty} = 37,80$ cm et $K = 0.78$ ans ⁻¹).	35
23	Longueur maximale estimée chez le barbeau de lac Oubeira.	36
24	Coefficient de croissance (K) estimé chez le barbeau de lac l'Oubeira.	36
25	Evolution du poids éviscéré en fonction de la longueur totale chez le barbeau (A) Population Totale, (B) les mâles et (C) les femelles.	38
26	Evolution saisonnière des valeurs de coefficient de condition chez <i>B.barbus</i>	39
27	Variation mensuelle des valeurs du rapport gonado- somatique chez <i>B.barbus</i> .	40
28	Variation mensuelle des valeurs du rapport hépato-somatique chez <i>B.barbus</i>	40
29	Variation du coefficient de vacuité en fonction des saisons chez le barbeau.	41
30	Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la classe de taille des barbeaux.	42
31	Fréquence d'apparition des proies ingérées par les barbeaux des différentes classes de taille.	42
32	Fréquence des proies ingérées en fonction de la taille des barbeaux.	43

33	Richesse et abondance des espèces parasites recensées chez <i>C. carpio</i> et <i>B. callensis</i> .	44
34	Indice de Shannon-Weaver chez <i>B. callensis</i> et <i>C. carpio</i> du lac Oubeira.	44
35	Indices épidémiologiques saisonniers des parasites rencontrés chez la carpe.	46
36	Indices épidémiologiques saisonniers des parasites rencontrés chez le barbeau.	47
37	Nombre de spécimens de l'espèce <i>D. anchoratus</i> collectés chez la carpe	48
38	Indices épidémiologiques saisonniers de <i>D. anchoratus</i> chez la carpe	49
39	Indices épidémiologiques de <i>D. anchoratus</i> en fonction de la taille des carpes	49
40	Nombre de spécimens de l'espèce <i>Dactylogyrus</i> sp. collectés chez le barbeau	49
41	Indices épidémiologiques saisonniers de <i>Dactylogyrus</i> sp. chez le barbeau	50
42	Indices épidémiologiques de <i>Dactylogyrus</i> sp. en fonction de la taille des barbeaux.	52
43	Nombre de spécimens de l'espèce <i>Argulus foliaceus</i> collectés chez la carpe.	52
44	Indices épidémiologiques saisonniers d' <i>Argulus foliaceus</i> chez la carpe	53
45	Indices épidémiologiques d' <i>Argulus foliaceus</i> en fonction de la taille des carpes.	54
46	Nombre de spécimens de l'espèce <i>Argulus foliaceus</i> collectés chez le barbeau.	54
47	Indices épidémiologiques saisonniers de <i>Argulus foliaceus</i> chez le barbeau	55
48	Indices épidémiologiques d' <i>Argulus foliaceus</i> en fonction de la taille des barbeaux	56
49	Nombre de spécimens de l'espèce <i>Ergasilus</i> sp. collectés chez le barbeau.	56
50	Indices épidémiologiques saisonniers d' <i>Ergasilus</i> sp. chez le barbeau	57
51	Indices épidémiologiques d' <i>Ergasilus</i> sp. en fonction de la taille des barbeaux.	58
52	Nombre de spécimens de l'espèce <i>Ligula intestinalis</i> collectés chez la carpe.	58
53	Indices épidémiologiques saisonniers de <i>L. intestinalis</i> chez la carpe	59
54	Indices épidémiologiques de <i>Ligula intestinalis</i> en fonction de la taille des carpes.	60
55	Nombre de spécimens de l'espèce <i>Ligula intestinalis</i> collectés chez le barbeau.	60
56	Indices épidémiologiques saisonniers de <i>Ligula intestinalis</i> chez <i>B. callensis</i>	61
57	Indices épidémiologiques de <i>L. intestinalis</i> en fonction de la taille des barbeaux.	62
58	Nombre de spécimens de l'espèce <i>B. acheilognathi</i> collectés chez la carpe.	62
59	Indices épidémiologiques saisonniers de <i>B. acheilognathi</i> chez <i>C. carpio</i>	63
60	Indices épidémiologiques de <i>B. acheilognathi</i> en fonction de la taille des carpes.	64
61	Nombre de spécimens de l'espèce <i>B. acheilognathi</i> collectés chez le barbeau.	64
62	Indices épidémiologiques saisonniers de <i>B. acheilognathi</i> chez <i>B. callensis</i>	65
63	Indices épidémiologiques de <i>B. acheilognathi</i> en fonction de la taille des barbeaux	66
64	Nombre de spécimens de l'espèce <i>Contracaecum</i> sp. collectés chez la carpe	66
65	Indices épidémiologiques saisonniers de <i>Contracaecum</i> sp. chez la carpe	67
66	Indices épidémiologiques de <i>Contracaecum</i> sp. en fonction de la taille des carpes.	67
67	Nombre de spécimens de l'espèce <i>Anisakis</i> sp. collectés chez le barbeau.	68

68	Indices épidémiologiques saisonniers d' <i>Anisakis</i> sp.chez le barbeau	68
69	Indices épidémiologiques d' <i>Anisakis</i> sp.en fonction de la taille des barbeaux.	69
70	Nombre de spécimens de l'espèce <i>Acanthogyrus</i> sp.collectés chez le barbeau.	70
71	Indices épidémiologiques saisonniers d' <i>Acanthogyrus</i> sp. chez le barbeau.	70
72	Indices épidémiologiques d' <i>Acanthogyrus</i> sp. en fonction de la taille des barbeaux.	71
73	Projection des mois sur les deux premiers axes principaux de l'ACP.	72
74	Cercle de corrélations des variables avec les deux premiers axes de l'ACP.	73

Liste des tableaux

N°	Tableau	Page
1	Paramètres de croissance chez la carpe du lac Oubeira.	24
2	Relation d'allométrie entre le poids éviscéré et la longueur totale de la carpe du lac Oubeira.	25
3	Paramètres de croissance chez le barbeau du lac Oubeira.	35
4	Relation d'allométrie entre le poids éviscéré et la longueur totale des barbeaux du lac Oubeira.	37
5	Proportions des parasites recensés chez la carpe et le barbeau du lac Oubeira.	45

INTRODUCTION

Introduction

Le fonctionnement des écosystèmes repose essentiellement sur les interdépendances entre individus vivant dans un même milieu (Combes, 2001). Il existe toute une gamme d'interactions qui s'établissent entre individus d'espèces différentes. Parmi ces interactions, il existe plusieurs types d'associations et de cohabitations entre les êtres vivants, dont le parasitisme fait partie. Il s'agit d'un mode de vie très répandu (à l'heure actuelle près de 50% de la biodiversité totale de la planète serait soumise au parasitisme) dans lequel des individus d'espèces radicalement différents vont vivre en étroite relation (Combes, 2001). C'est en fait l'exploitation du vivant par le vivant. L'association hôte parasite n'est nécessaire qu'au parasite, car lui seul profite de cette coexistence. Il vit aux dépens de son hôte, qui lui fournit une source de nourriture ainsi qu'un habitat. Dans la plupart des cas, s'il ne trouve pas d'hôte, le parasite est voué à une mort certaine. La survie d'un parasite dépend donc de celle de son hôte (Marchand, 1994).

Le parasitisme peut donc se définir comme une association hétérospécifique obligatoire dont une espèce, l'hôte, sert de milieu à l'autre, le parasite. Le but premier d'un parasite, n'est pas donc de tuer son hôte, mais d'en tirer profit le plus longtemps possible, mis à part ceux pour qui la mort de l'hôte permettra d'assurer la continuité de l'espèce (Grabda, 1991).

Le bilan des réactions hôte-parasite, selon Combes (1995), est à l'origine de l'instauration d'un équilibre dynamique prolongé des deux partenaires qui interagissent et tendent de ce fait à former un système fonctionnel dans lequel il est obligatoire que les défenses de l'hôte soient proportionnelles aux agressions du parasite. En effet le nombre de parasites nécessaire pour nuire au poisson varie considérablement selon l'hôte, sa taille et son état de santé. En revanche beaucoup d'espèces de parasites sont dans une certaine mesure spécifique d'un hôte donné et ne peuvent infester qu'un seul individu de la même espèce. De ce fait, à un parasite quel qu'il soit, il convient d'associer la dénomination spécifique et générique de son hôte.

D'après Desdevises(2001), le contrôle de ce processus dynamique n'est pas quelque chose de parfaitement clair en écologie ; car certains organismes sont inféodés à un type de ressource et /ou habitat alors que d'autres semblent être capables de s'adapter à une grande variété de condition. On pourrait penser que plus un organisme est polyvalent plus « sa réussite évolutive » devrait être grande.

Les organismes parasites sont aussi sensibles, que les organismes hôtes, à l'hétérogénéité des conditions environnementales génératrices de variabilité et de diversité (Wiens, 1989). Selon certains auteurs, cette hétérogénéité serait plus ou moins bien perçue selon la dimension spatiale sélectionnée et il est possible de rencontrer des infra communautés (c'est à dire un ensemble

d'individus de plusieurs espèces parasites vivant dans un individu hôte) très différentes entre les mêmes hôtes de deux localités très proches (Noble *et al.*, 1963). Selon Polyanski (1961), la distribution spatiale des parasites de poissons serait influencée par des facteurs abiotiques tels que la salinité et la profondeur et des facteurs biotiques de l'hôte tels que l'éthologie, le régime alimentaire et l'état physiologique.

Les différents parasites peuvent vivre aux dépens d'une variété d'hôtes intermédiaires et souvent dépendent d'interactions trophiques pour leur transmission. Les parasites des hôtes vertébrés peuvent être d'excellents indicateurs de la structure du réseau alimentaire et de la biodiversité (Marcogliese et Cone, 1997). Les parasites pourraient jouer un rôle important dans la régulation de l'abondance de la population hôte, par les mortalités dues au parasitisme d'individus fortement affectés (Anderson et May, 1979; May et Anderson, 1979).

La carpe commune (*Cyprinus carpio* L., 1758) est le poisson d'eau douce qui montre la distribution la plus large dans le monde (Welcomme, 1988). Son aire de répartition naturelle s'étend du bassin de la mer d'Aral jusqu'en Chine et au bassin de l'Amour (Ricard, 1981). Cette répartition mondiale de la carpe est en relation avec les nombreuses introductions effectuées à travers le monde pour promouvoir la culture, l'aquaculture et la pêche sportive (Hoffmann, 1995; Copp *et al.*, 2005; Balon, 2006).

L'Algérie, comme beaucoup d'autres pays du monde, a été concernée par la politique des introductions de nouvelles espèces de poissons. Le but principal des introductions était l'aquaculture (carpe, tilapia...); certaines introductions avaient aussi pour but l'occupation de niches écologiques vacantes, l'empoissonnement de plans d'eau dépourvus de poissons (cas des barrages, retenues collinaires). Toutefois, l'introduction d'une espèce s'accompagne aussi de celle de ses parasites et bactéries (Pool, 1985; Chubb, 1982; Meddour, 1988; Blanc, 2007) et peut aussi avoir des effets écologiques de différentes natures. Dans le lac Oubeira, l'introduction de la carpe chinoise, en plus de l'apparition de problèmes de pathologie (Meddour, 1988) a entraîné l'élimination d'une grande partie de la végétation aquatique et la réduction des populations autochtones et le gibier d'eau (Maitland et Crivelli, 1996).

Au cours de la période 1985-1991, des alevins de diverses espèces de poissons dulçaquicoles (*Sander lucioperca* (Percidae), *Cyprinus carpio*, *Aristichthys nobilis*, *Hypophthalmichthys molitrix* et *Ctenopharyngodon idella*), importés de Hongrie, ont été introduits dans plusieurs barrages et retenues collinaires. Durant l'année 2001, une seconde opération de repeuplement, à l'échelle nationale, a concerné près de 14 millions d'alevins de cyprinidés introduits dans 15 plans d'eau. Cette démarche nécessite une rapide exécution des opérations de peuplement dès la

réception des poissons, la mobilisation d'une lourde logistique et des moyens humains et financiers considérables. Lors d'évènement pareil, il faut prendre en considération les mortalités d'alevins lors des transferts et manipulations ainsi que les risques générés par l'introduction de nouvelles entités pathogènes (viroses, bactérioses et/ou parasitoses) sur les espèces indigènes comme cela est rapporté par de nombreux auteurs (Britton *et al.*, 2011 ; Meddour *et al.*, 2005 ; Shamsi *et al.*, 2009 ; Salgado-Maldonado *et al.*, 2015).

Certaines parasitoses peuvent être à l'origine de pertes considérables dans les élevages contrôlés par l'homme (Robert, 1979). Les nouveaux cas de parasitoses déjà signalés concernent l'introduction en Algérie de *Chilodonella cyprini* (Protozoa) ; *Gyrodactylus* sp., *Dactylogyrus* sp., *D. anchoratus* (Trematoda ; Monogenea), *Bothriocephalus acheilognathi* et *Ligula intestinalis* (Cestoda ; Pseudophyllidea) par les opérations d'importations de cyprinidés (Meddour, 1988).

Les parasites sont à l'origine d'importants problèmes au niveau des élevages piscicoles ou des stocks naturels de poisson ; c'est pour cela que les parasites de poissons d'eau douce continuent de faire l'objet de nombreux travaux à travers le monde : en Tunisie (Gargouri-BenAbdallah et Maamouri, 2005 ; Bahri-Sfar *et al.*, 2010 ;), au Maroc (El Hilali, 2007), en Turquie (Aydogdu et Altunel, 2002 ; Tekin-Özan *et al.*, 2008 ; Koyun, 2011 ; Koyun *et al.*, 2015 ; Villizi *et al.*, 2015), en Iran (Shamsi *et al.*, 2009 ; Borji *et al.*, 2012 ; Nematollahi *et al.*, 2013), au Bretagne (Kennedy, 1974), en France (Lambert, 1977 ; Guégan *et al.*, 1988 ; Fazio, 2007 ; Filippi, 2013), en Spain (Aguilar *et al.*, 2005), en Grèce (Dupont et Lambert, 1986), en Amérique centrale (Salgado-Maldonado *et al.*, 2015), au Cameroun (Tombi et Bilong-bilong, 2004 ; Bilong-bilong, 1995 ; Fomena *et al.*, 2010), en Égypte (Ibrahim *et al.*, 2012), en Afrique du Nord (El Gharbi *et al.*, 1994 ; Khalil, 1971).

En Algérie les travaux portant sur les parasites des poissons d'eau douce sont peu nombreux (Meddour, 1988 ; Meddour, 2009 ; Loucif *et al.*, 2009 ; Djebbari *et al.*, 2009a ; Boudjadi, 2010 ; Meddour *et al.*, 2010 ; Djebbari *et al.*, 2015b ; Hadou-Sanoun, 2012 ; Guessasma, 2013 ; Chaibi, 2014 ; Boucenna *et al.*, 2015 ; Allalgua *et al.*, 2015).

Notre travail porte sur la bio-écologie de deux espèces de poissons Téléostéens de la famille Cyprinidae (*Cyprinus carpio* et *Barbus callensis*) pêchées dans le lac Oubeira. Ce travail comporte plusieurs volets :

- ✓ Une étude de la dynamique des paramètres de croissance des fractions de population des deux cyprinidés capturés dans le lac Oubeira, ainsi qu'une étude de leur reproduction et régime alimentaire.
- ✓ L'identification à partir de l'observation des caractères morpho-anatomiques, des parasites récoltés chez les 2 espèces hôtes.
- ✓ Évaluation des paramètres épidémiologiques des parasites recensés et leur dynamique en fonction de la saison et de la classe de taille.
- ✓ Le suivi de la dynamique temporelle de ces parasites et l'impact de facteurs environnementaux sur l'abondance des parasites recensés.

Structure de la thèse

Ce tapuscrit s'articulera de la manière suivante :

Une introduction où seront posés la problématique et les objectifs visés dans le cadre de ce travail ;

✚ Partie 1 : **matériel et méthodes** : sera positionnée la zone d'étude ainsi que les méthodes appliquées pour le calcul des différents indices de croissance et épidémiologiques.

✚ Partie 2 : **résultats** : cette partie comprend une partie portant sur l'étude biométrique et une partie sur le parasitisme

✚ Partie 3 : **discussion générale et conclusion** : dans cette dernière partie seront comparés les résultats obtenus dans le cadre de cette étude avec des études antérieures obtenues dans le même site et partout dans le monde ; des hypothèses seront aussi posées pour expliquer les différentes données obtenues.

✚ Partie 4 : **références bibliographiques** ou seront listées les références utilisées pour la réalisation de ce travail

Une partie annexe regroupera les informations relatives aux groupes de parasites rencontrés

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel et méthodes

1.1 Zone d'étude

L'Oubeira est un lac endoréique, d'eau douce, permanent. Ses coordonnées géographiques au centre sont 36° 50' 695 Nord – 8° 23' 272 Est ; de ce fait, il est situé à 3 Km à l'Ouest de la ville d'El-Kala, dans la Wilaya d'El-Tarf à l'extrême Nord-Est de l'Algérie. Son périmètre est égal à 19,80 km ; La superficie totale mesurée est de l'ordre de 2257 ha (M.A.D.R.P, 2003).

Les mesures bathymétriques font ressortir que le lac Oubeira est un plan d'eau peu profond. La profondeur maximale est de 2,50 m en situation de pleine eau et ne représente que 0,3% de la superficie. La profondeur moyenne est égale à 2,15 m.

Le bassin versant du lac Oubeira est à géométrie variable. L'oued Messida au sud joue à la fois le rôle d'affluent et celui d'émissaire du lac selon que l'on se trouve en période de crue ou en période d'étiage. La crue de l'oued El Kébir, l'artère hydrologique de la région, raccorde momentanément l'Oubeira à son réseau qui s'étend jusqu'aux marais de la Mekkada où se trouve le lac des oiseaux (M.A.D.R.P, 2003).

Le lac Oubeira, avec la région d'El Kala, se place dans l'étage sub-humide à hiver chaud, avec des vents permanents à dominance Nord-Ouest. La pluviométrie annuelle moyenne est située entre 700 et 800 mm et s'étale essentiellement du début du mois de d'octobre jusqu'à la fin mars. La région est caractérisée par deux saisons, l'une sèche de mai jusqu'à septembre et l'autre humide de septembre à avril. La température de l'eau varie de 8,8 à 15,2° au mois de janvier. La température moyenne de l'air, calculée sur une période de 28 ans allant de 68/69 à 95/96 est de 17,50° avec 11,65° pour janvier le mois le plus froid et avec une moyenne de 25° en août qui est le mois le plus chaud. L'évaporation moyenne est de 74, 15 mm, avec un maximum de 152,08 mm et un minimum de 22,47 mm. Les eaux du lac sont très turbides surtout en hiver, avec un pH variant entre 8 et 10,65(M.A.D.R.P, 2003).

➤ La végétation

Le lac Oubeira est le seul site algérien abritant la Chataigne d'eau *Trapa natans* et le Nénuphare jaune. On note également le Nénuphare blanc *Nyphaea alba*, le Scirpe incliné *Scirpus inclinatus*, le *Sparganium erectum*, et le Rubanier rameux *Zanichelia palustris*. (Leveque, 2009)

➤ **L'avifaune**

Le lac Oubeira abrite plusieurs espèces aviaires, parmi lesquelles nous citons la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, l'Oie cendrée *Anser anser*, le Flamant rose *Phoenicopterus ruber*, le grand Cormoran *Phalacrocorax carbo*, le Blongios nain *Ixobrychus minutus*, et le Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus*, etc... (Leveque, 2009).

➤ **L'ichtyofaune**

L'ichtyofaune autochtone du lac Oubeira est représentée par *Barbus callensis*, *Pseudophoxinus callensis*, *P.guichenoti*, *P.punicus* et *Gambusia affinis affinis* (Poeciliidae). On y retrouve aussi les espèces marines l'alose *Alosa fallax fallax* (Clupeidae), les mulets *Mugil cephalus*, *Liza ramada* (Mugilidae) et l'anguille *Anguilla anguilla*. Ichtyofaune allochtone est représentée essentiellement par la famille Cyprinidae : *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*, *Cyprinus carpio* et *Carassius gibelio*, Famille Percidae : *Sander lucioperca*, et la famille Centrarchidae : *Lepomis gibbosus* (Meddoour, 2009).

➤ **Mesures de protection**

Le lac Oubeira est classé en réserve intégrale du Parc National d'El-Kala (PNEK) loi de l'environnement N° 83/462 du 05 février 1983. Décret N° 83/462 du 23 juillet 1983 portant Statut type des Parcs Nationaux. Décret n°82-439 du 11 décembre 1982 portant adhésion de l'Algérie à la convention internationale relative aux zones humides.

➤ **Facteurs défavorables**

-Introduction d'espèces exotiques : L'Office National de Développement et de Production Aquacole (ONDPA) a procédé à l'introduction de la carpe dans le cadre d'une opération de valorisation du lac, sans étude d'impact.

Le 14/06/1985 : 3.150.000 alevins ont été introduits dans le lac qui appartient aux espèces suivantes : *Aristichthys nobilis*, *Hypophthalmichthys molitrix* et *Ctenopharyngodon idella*.

Le 25/04/1986 : 3.000.000 alvins de *Cyprinus carpio* et de *Stizstedia lucioperca*.

Après l'assèchement de 1990, il restait peu de carpes et un nouvel empoissonnement du lac en carpes, a eu lieu en 1991 sans l'avis de l'administration du Parc National. Il s'agit de 1.700.000 alevins de deux espèces planctonophages, la carpe argentée et la carpe grande bouche.

En 1990 : le Lac à connu un assèchement total probablement dû à un effet conjugué de la sécheresse des dernières années et au pompage de l'eau.

-Extension de l'agriculture spéculative autour du Lac : Il s'agit de la culture des arachides, pastèque et melon, nécessitant un pompage pendant la saison d'été.

-Déversement des eaux usées : Ces eaux usées proviennent de l'agglomération du village El Frine, d'une partie d'El Kala et de la cité Djeflal Torki.



Figure1 : Situation du lac Oubeira dans la région d'El Kala (Google earth, 2016 modifié).

1.2. Présentation des poissons hôtes

1.2.1. La carpe commune (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)

❖ Position systématique

L'espèce *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) est un poisson téléostéen appartenant à la famille de cyprinidae. Cette dernière compte plus de 2000 espèces avec approximativement 340 genres (Rafael et Doadrio, 1998).

La classification adoptée est celle de Nelson (1994). La position systématique est la suivante :

Embranchement : Chordata

Classe : Actinoptérygiens

Ordre : Cypriniformes

Famille : Cyprinidae

Genre : *Cyprinus*

Espèce : *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758).



Figure 2 : La carpe commune *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

❖ Origine

Cette espèce est originaire d'Asie centrale, avec une extension naturelle vers l'est (Chine), le sud et l'ouest (bassin de l'Euphrate et du Danube). Elle a été introduite en Europe (Italie) par les romains. A l'heure actuelle, elle est présente dans toute l'Europe occidentale sauf dans les régions froides (Norvège, Russie septentrionale) et elle est bien implantée en Europe centrale

(Hongrie, Tchécoslovaquie, Roumanie). Elle est considérée comme l'un des poissons les plus colonisateurs dans le monde (Bruslé, 2001)

❖ Description

Chez la carpe commune le corps est entièrement recouvert d'écailles, 33 à 40 grandes écailles étant réparties le long de la ligne latérale (Terofal, 1987). Au contraire, la carpe miroir est dépourvue d'écailles à l'exception d'écailles au niveau de la ligne latérale (Keith et Allardi, 2001). La carpe commune possède un corps allongé, trapu, peu comprimé latéralement (Terofal, 1987 ; Keith et Allardi, 2001), le dos est sombre et présente une coloration de gris-vert à gris-brun cette coloration est variable suivant l'habitat. Sur les flancs, les écailles présentent des reflets dorés. Le ventre est blanc crème ou jaunâtre (Spillmann, 1961 ; Keith et Allardi, 2001). La bouche est terminale et protractile, avec 4 barbillons (2 longs et 2 courts) sur la lèvre supérieure (Terofal, 1987). Elle ne possède pas des dents buccales mais des dents pharyngiennes, la nageoire dorsale est longue et tronquée, dépourvue de rayons épineux ; ainsi que la caudale est bien échancrée. Il existe un très grand polymorphisme (hauteur-longueur, écaillage, couleur...) lié à des fortes aptitudes d'adaptabilité à des conditions de milieu variées (eaux courantes, eaux stagnantes, eaux saumâtre). Des différences importantes séparent les carpes sauvages des carpes domestiques d'élevage les premières à corps plus cylindrique et oblong, les secondes à corps plus haut et plus massif (Bruslé et Quignard, 2001).

Durant la période de reproduction, les mâles se distinguent par la présence de tubercules au niveau de la tête et du corps (Keith et Allardi, 2001 ; Terofal, 1987). Les individus adultes mesurent de 25 à 75 cm de long mais peuvent atteindre exceptionnellement jusqu'à 120 cm (Terofal, 1987). La durée de vie de la carpe est de 40 ans (Melanie *et al.*, 2007).

❖ Habitat

Cette espèce est grégaire (Bruslé et Quignard, 2001), cependant elle s'isole avec l'âge (Crivelli, 2001) et benthique, sédentaire et nocturne. Elle est photophobe ; sélectionnant les habitats à faible intensité lumineuse avec des variations saisonnières (Bruslé et Quignard, 2001). La carpe se rencontre dans les parties calmes des rivières, étangs et lacs dont le substrat est fait de sable, de vase et riche en végétation aquatique. Elle passe l'hiver enfouie dans la vase et s'active au printemps (Terofal, 1987 ; Keith et Allardi, 2001). La carpe est un poisson qui vit dans le fond mais cherche sa nourriture dans les couches intermédiaires et

supérieures de la colonne d'eau. La meilleure croissance est obtenue quand la température de l'eau oscille entre 23 et 30C°. Elle a une grande tolérance aux variations de l'habitat et notamment à la désoxygénation des eaux durant la période chaude, le poisson peut survivre aux périodes froides de l'hiver. Une salinité jusqu'à 5‰ est tolérée. La gamme de pH optimale est entre 6,5 et 9.

❖ Régime alimentaire

La carpe est omnivore et se nourrit de petits animaux benthiques (larves d'insecte, mollusques, crustacés, etc.) et de végétaux (Terofal, 1987 ; Keith et Allardi, 2001). L'activité alimentaire est dominante au début et à la fin de la journée et la nuit. Son activité trophique est très élevée durant l'été mais elle cesse de se nourrir à des températures inférieures à 6C° et supporte bien les longues périodes de jeûne.

❖ Reproduction

La carpe commune est considérée comme un poisson « migrateur » qui se déplace vers les prairies inondées lors de sa période de reproduction (Crivelli, 2001). Les femelles deviennent matures à partir de leur 3^{ème} année, et les mâles à partir de 2ans (Keith et Allardi, 2001), la reproduction se déroule entre mars et août dans la végétation et en eau peu profonde. La fécondité moyenne est de 100.000 œufs/kg, les œufs sont collés grâce à leur mucus sur la végétation aquatique.

La carpe peut s'hybrider avec le carassin, espèce assez similaire, ce qui donne naissance à des individus stériles aux caractères intermédiaires entre les deux espèces (Spillman, 1961 ; Keith et Allardi, 2001).

1.2.2. Le barbeau (*Barbus callensis*, Valenciennes 1842)

❖ Position systématique

Sur le plan systématique et le statut spécifique des barbeaux en Algérie et en Afrique du nord en général, il existe des divergences sur les notions d'espèce et de sous-espèce (Doadrio, 1994 ; Azeroual *et al.*, 2000). Bouhadad (1993) reconnaît cinq espèces de barbeaux qu'il répartit en deux groupes. Le premier est formé par *Barbus callensis* (Pellegrin, 1921) et *B. setivimensis* (Pellegrin, 1921), et fréquente la plupart des rivières du Tell et des hauts plateaux. Le second

est formé par *Barbus antinorii*, *B. biscarensis* (Boulenger, 1911) et *B. figuigensis* (Pellegrin, 1939) ; il caractérise les systèmes aquatiques sahariens.

Une étude du polymorphisme moléculaire (Machordon *et al.*, 1998) ont montré que l'espèce *Barbus callensis* Valenciennes, 1842, regroupe en fait deux espèces : *B. callensis* (Pellegrin, 1921) dont l'aire de répartition se limite à la région d'El-Kala et *B. setivimensis* (Pellegrin, 1939) qui occupe le reste de l'Algérie du Nord. Selon Nelson (1994), la position systématique de notre espèce ichthyologique est la suivante:

Embranchement : Chordata

Classe : Actinopterygiens

Ordre: Cypriniformes

Famille : Cyprinidae

Genre: *Barbus*

Espèce: *Barbus callensis*, Valenciennes (1842)



Figure 3 : Le barbeau *Barbus Barbus callensis* (Valenciennes, 1842) (Cliché Brahmia, 2012)

❖ Description

Le genre *Barbus* est caractérisé par :

- Un corps fusiforme, plus au moins comprimé, recouvert d'écailles cycloïdes, dont le nombre et les stries radiales servent de critères de détermination systématique;
- Un œil petit, une bouche bordée d'épaisses lèvres mobiles et munies de deux paires de barbillons, d'où le nom de barbeau ;
- Une ligne latérale habituellement présente et complète;

- Une nageoire dorsale à dernier rayon simple osseux denticulé ou non, dont la forme et les dimensions servent à la diagnose;
- Des os pharyngiens bien développés et pourvus de dents.

Barbus callensis possède une couleur brune jaunâtre à éclat métallique, le ventre argenté, les jeunes sont souvent mouchetés de noir, les écailles sont moyennes, la ligne latérale est complète et compte 43 ± 3 écailles. La nageoire dorsale porte 4 rayons osseux simples, dont le dernier est épineux et denticulé dans sa partie inférieure. Sa longueur totale est de 25 cm en moyenne et elle peut atteindre 40 cm (Kraïem, 1983).

❖ Habitat

Le barbeau est fréquent dans les cours d'eau permanents ou même temporaires, où il se réfugie, lors de l'assèchement estival. *Barbus barbuis* préfère notamment les rivières à fond caillouteux, aux eaux courantes bien oxygénées, mais tolère aussi la vie dans les cours d'eau à fond vaseux, plus profonds. Le barbeau s'est bien adapté à la vie dans les retenues de barrages et dans les lacs collinaires, où il a connu une grande prolifération.

❖ Régime alimentaire

C'est un poisson de fond, se nourrit principalement de proies animales qu'il découvre en fouillant le substrat. Il cherche sa nourriture au crépuscule et pendant la nuit. Durant la journée, il est surtout actif après un orage, lorsque les eaux tumultueuses apportent sur leurs passages de petits organismes. Il se nourrit principalement avec des larves d'insectes, des algues et quelques débris de végétaux pour les tailles les plus petites. Par contre, les adultes peuvent en plus consommer des crustacés. Il s'agit donc d'un régime alimentaire essentiellement omnivore et phyto-macrobenthophage (Kraïem, 1994).

❖ Reproduction

Il fraye du printemps jusqu'à l'été suivant la région ; la ponte s'effectue en général sur un fond de cailloux ou de graviers. L'éclosion des œufs se produit deux semaines après la fécondation (Poncin *et al.*, 1987). Au moment de fraie, les caractères sexuels secondaires se manifestent chez le mâle de certaines espèces par l'apparition de tubercules blanchâtres sur le corps. *Barbus callensis*, est constituée de deux fractions : l'une sédentaire n'affectant pratiquement pas de déplacement, l'autre errante qui se déplace sur de longues distances faisant preuve d'un comportement migratoire. Ce dernier est en rapport avec les conditions climatiques et hydrologiques, ainsi qu'avec la reproduction (Hunt et Jones, 1975 et Philippart, 1975).

Les espèces du genre *Barbus* présentent également des possibilités de croisement entre elles (Berrebi *et al.*, 1993; Varadi *et al.*, 1993; Berrebi, 1994; Crespin et Berrebi, 1994; Poncin, 1994; Poncin *et al.*, 1994; Berrebi et Rab, 1998; Berrebi et Valiushok, 1998 et Crespin *et al.*, 1999).

1.3. Mesure des paramètres physicochimiques de l'eau

Les paramètres physicochimiques mesurés sont : la température, l'oxygène dissous, le pH et la teneur en matière en suspension. La mesure a été effectuée mensuellement, pendant 12 mois, à l'aide d'un multiparamètre de terrain (Consort 533 pour le pH ; Radiomètre analytique (Pionner 20) pour l'oxygène dissous et la température). Après calibrage de l'appareil, la sonde est plongée dans l'eau de l'estuaire puis la lecture se fait après stabilisation des résultats de la mesure sur l'écran. La détermination de la matière en suspension dans l'eau a été réalisée par l'application de la méthode de pesée différentielle (Aminot and Chaussepied, 1983).

1.4. Capture et traitement des poissons

La présente étude a ciblé deux populations de poissons cyprinidae peuplant le lac Oubeira (la carpe commune et le barbeau). L'échantillonnage des poissons est aléatoire et mensuel à raison de 30 spécimens de chaque espèce. Nous avons examiné 360 carpes et 243 barbeaux, tous nos échantillons proviennent des captures de pêcheurs professionnels, qui utilisent comme engins de pêche les filets maillants.

✚ Mesures biométriques des individus

Les poissons sont transférés et maintenues vivants au laboratoire afin de subir le protocole comprenant les opérations suivantes :

Avant de sacrifier les poissons, nous mesurons d'abord la longueur totale (au mm près à l'aide d'un ichtyomètre) puis nous les pesons (à l'aide d'une balance). Le sexe du poisson est déterminé par l'observation des gonades, quand elles sont développées. Chez les femelles, les ovaires sont remplis d'ovules et sont d'une coloration rosâtre, alors que chez les mâles les testicules sont blanchâtres (Meddour, 1988).

Ces manipulations doivent être rapides, car six à huit heures après la mort du poisson, les branchies se couvrent d'un mucus opaque qui rend difficile la localisation précise des parasites. Ces derniers se détachent de l'arc branchial et se colle au mucus.

✚ Dissection et prélèvement d'organes

L'ouverture de la cavité abdominale est réalisée par une incision depuis l'anus jusqu'à la tête (Fig.4) ; les poissons sont ensuite éviscérés.



Figure 4 : Ouverture de la cavité abdominale d'un échantillon (Cliché Brahmia, 2012)

- **Branchies**

A l'aide d'une paire de ciseaux, les arcs branchiaux sont délicatement dégagés en découpant l'opercule de chaque côté de la tête. Les branchies sont détachées par deux incisions, une dorsale et une ventrale ; après leur retrait, elles sont congelées, toute une nuit, pour permettre aux parasites de se détacher. Il est rapporté par Mizelle (1938), qu'avant toute fixation, la congélation des branchies, pendant 12H ou plus, agit comme un excellent relaxant des parasites.

L'examen des arcs branchiaux a consisté à les mettre dans une éprouvette de 100 ml remplis aux deux tiers d'eau. Une agitation énergique suffit à séparer les parasites des filaments branchiaux. Le dépôt est ensuite transféré dans une boîte de pétri afin de le diluer jusqu'à ce qu'il soit suffisamment clair pour permettre l'observation.

Les parasites sont prélevés un à un à l'aide d'une pipette capillaire et rincés plusieurs fois à l'eau ordinaire, puis sont transférés sur lame (toujours au moyen d'une pipette); dès que la dernière trace d'humidité disparaît, une goutte de vernis à ongle est déposée sur le parasite que l'on recouvre d'une lamelle afin de pouvoir procéder à l'identification.

L'identification des parasites branchiaux a été réalisée sous un stéréomicroscope (Olympus SZX 10) en nous basant sur l'examen des caractéristiques morpho-anatomiques définies par Yamaguti, 1963 pour les monogènes et Kabata (1988) pour les copépodes.

- **Tube digestif**

Les tubes digestifs sont sectionnés au niveau de l'œsophage et toutes les petites adhérences sont débarrassées. A l'aide d'une loupe binoculaire, les différentes proies ingérées sont examinées et identifiées puis dénombrées afin de déterminer le régime alimentaire. En ce qui concerne les parasites rencontrés sont conservés dans des piluliers avec l'éthanol à 70% pour identification, chaque pilulier contient une étiquette avec référence indiquant l'année de prélèvement et le numéro de l'échantillon. L'étude de l'anatomie des parasites intestinaux est réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire. Les parasites sont manipulés et transférés avec des pipettes, ou des pinceaux fins car les instruments pointus ont tendance à les percer.

1.5. Etude de la croissance

1.5.1. La croissance linéaire

Les paramètres de la croissance ont été déterminés par le logiciel FISAT II il est expliqué par Gayanilo *et al*, (1996). La longueur asymptotique L_{∞} et le coefficient de croissance K de l'équation de Von Bertalanffy (1938) ont été estimés par le biais d'ELEFEN 1 (Pauly et David, 1981). Pour Von Bertalanffy, la croissance est considérée comme étant l'action simultanée de facteurs anaboliques, proportionnels à la surface et de facteurs cataboliques, proportionnels au niveau du volume du corps ; la loi de croissance linéaire s'exprime par la relation :

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

L_t : longueur à l'instant t (cm)

L_{∞} : longueur asymptotique (cm)

K : coefficient de croissance de croissance (an^{-1})

t_0 : âge théorique hypothétique pour une longueur nulle

1.5.2. La croissance relative (relation taille-poids)

La longueur et le poids d'un poisson sont fortement corrélés. La relation entre la taille et le poids d'un poisson se traduit par la formule de type :

$$W = a * L_T^b$$

W : le poids éviscéré (g).

L_T : longueur totale (cm).

a : constante.

b : coefficient d'allométrie.

Les paramètres a et b sont déterminés par le programme FISAT (version 1.2.2) selon Gayanilo et *al.*, (1996). Cette équation peut être linéarisée par transformation logarithmique des données pour aboutir à: $\text{Log Pe} = b \cdot \text{log Lt} + \text{log a}$

L'ajustement de ce modèle linéaire aux données taille-masse observées est obtenu par la méthode des moindres rectangles. La valeur de coefficient b est comparée statistiquement à $b_0 = 3$ au seuil $\alpha = 0,05$ à l'aide du test t de Student (Dagnelie, 1975):

$$t_{obs} = \frac{\left(\left| b^2 - b_o^2 \right| \sqrt{n-2} \right)}{\left(2b_o * b \sqrt{1-r^2} \right)}$$

t_{obs}: t observé.

n: Effectif.

b: Pente.

b_o: Pente théorique ($b_0 = 3$).

r: Coefficient de corrélation.

La valeur de t_{obs} est comparée à celle de "t" théorique: $t_{1-\alpha/2}$ (donnée par la table de test t de Student) où le seuil de confiance $\alpha = 0,05$ pour $n - 2$ degré de liberté. Trois cas peuvent alors se présenter: si $t_{obs} \leq t_{théorique}$ donc il y a une isométrie ($b = 3$), si $t_{obs} > t_{théorique}$ il y a 2 cas: si

$b < 3$, l'allométrie est minorante et si $b > 3$, l'allométrie est majorante.

Nous avons utilisé le poids éviscéré pour éviter les aléas pondéraux dus aux contenus stomacaux et aux poids des gonades surtout au moment de la reproduction.

1.5.3. Coefficient de condition de Fulton

Le coefficient de condition (K) permet d'estimer les modifications saisonnières de l'embonpoint sous l'influence des facteurs externes (milieu) ou internes (physiologiques). En supposant que b est souvent proche de 3, le facteur de condition K a été calculé suivant Ricker (1975) :

$$K = (W/L_T^b) \times 100$$

W : poids éviscéré en g.

L_T : longueur totale en cm.

b : coefficient d'allométrie considéré comme égal à 3.

1.6. La reproduction

1.6.1. Proportions des sexes

La proportion des sexes est une caractéristique de l'espèce dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. La sex-ratio a été défini par le rapport du nombre de mâles à celui de femelles (Kartas et Guionard, 1984).

$$SR = \text{Nombre de mâles} / \text{Nombre de femelles}$$

1.6.2. Détermination de la période de ponte

La détermination de la période de ponte a été réalisée en calculant le rapport gonadosomatique (RGS). Ce dernier, défini par Bougis (1952), est basé sur la variation de la masse des gonades au cours du cycle sexuel. Nous avons utilisé le poids éviscéré du poisson, afin d'éliminer le biais dû aux poids des gonades et du tube digestif.

$$RGS = W_g/W_e \times 100$$

W_g : Poids des gonades, exprimé en g

W_e : Poids du poisson éviscéré, exprimé en g

Parallèlement au RGS nous avons calculé le rapport hépato-somatique (RHS) ; celui ci est basé sur la variation de la masse du foie au cours du cycle sexuel Bougis (1952), ce rapport donne une idée sur le métabolisme des lipides et il est souvent en relation avec le cycle sexuel.

$$RHS = W_f/W_e \times 100$$

Wf : Poids du foie, exprimé en g

We : Poids du poisson éviscéré, exprimé en g

En 1958, Bertin distingue 2 types de poissons selon le mode de stockage et la mobilisation des substances de réserve dans le foie:

- les "**poissons maigres**", pour lesquels la maturation des gonades est précédée d'une importante accumulation de lipides dans le foie; ainsi, les valeurs maximales du RHS précèdent celle du RGS.

- les "**poissons gras**", pour lesquels l'accumulation de lipides s'effectue dans les muscles, le foie n'intervenant que dans la transformation de ces réserves lipidiques, dans ce cas le RHS évolue parallèlement au RGS».

Pour comparer statistiquement les valeurs moyennes des rapports gonado et hépatosomatiques, et du coefficient de condition, nous avons utilisé l'analyse de la variance à un critère de classification ANOVA à l'aide du logiciel SPSS version 21.

1.7. Le régime alimentaire

Cette partie qui traite du régime alimentaire a un double objectif ; d'abord connaître la composition et les variations du régime alimentaire des deux espèces et ensuite rechercher les relations directes ou indirectes pouvant exister entre l'alimentation et le parasitisme. L'étude du régime alimentaire exige l'examen à l'aide de loupe binoculaire du contenu des tubes digestifs prélevés. Les organismes rencontrés sont prélevés observés pour être identifiés.

1.7.1. Coefficient de vacuité (CV%)

Il permet de quantifier le comportement alimentaire. C'est le nombre de tubes digestifs vides (Nv) par rapport au nombre total de tubes digestifs examinés (N).

$$CV \% = (Nv/N) \times 100$$

1.7.2. Fréquence d'une proie (F%)

C'est le rapport exprimé en pourcentage entre le nombre total des tubes digestifs contenant cette proie (Ni) et le nombre total des tubes digestifs pleins examinés (Np).

$$F\% = (Ni / Np) \times 100$$

1.8. Les indices parasitaires

Les mesures les plus communes de l'ampleur de la population de parasites chez l'hôte sont la prévalence, l'abondance moyenne et l'intensité moyenne (Bush *et al.*, 1997) ; elles sont calculées comme suit :

- **Prévalence spécifique (P%)** : c'est le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés (N) par une espèce donnée de parasites sur le nombre de poissons examinés (H).

$$P = (N/H) \times 100$$

- **Intensité parasitaire moyenne (I)** : c'est le nombre moyen d'individus d'une espèce parasite (n) sur le nombre d'hôtes infestés dans l'échantillon (N).

$$I = n/N$$

- **Abondance parasitaire (A)** : c'est le nombre moyen d'individus d'une espèce parasite (n) sur le nombre de poissons examinés (H).

$$A = n/H$$

1.9. Les indices écologiques

Le peuplement est un ensemble d'individus appartenant à des espèces différentes mais qui vivent au sein d'une même espèce. Les peuplements de parasites étudiés sont singularisés par les paramètres structuraux suivants :

- **Richesse spécifique " S "**

C'est le nombre d'espèces "S" contactées au moins une fois au terme de "N" relevés (Blondel, 1975). Dans notre cas, nous assimilons l'ensemble des relevés réalisés en un mois à un peuplement statistique. S sera mesuré sur l'ensemble du mois.

- **Diversité spécifique ou diversité observée " H "**

La diversité d'un peuplement exprime son degré de complexité. Elle est calculée à partir de l'indice de Shannon et Weaver (1949) (Daget, 1976 *in* Benyacoub, 1993).

$$H' = - \sum P_i \log_2 S$$

P_i : Fréquence relative de l'espèce " i " dans un peuplement.

S : Richesse totale de ce peuplement.

H': Exprimé en Bit par individu (Binary digit)

Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante.

La diversité varie en fonction de la richesse du peuplement et de la distribution d'abondance des espèces de ce dernier. Plus la richesse est élevée et la distribution d'abondance équilibrée, plus la diversité est forte. Les fortes valeurs de **H'** traduisent généralement un degré élevé de complexité et de maturité d'un peuplement et, par la même, la complexité des facteurs mis en jeu dans l'environnement (Benyacoub, 1993).

1.10. L'analyse statistique

La Statistique envahit pratiquement tous les domaines d'application, aucun n'en est exclu ; elle permet d'explorer et d'analyser des corpus de données de plus en plus volumineux. Dans ce travail, toutes les analyses ont été effectuées sous R (R Development Core Team, 2014 ; version 3.1.2) ; ce dernier est un logiciel de statistique créé par Ross Ihaka et Robert Gentleman (Ihaka et Gentleman, 1996). C'est aussi un outil très puissant et très complet, particulièrement bien adapté pour la mise en œuvre informatique de méthodes statistiques. Il est à la fois un langage informatique et un environnement de travail. Tous les packages ou bibliothèques ont été téléchargés à partir du site web officiel de CRAN (The Comprehensive R Archive Network) : <http://cran.r-project.org/web/packages/>.

La condition de la normalité des distributions a été vérifiée au préalable par l'application du test de Shapiro-Wilk ; les distributions étant la plupart du temps asymétriques, ce qui nous a obligés à choisir des alternatives non-paramétriques pour notre analyse statistique. Les corrélations entre les séries de paramètres sont évaluées par le coefficient de corrélation non-paramétrique de Spearman (r) pour analyser l'intensité des relations entre nos paramètres.

- **Description des données**

Afin de réaliser une description statistique la plus exhaustive possible, nous avons calculé pour chacune des variables biotiques et abiotique certains paramètres statistiques élémentaires suivants : la moyenne arithmétique (\bar{x}), qui est un paramètre de position et de tendance centrale, l'écart-type (s) qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne, les

valeurs minimales (min) et maximales (max) qui donnent toutes les deux une idée sur l'étendue des données. Tout cela intéresse l'ensemble des douze mois d'étude.

- **Comparaison, des caractéristiques moyennes** : test t de Student pour échantillons indépendants.

Le test t de Student consiste à comparer les moyennes de deux populations à l'aide des données de deux échantillons indépendants (Dagnélie, 1970 et 2006). La réalisation du test t de Student a été faite soit en comparant la valeur observée t_{obs} avec la valeur théorique $t_{1-\alpha/2}$ tirée à partir de la table t de Student pour un niveau de signification $\alpha=0,05$, et pour un certain nombre de degrés de liberté k, soit en comparant la valeur de la probabilité p avec le niveau $\alpha=0,05$.

Dans le premier cas on considère qu'il existe des différences significatives entre les deux moyennes si la quantité t_{obs} était supérieure ou égale à la valeur théorique $t_{1-\alpha/2}$ et dans le deuxième cas on considère qu'il existe des différences significatives si la valeur p est inférieure ou égale à la valeur $\alpha=0,05$. Les deux méthodes aboutissent aux mêmes résultats.

Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel XLSTAT 2016.

RÉSULTATS

2. Résultats

2.1. Caractérisation de la population de carpe

2.1.1. Proportions des effectifs des classes de taille des carpes

Dans la fraction de population de carpe collectée (360) nous trouvons des spécimens de taille comprise entre 11 et 51cm (taille moyenne = $27,76 \pm 7,18$); le regroupement par classes de taille (de 10cm) fait apparaître la présence de 4 classes de taille.

Dans l'échantillon collecté, moins de 5% des individus dépassent 41 cm ; La fraction de population collectée est composée essentiellement (plus de 53%) d'individus de taille comprise entre 21 et 31cm ; ceux de moins de 21 cm représentent moins de 20% et ceux de plus de 31cm moins de 23% (Fig.5).

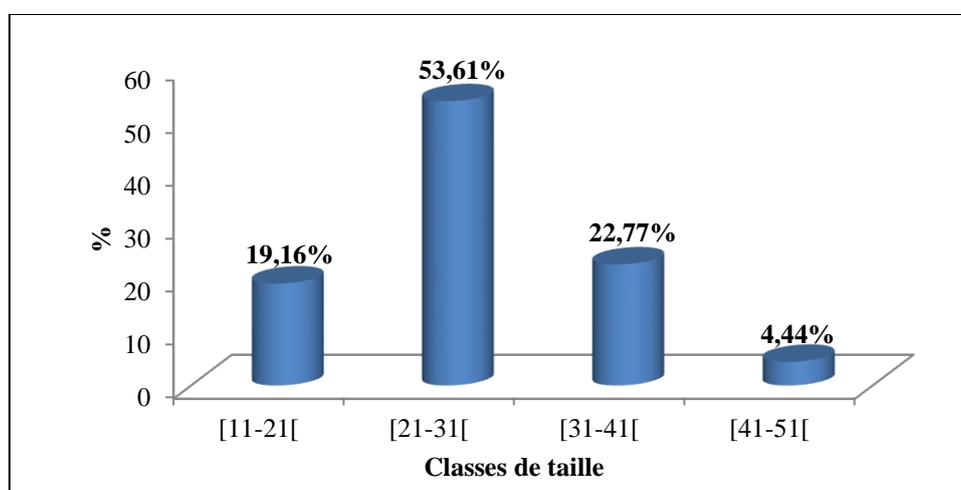


Figure 5 : Proportions des individus des différentes classes de taille de la fraction de population de carpe collectée

2.1.2. Distribution saisonnière des tailles des carpes

La distribution de la longueur totale des carpes collectées montre des différences d'une saison à l'autre.

En hiver, plus de 92% des individus sont de taille comprise entre 11 et 31 cm ; ce sont toutefois, les carpes de petites tailles (moins de 21cm) qui représentent les plus fortes proportions (51%).

Au printemps et en été, plus de 90% des carpes capturées sont de taille comprise entre 21 et 41cm avec une nette prédominance des individus de la classe de taille [21-31[qui représentent plus de 56% des effectifs collectés. Les individus de taille supérieure à 41cm représentent plus de 5% des effectifs collectés chaque saison.

En automne, la prédominance des individus de la classe de taille [21-31[est très nette ; cette classe atteint la valeur maximale car elle représente plus de 65% des effectifs collectés contre 21% pour la classe de taille [11-21[et 11% pour celle de [31-41[(Fig.6).

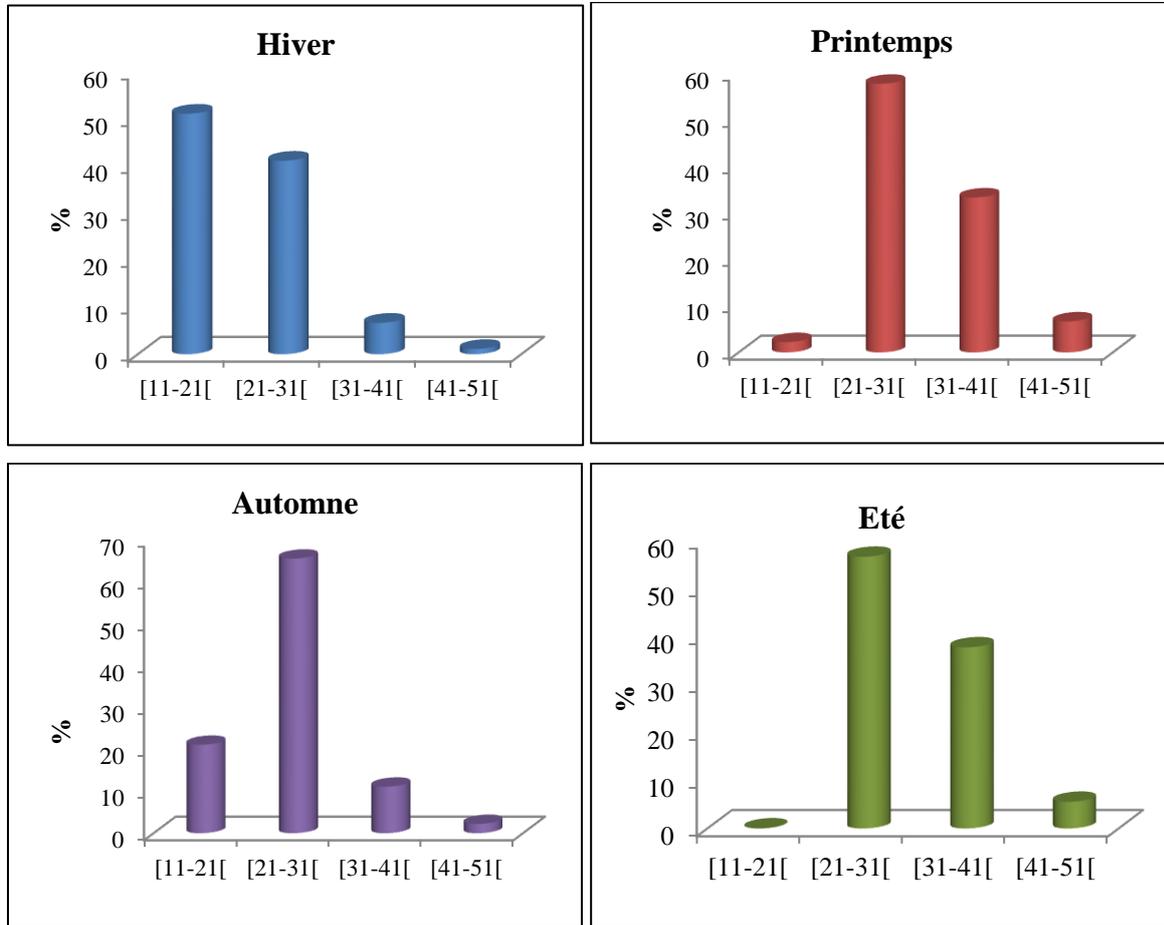


Figure 6: Distribution saisonnière des tailles (en cm) des carpes collectées dans le lac Oubeira.

2.1.3. Variation mensuelle de la sex- ratio

Dans les échantillons de carpes récoltées mensuellement dans le lac Oubeira, nous notons une prédominance des individus de sexe femelle pendant les mois de janvier, février et novembre du fait que les valeurs de la sex-ratio sont inférieures à 1 ;durant le reste de l'année, les valeurs de la sex-ratio sont supérieures à 1, suggérant ainsi la prédominance des mâles(Fig.7).

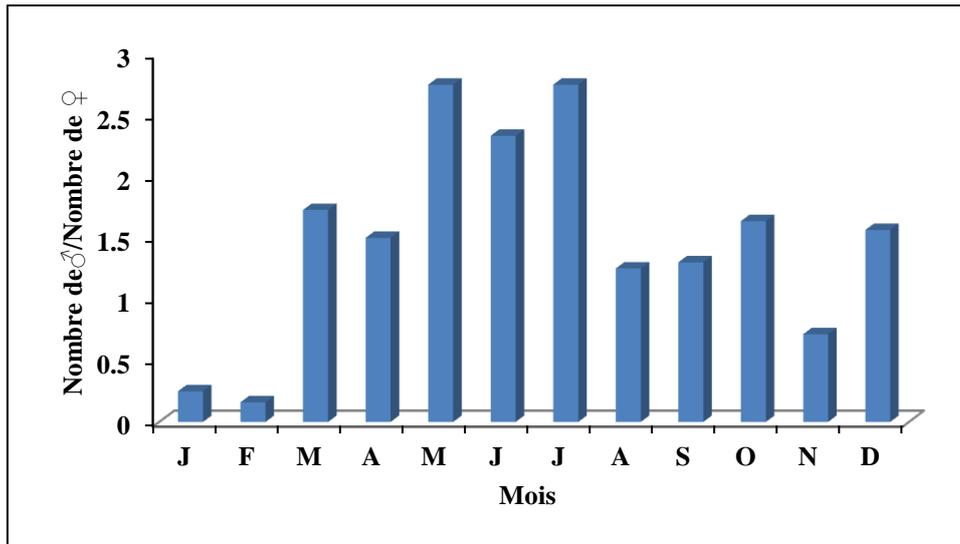


Figure7: Variation mensuelle des valeurs de la sex-ratio chez *C. carpio*.

2.1.4. La croissance linéaire des carpes

L’utilisation du logiciel FISAT II, pour l’analyse des données relatives à la carpe collectée dans le lac Oubeira, nous a permis d’obtenir les valeurs des paramètres de croissance consignées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Paramètres de croissance chez la carpe du lac Oubeira.

Paramètres de croissance	Valeurs
La longueur asymptotique L_{∞} (cm)	55,65
Le coefficient de croissance K (ans^{-1})	0,22
La longueur maximale (cm)	53,00
Intervalle de confiance à 95%(cm)	46,69 - 58,37

➤ Courbe de croissance

La longueur asymptotique L_{∞} des carpes de l’Oubeira atteint la valeur la plus élevée (55.65 cm) avec un coefficient de croissance (K) d’une valeur de $0,22 \text{ ans}^{-1}$; le tracé de la courbe de croissance réalisé à partir de ces paramètres est représenté à travers la distribution des longueurs restructurées dans la figure 8.

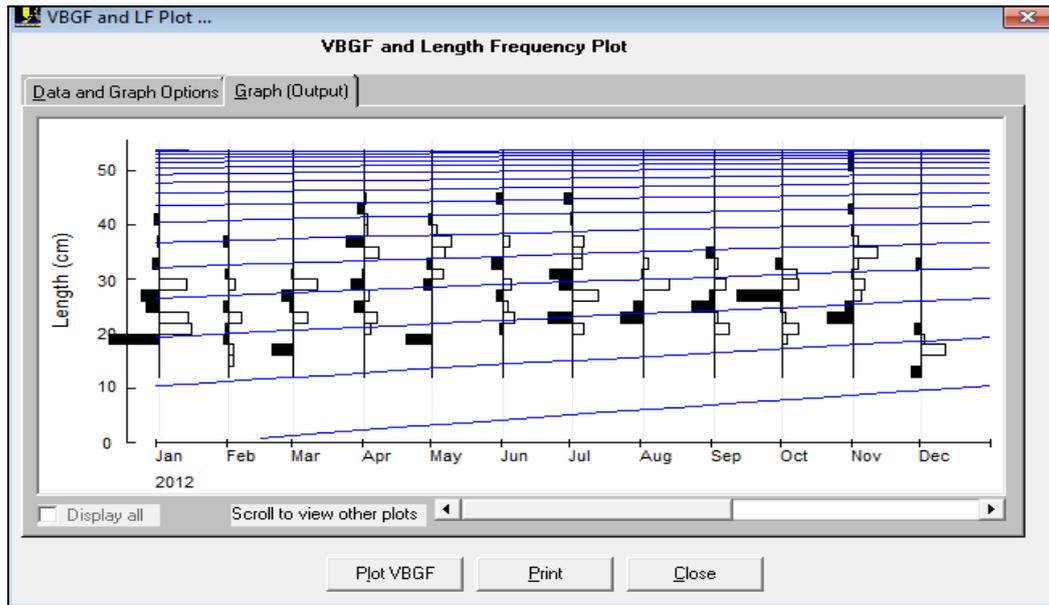


Figure 8 : Distribution des fréquences de longueur restructurées et courbe de croissance chez la carpe provenant du lac Oubeira (données obtenues à l'aide du logiciel ELEFEN-I pour $L_{\infty}=55.65$ cm et $K=0.22$ ans⁻¹).

➤ **Longueur maximale**

Chez les carpes du lac Oubeira la longueur maximale observée est de 55,65cm et la longueur maximale estimée est de 53,00 cm avec un intervalle de confiance à 95% de 46,69-58,37cm(Fig.9).

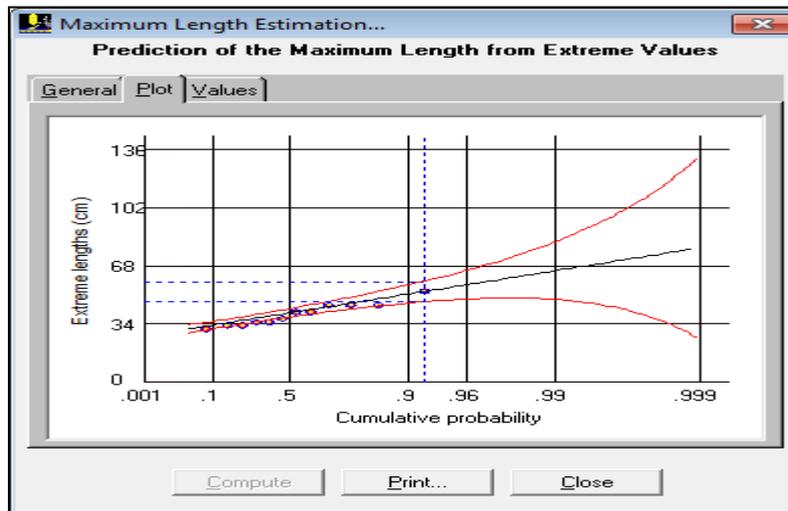


Figure 9 : Longueur maximale estimée chez la carpe du lac Oubeira.

➤ **Coefficient de croissance (K)**

La meilleure valeur estimée du coefficient de croissance (K) des carpes de lac Oubeira est de l'ordre de 0,22 ans⁻¹(Fig.10).

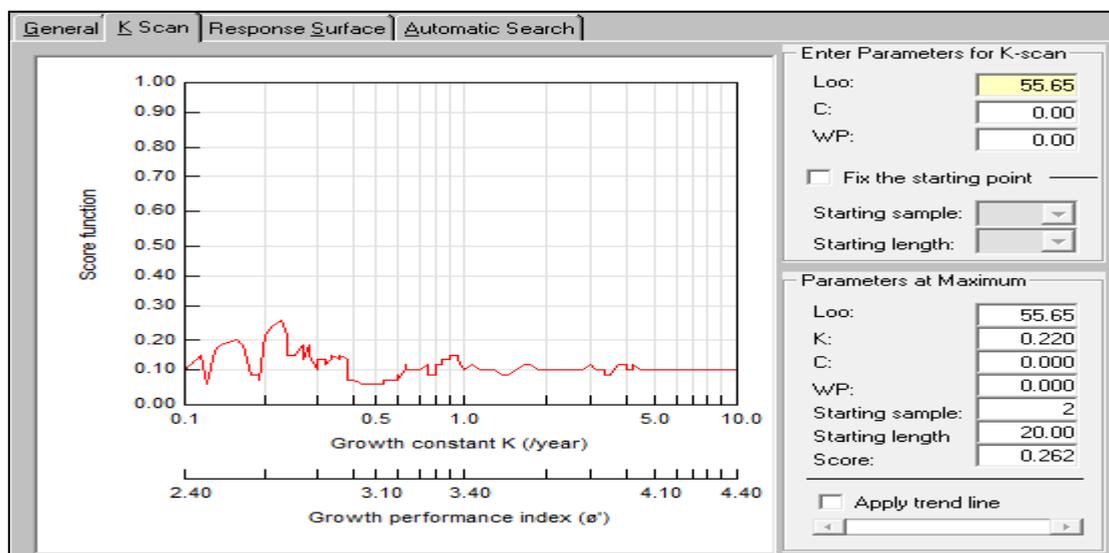


Figure 10 : Coefficient de croissance (K) estimé chez la carpe de lac Oubeira.

2.1.5. La croissance relative des carpes

Les résultats de l'estimation de la croissance relative de la carpe peuplant le lac Oubeira, par l'application de l'équation allométrique reliant la longueur totale au poids éviscéré, sont consignés dans le tableau 2.

Tableau 2: Relation d'allométrie entre le poids éviscéré et la longueur totale de la carpe du lac Oubeira.

N	a	b	Relation	R
PT 360	0,018	2,802	$P_{év} = 0,018L_T^{2,802}$	0,929
♂167	0,38	2,575	$P_{év} = 0,038L_T^{2,575}$	0,712
♀140	0,01	2,942	$P_{év} = 0,01L_T^{2,942}$	0,958

La croissance relative de la population totale des carpes estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids éviscéré, à partir de 360 individus, montre l'existence d'une isométrie de croissance avec un coefficient de corrélation $r^2 = 0,929$; la même isométrie est observée chez les mâles et les femelles. Cette isométrie observée fait apparaître que le poids croît au même rythme que la taille (Fig.11).

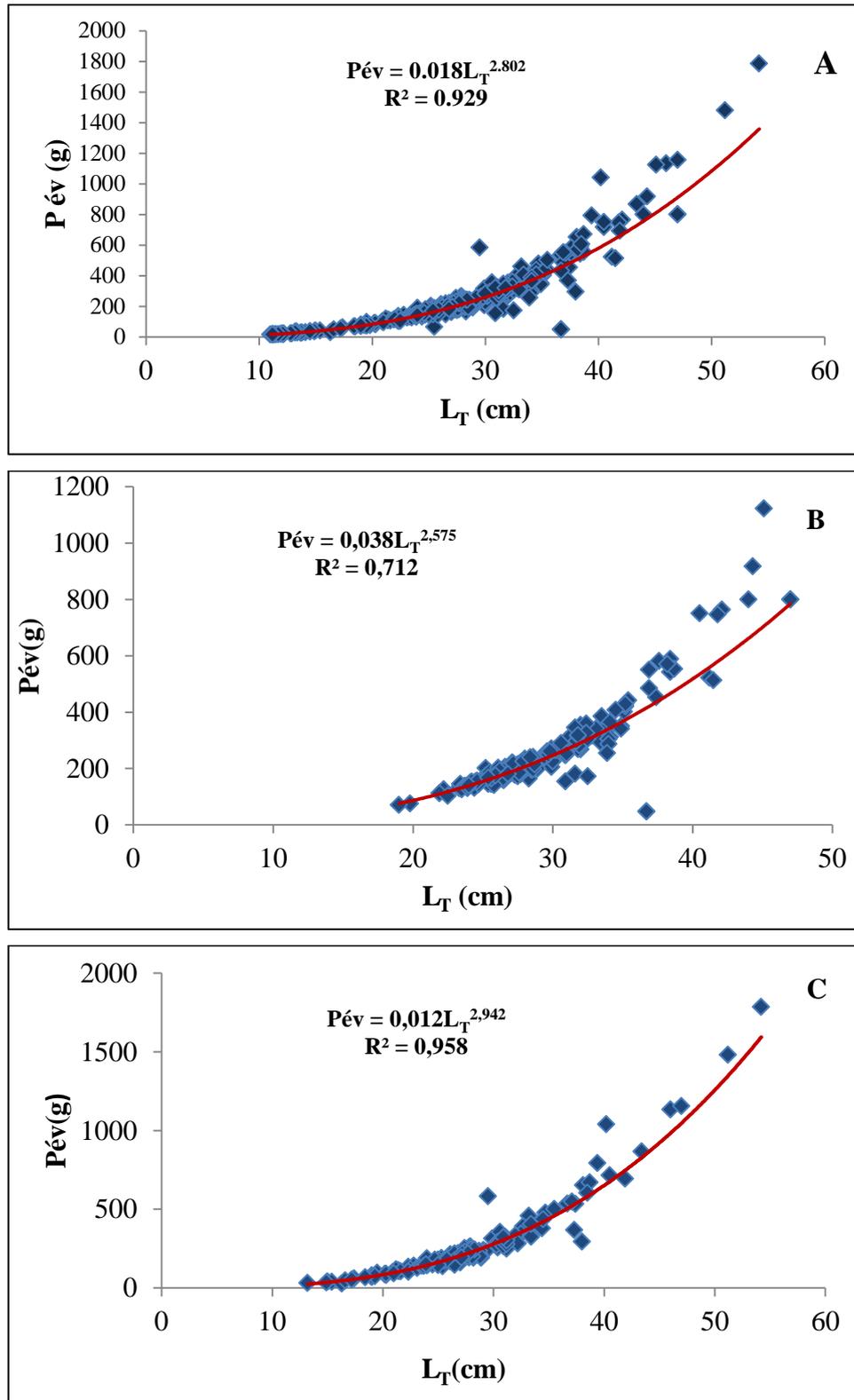


Figure 11 : Evolution du poids éviscéré en fonction de la longueur totale chez la carpe ;
 (A) Population Totale, (B) les mâles et (C) les femelles.

2.1.6. Coefficient de condition(k)

Les valeurs du coefficient de condition des carpes provenant du lac Oubeira varient entre $0,92 \pm 0,016 \text{g/cm}^3$ et $1,14 \pm 0,002 \text{g/cm}^3$; cet indice montre sa valeur maximale en hiver ($1,14 \text{g/cm}^3$), puis affiche une baisse progressive pour atteindre sa valeur minimale en été ($0,92 \text{g/cm}^3$) pour ensuite marquer une légère hausse en automne (Fig.12).

Le test de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes de K on fonction des saisons ($F=29,322$, $ddl=3$, où $P=0,000$).

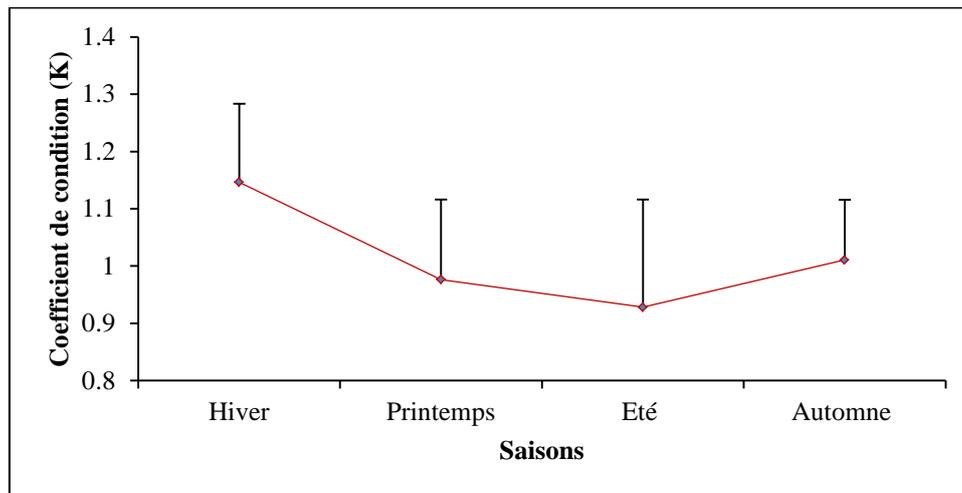


Figure 12 : Evolution saisonnière des valeurs de coefficient de condition chez *C. carpio*.

2.1.7. Reproduction

2.1.7.1. Rapport gonado-somatique (RGS)

Les variations mensuelles des valeurs du RGS permettent de préciser la période de ponte et confirment ainsi les observations macroscopiques. En effet, la maturation des ovocytes et des spermatozoïdes s'accompagne d'une augmentation du volume des gonades, induisant les variations des valeurs du rapport gonado-somatique (RGS).

La phase de maturation des gonades se déclenche en décembre et couvre toute la période s'étalant de décembre à avril où le RGS atteint un pic de 8,5. La ponte survient en mai ; elle est illustrée par une importante chute du RGS qui passe de 8,5 à 4,6 ; cet événement est suivi par une baisse progressive du RGS jusqu'au mois de juillet ($\text{RGS} = 2,7$). Le poisson entre dans sa phase de repos sexuel à partir du mois d'août ; durant cette période les valeurs du RGS sont les plus basses (n'excèdent pas la valeur 2)(Fig.13).

Le test de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes de RGS on fonction des mois ($F=15,946$, $ddl=11$, où $P=0,000$).

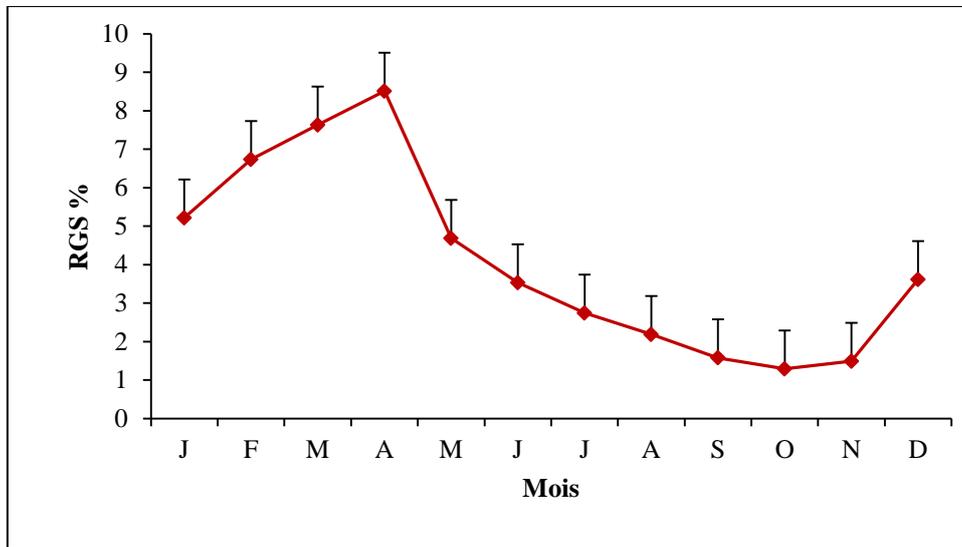


Figure 13 : Variations mensuelles des valeurs du RGS chez *C. carpio*.

2.1.7.2. Rapport hépato-somatique (RHS)

Les résultats du calcul du RHS montrent que ce paramètre varie d'un mois à l'autre. Les valeurs sont élevées de décembre à janvier (1,9-2) puis chutent brusquement pour atteindre la valeur 0,6 en mars. Durant la période s'étalant d'avril à juillet les valeurs du RHS se stabilisent (autour de 0,85) pour former un plateau. En août a lieu une baisse du RHS ; sa valeur passe à 0,3 et se stabilise pour former un plateau d'août à octobre (Fig.14).

Le test de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes de RHS on fonction des mois ($F=28,282$, $ddl=11$, où $P=0,000$).

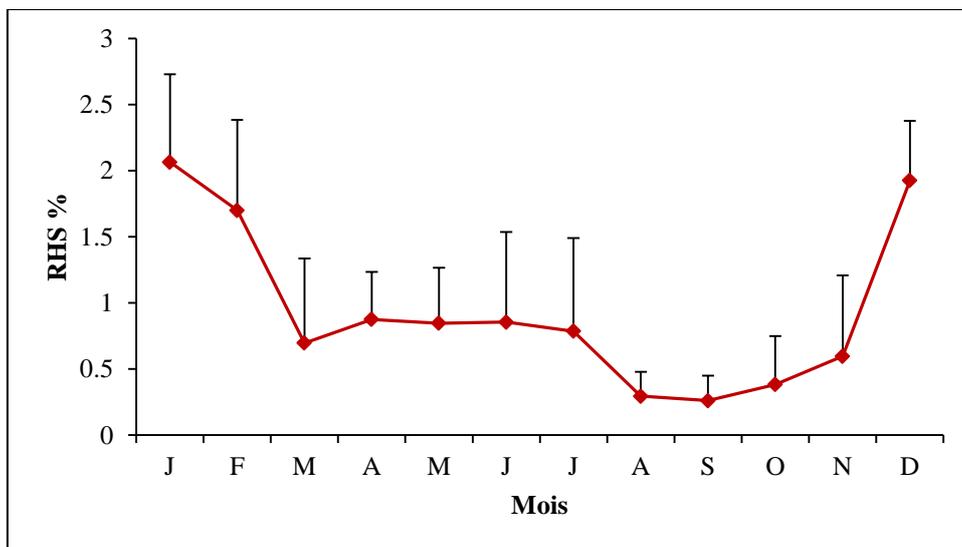


Figure 14 : Variations mensuelles des valeurs du RHS chez *C. carpio*.

2.1.8. Régime alimentaire des carpes

2.1.8.1. Coefficient de vacuité (Cv%)

La valeur moyenne du coefficient de vacuité enregistré à partir de la fraction de population de carpe collectée est de l'ordre de 34,16 % ; ce qui représente 123 tubes digestifs vides sur les 360 examinés.

Le coefficient de vacuité saisonnier enregistre les valeurs les plus élevées au printemps (plus de 53%) et dans une moindre mesure en été (41,11%). Ce coefficient montre, en automne une valeur basse (15%) et en hiver, une valeur intermédiaire (26%) (Fig.15).

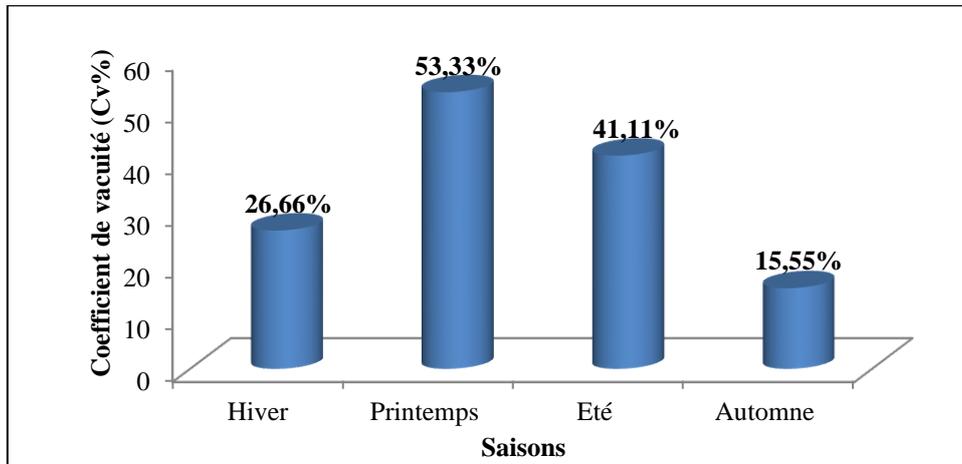


Figure 15: Coefficient de vacuité saisonnier chez la carpe de l'Oubeira.

- Les valeurs du coefficient de vacuité varient en fonction de la taille des carpes (Fig.16).Elles sont basses chez les carpes de petite taille (13 et 18% chez les classes de taille] 11-21[et] 21-31[respectivement) et élevées chez celles de grande taille (70 et 90% chez les carpes des classes de taille] 31-41[et] 41-51[respectivement).

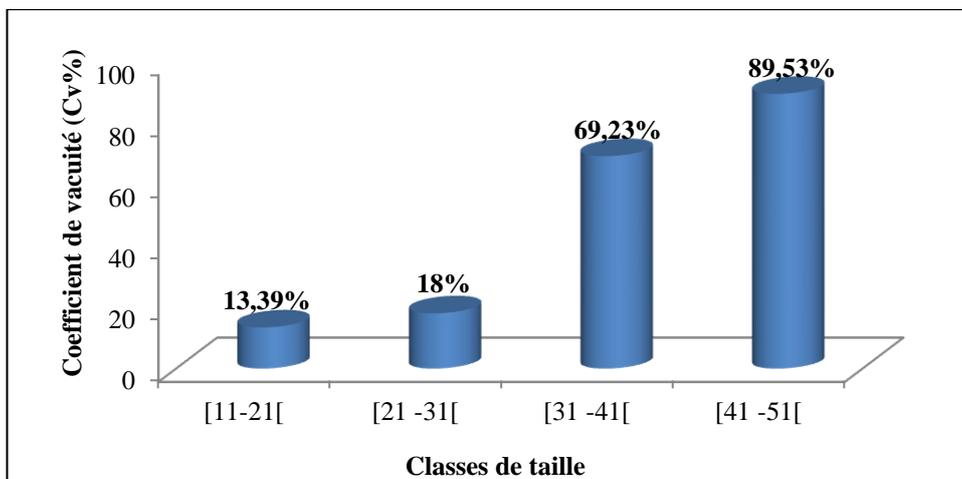


Figure 16: Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la taille des carpes.

2.1.8.2. Fréquence d'apparition des proies (F%)

Les résultats de l'analyse qualitative du contenu du tube digestif de la carpe montrent la présence de proies d'origine animale, végétale et un substrat meuble (la vase). Les proies d'origine animale sont soit des vertébrés (poissons) soit des invertébrés (crustacés, insectes), quant à celles d'origine végétale, ce sont des algues ou des plantes.

Le contenu du tube digestif des carpes (Fig.17) est constitué, selon un ordre décroissant, de vase (32%), de crustacé (29,8%), de poisson (25,26%), de plante (8,95%) et d'insectes (3,99%).

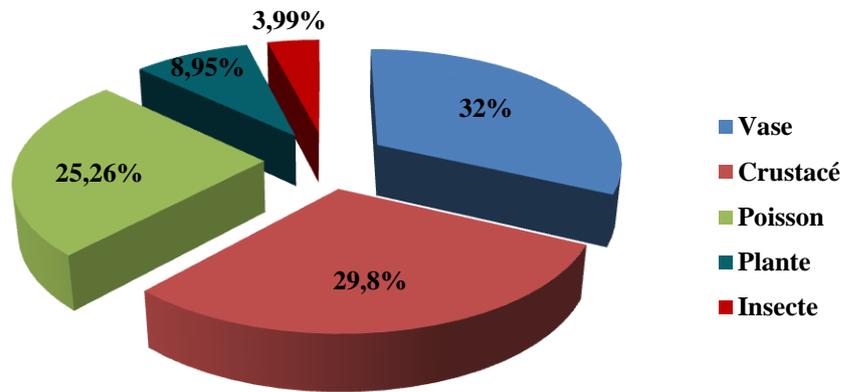


Figure 17 : Fréquence d'apparition des proies ingérées par les carpes

Il est, par ailleurs, noté que les proportions de ces catégories de proies changent d'une classe à l'autre. Nous relevons, avec l'augmentation de la taille des carpes, une augmentation des proportions de poisson et d'insecte et une baisse de celles des plantes et de la vase.

Chez les carpes jeunes (de moins de 21cm), le régime est essentiellement composé de crustacé, plante et vase. Chez les carpes de la classe de taille 21-31 le régime est plus varié ; il comporte selon un ordre décroissant, poisson, plante, vase, crustacé et insecte. La proportion de poisson montre une nette augmentation (plus de 66%) chez les carpes de la classe de taille 31-41 ; il est, par ailleurs, noté la présence, toujours selon un ordre décroissant, d'insecte, de plante et de vase (Fig. 18). Chez les carpes de grande taille (plus de 41 cm), le régime est composé essentiellement de poisson (76%) et de plante et vase ; les insectes et les crustacés sont faiblement représentés.

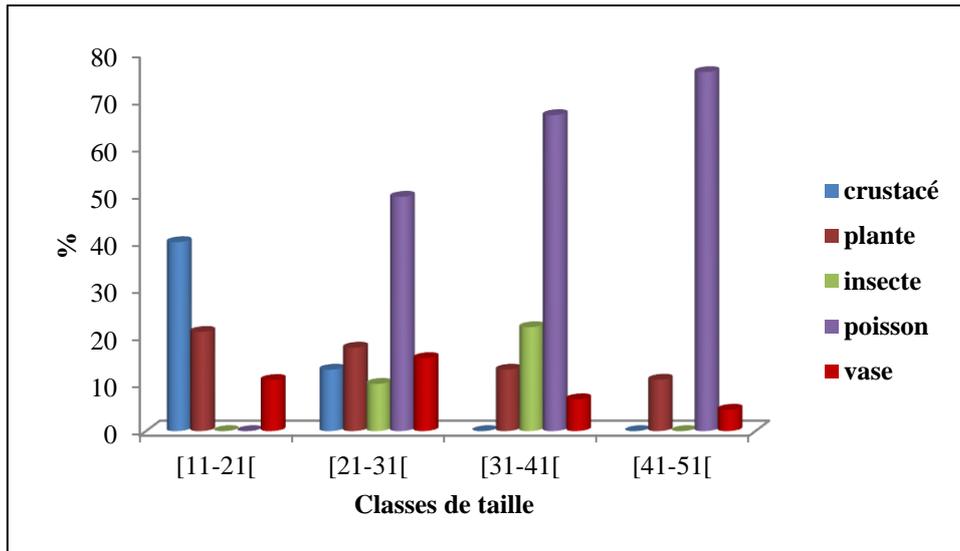


Figure 18 : Fréquence des proies ingérées en fonction de la taille des carpes.

2.2. Caractérisation de la population de barbeau

2.2.1. Proportions des effectifs des classes de taille de barbeau

Les individus récoltés montrent des tailles variant de 10 à 38 cm (taille moyenne $23,39 \pm 6,93$). Nous notons que plus 65% des barbeaux sont de taille comprise entre 17 et 31 cm ([17-24[et [24-31[représentent respectivement 25,92% et 39,91%); les barbeaux de la classe de taille [10-17] représentent 21,39% des effectifs; quant aux barbeaux de grande taille leurs proportions restent inférieures à 11% (Fig.19).

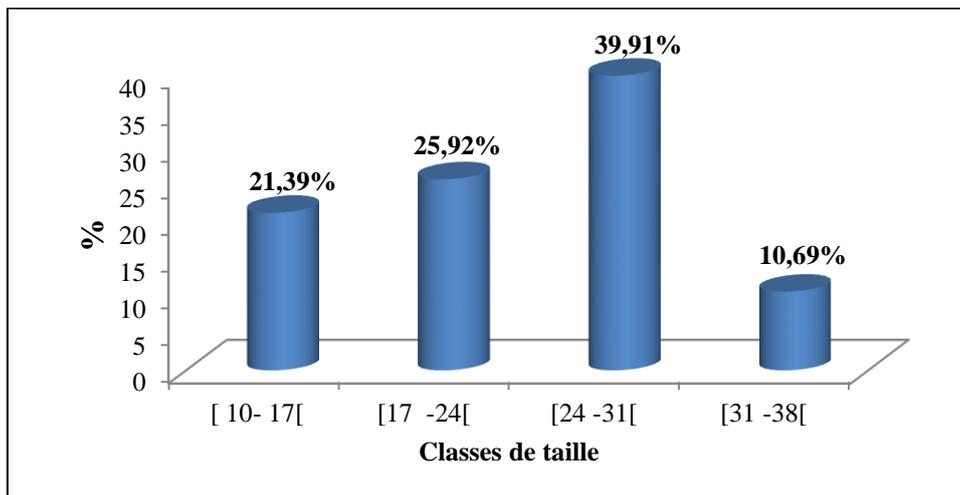


Figure 19 : Proportions des individus de différentes classes de taille de la population de barbeau

2.2.2. Distribution saisonnière des tailles des barbeaux

La distribution de la longueur totale des barbeaux collectés dans le lac Oubeira montre des différences d'une saison à l'autre :

L'échantillon de barbeau, de la période hivernale, est essentiellement composé d'individus de petite taille (50%) ; quant aux individus des classes de taille [17-24[et [24-31[, ils représentent 10% et 37% respectivement. Les individus de grande taille ne représentent pas plus de 2% des effectifs collectés.

Au printemps, plus de 90% des effectifs de barbeau collectés sont de taille comprise entre 17 et 31cm (les classes de taille [17-24[et [24-31[représentent chacune 45%). Les 10% qui restent sont rattachés aux classes de taille [10-17[et [31-38[.

Comme en période printanière, les effectifs de barbeaux collectés en été sont en grande partie composés d'individus de taille comprise entre 17 et 31 cm (45% sont de la classe de taille [17-24[et 40% de celle de [24-31[). Les effectifs de barbeaux de petite et de grande taille représentent 15% (les classes de taille [10-17[et [31-38[représentent respectivement 10% et 5%).

En Automne, plus de 96% des effectifs collectés sont de taille comprise entre 24 et 38cm ; nous notons que les plus grandes tailles ([31-38[) prédominent avec plus de 57% ; quant à ceux de la classe de taille [24-31[ils représentent plus de 39%. Les 3% restants sont représentés par des barbeaux de la classe de taille [17-24[. Nous notons l'absence, dans nos échantillons, de spécimens de petite taille [10-17[(Fig.20).

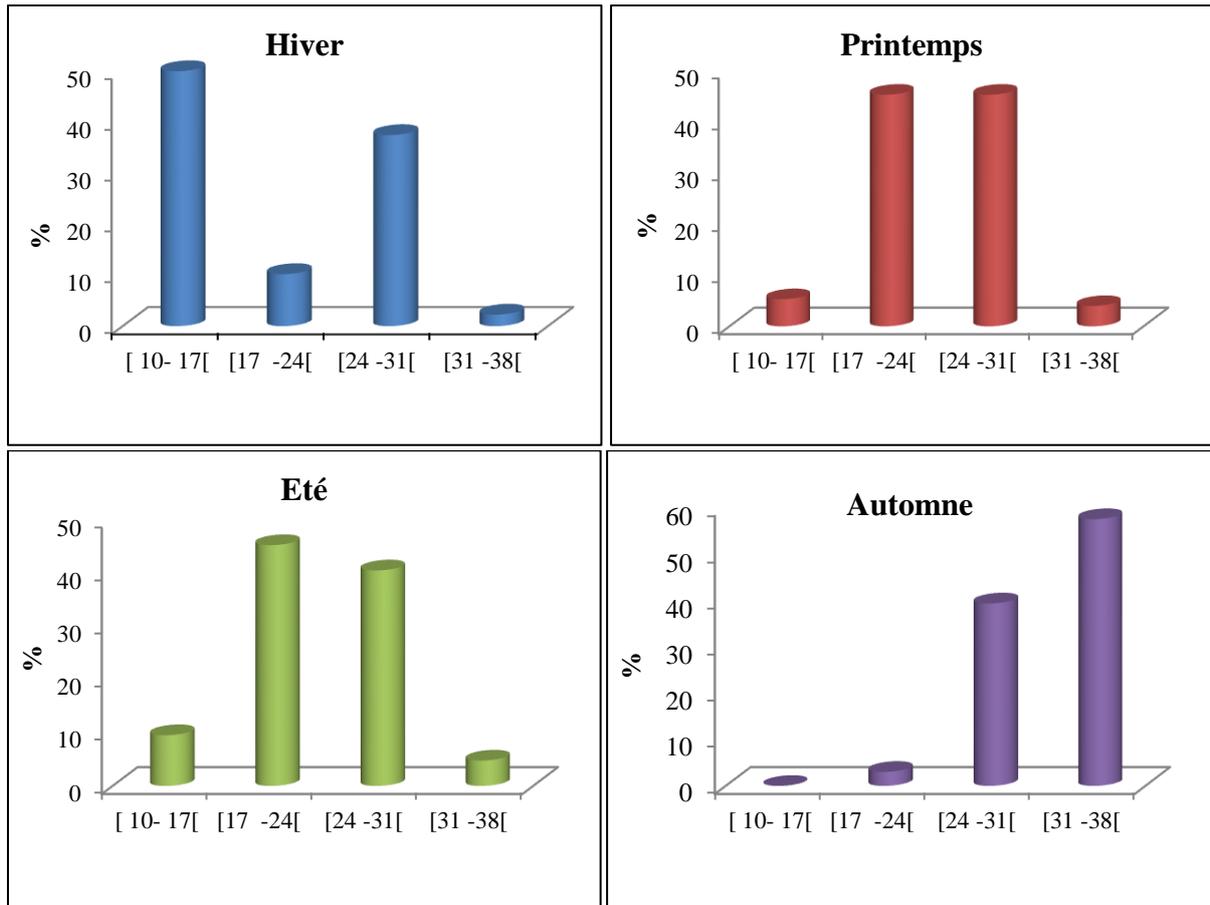


Figure 20: Distribution saisonnière des tailles (en cm) des barbeaux collectés dans le lac Oubeira.

2.2.3. Variation mensuelle de la sex-ratio

Dans les échantillons de barbeaux récoltés dans le lac Oubeira, nous notons une prédominance des individus de sexe femelle pendant 4 mois sur 12 (janvier, février, octobre et novembre), une égalité entre les deux sexes durant 2 mois de l'année (juillet et aout) et une prédominance des mâles durant les 6 mois qui restent(Fig.21).

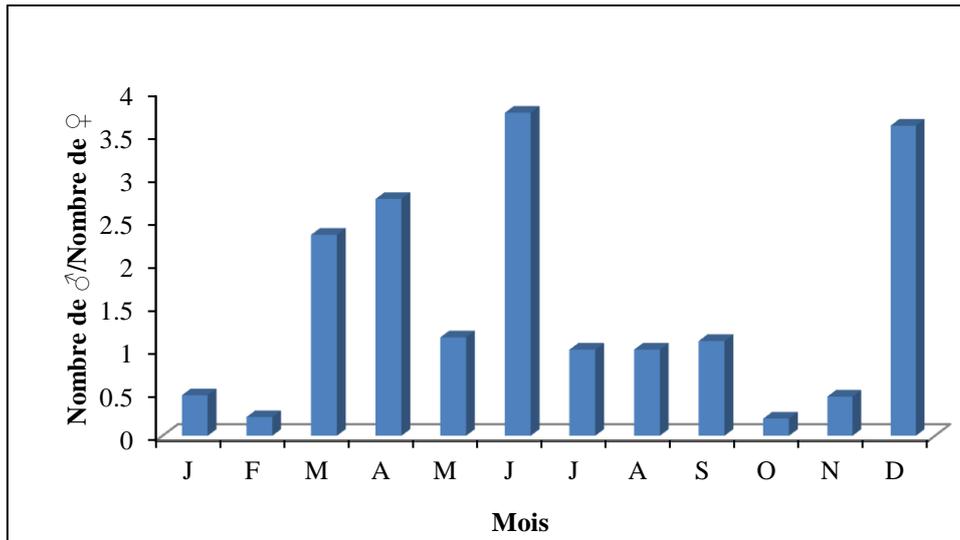


Figure 21: Variation mensuelle des valeurs de la sex- ratio chez le barbeau

2.2.4. La croissance linéaire des barbeaux

L’utilisation du logiciel FISAT II, pour l’analyse des données relatives à la fraction de population de barbeaux collectés dans le lac Oubeira, nous a permis d’obtenir les valeurs des paramètres de croissance consignées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Paramètres de croissance chez le barbeau du lac Oubeira.

Paramètres de croissance	Valeurs
La longueur asymptotique L_{∞} (cm)	37,80
Le coefficient de croissance K (ans^{-1})	0,78
La longueur maximale (cm)	36,50
Intervalle de confiance à 95%(cm)	32,27 - 55,73

➤ **Courbe de croissance**

La longueur asymptotique L_{∞} des barbeaux du lac Oubeira atteint la valeur la plus élevée (37,80cm) avec un coefficient de croissance (K) d’une valeur de $0,78 \text{ ans}^{-1}$; le tracé de la courbe de croissance, réalisé à partir de ces paramètres, est représenté à travers la distribution des longueurs restructurées dans la figure 22.

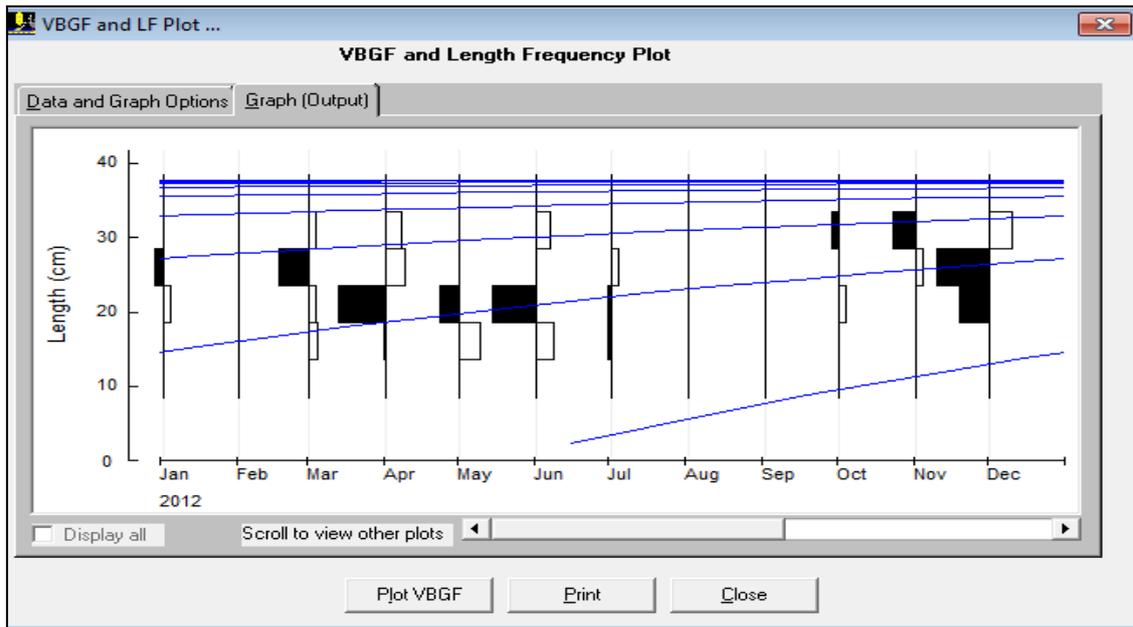


Figure 22 : Distribution des fréquences de longueur restructurées et courbe de croissance chez le barbeau du lac Oubeira (données obtenues à l’aide du logiciel ELEFEN-I pour $L_{\infty}=37,80\text{cm}$ et $K=0,78\text{ans}^{-1}$).

➤ **Longueur maximale**

Chez les barbeaux du lac Oubeira ; la longueur maximale observée est de 37,80cm et la longueur maximale estimée est de 36,50cm avec un intervalle de confiance à 95% de 32,27 – 55,73 cm(Fig.23).

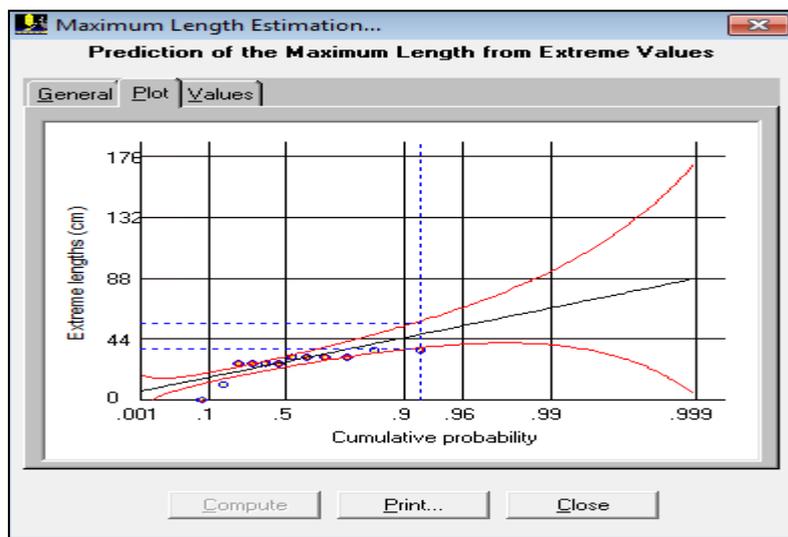


Figure 23 : Longueur maximale estimée chez le barbeau du lac Oubeira.

➤ **Coefficient de croissance (K)**

La meilleure valeur estimée du coefficient de croissance (K) des barbeaux de lac Oubeira est de l'ordre de 0,78 ans⁻¹(Fig.24).

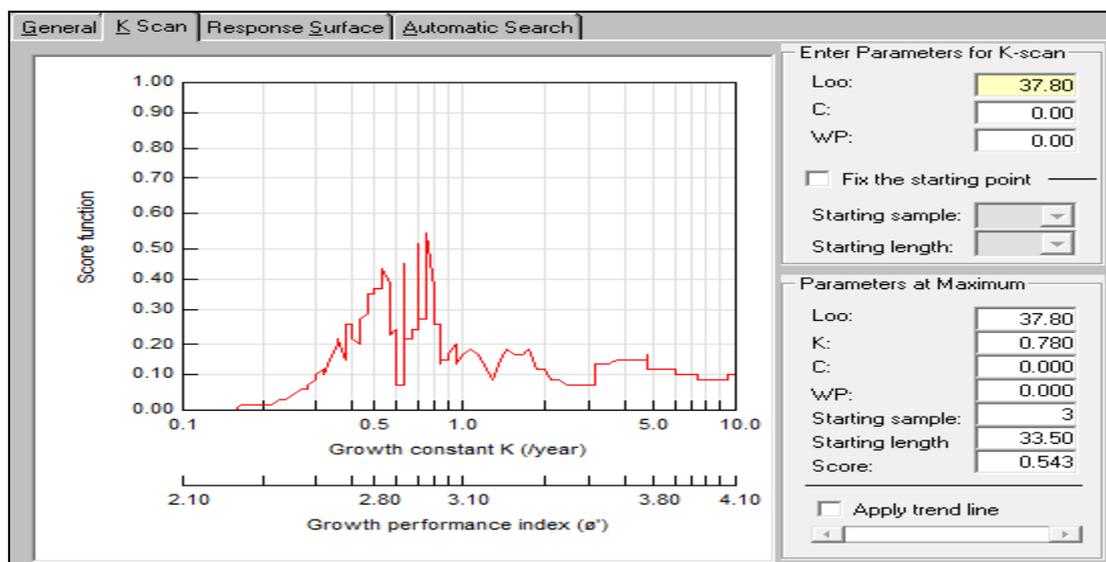


Figure 24 : Coefficient de croissance (K) estimé chez le barbeau du lac Oubeira.

2.2.5. La croissance relative des barbeaux

Les résultats de l'estimation de la croissance relative de la fraction de population de barbeau de lac Oubeira par l'application de l'équation allométrique reliant la longueur totale au poids éviscéré sont consignés dans le tableau 4.

Tableau 4: Relation d'allométrie entre le poids éviscéré et la longueur totale des barbeaux du lac Oubeira.

N	a	b	Relation	R
PT 243	0,004	3,219	$P_{év}=0,004L_T^{3,219}$	0,989
♂ 90	0,006	3,088	$P_{év}=0,006L_T^{3,088}$	0,952
♀ 87	0,004	3,233	$P_{év}=0,004L_T^{3,233}$	0,994

La croissance relative de la population de barbeau du lac Oubeira estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids éviscéré, montre l'existence d'une allométrie majorante ; c'est -à-dire que le poids augmente plus vite que la longueur totale. La croissance est de type isométrique chez les mâles et majorante chez les femelles(Fig.25).

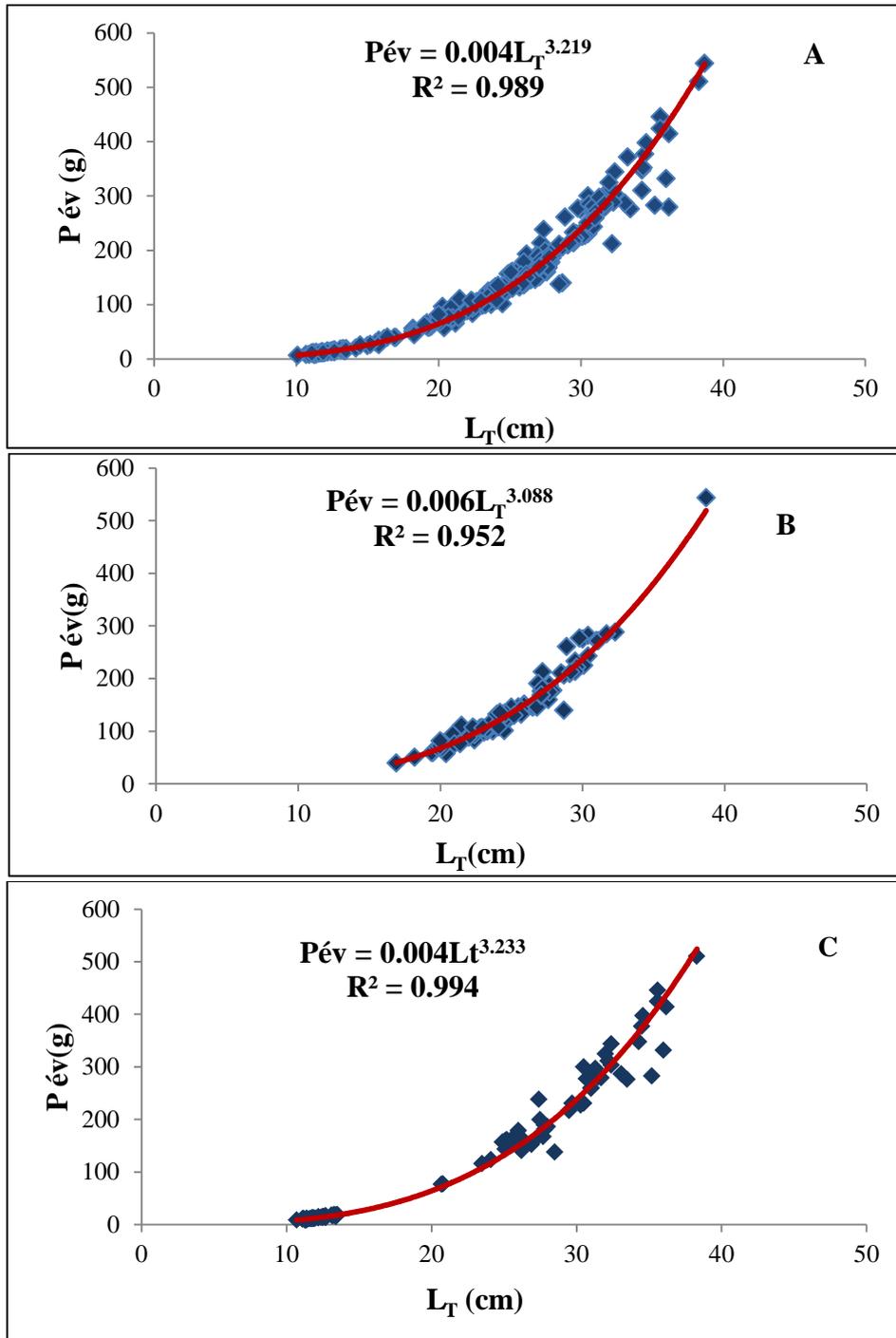


Figure 25 : Evolution du poids éviscéré en fonction de la longueur totale chez le barbeau (A) Population Totale, (B) les mâles et (C) les femelles.

2.2.6. Coefficient de condition(k)

Les valeurs du Coefficient de condition des barbeaux provenant du lac Oubeira varient entre $0,87 \pm 0,04 \text{g/cm}^3$ et $0,79 \pm 0,003 \text{g/cm}^3$. Les valeurs saisonnières du coefficient de condition indiquent une corpulence maximale en Hiver ($k=0,87 \text{g/cm}^3$). Une légère chute des valeurs du coefficient de condition est enregistrée au printemps et en automne ($K=0,86 \text{g/cm}^3$ et

$K=0,84\text{g/cm}^3$ respectivement). L'atteinte de la valeur la plus basse du coefficient de condition ($k=0,79\text{g/cm}^3$) a lieu en période estivale et correspond à la période post-ponte illustrée par une dépense énergétique et une perte de poids (Fig.26).

Le test de variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes de K et les saisons ($F=9,203$ ddl= 3 où $P=0,000$).

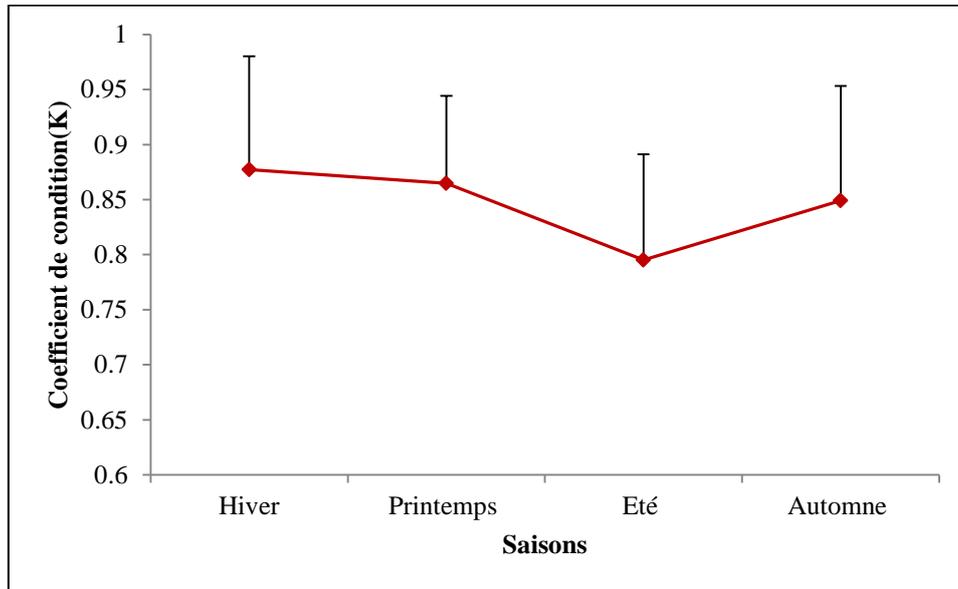


Figure 26 : Evolution saisonnière des valeurs du coefficient de condition chez le barbeau.

2.2.7. Reproduction

2.2.7.1. Rapport gonado-somatique (RGS)

L'observation de la courbe d'évolution du rapport gonado somatique a permis de mettre en évidence trois phases bien nettes ;

- La phase de maturation des gonades qui débute en novembre-décembre et se poursuit jusqu'à mars (RGS passe de 2,7 à 7,4%).
- La phase de ponte qui débute en avril; cette dernière est illustrée par une chute brusque des valeurs du RGS ; ce dernier passe à 1,7% puis baisse progressivement jusqu'à l'atteinte de la valeur 0,48% en juin.
- La phase de post-ponte s'étale de juin à octobre ; cette dernière est illustrée par des valeurs du RGS qui ne dépassent pas 0,6% (Fig.27).

Le test de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes du RGS et les mois ($F= 21,982$ ddl= 10 où $P=0,000$).

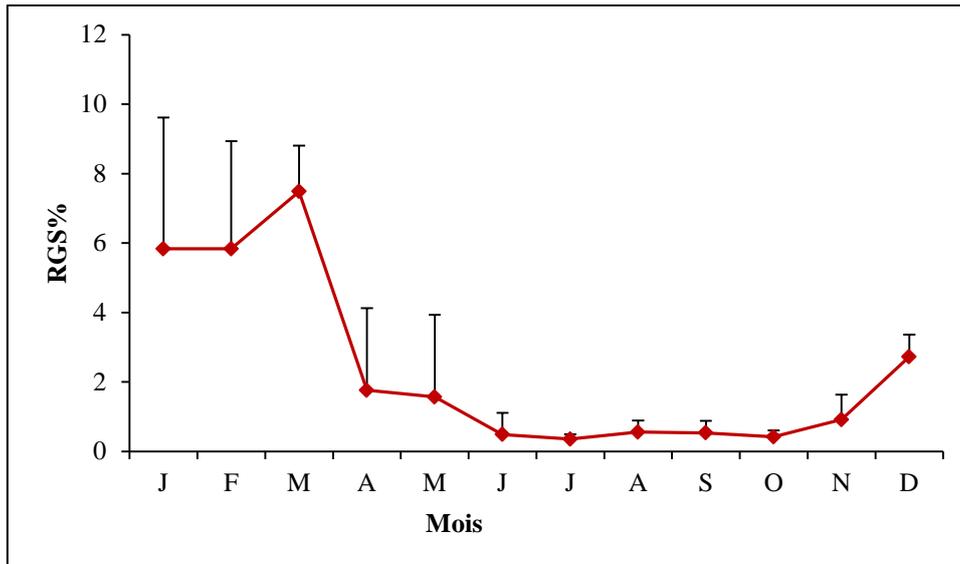


Figure 27 : Variation mensuelle des valeurs du rapport gonado-somatique chez le barbeau.

2.2.7.2. Rapport hépto-somatique (RHS)

Il ressort de la figure 28 que le RHS varie d'un mois à l'autre ; nous notons, en effet, une phase durant laquelle il augmente (passe de 0,7 à 1,8% de novembre à janvier) pour ensuite former un plateau (de janvier à mars). A partir de mars, le RHS montre une chute brusque de ses valeurs (passe de 1,9% à 1,2% en avril) suivie d'une baisse progressive qui l'amène à la valeur 0,88% en juin. A partir de juin les valeurs du RHS montrent de légères fluctuations (0,88%-0,93%) à l'origine de la formation d'un plateau (de juin à août) suivi d'une baisse progressive jusqu'à l'atteinte de sa valeur la plus basse (0,7% en novembre).

Le test de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes de RHS et les mois ($F=14,824$ $ddl= 10$ où $P=0,000$).

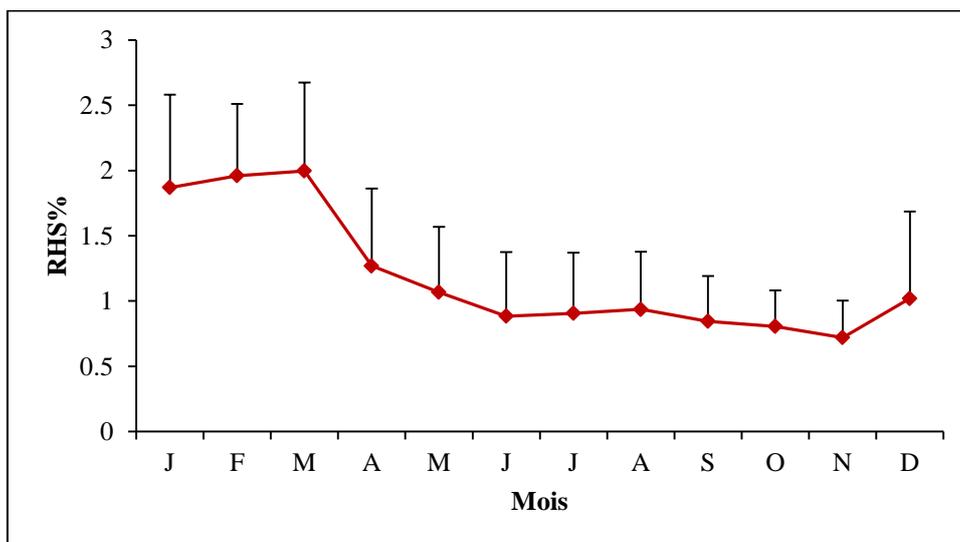


Figure 28: Variation mensuelle des valeurs du rapport hépto-somatique chez le barbeau

2.2.8. Régime alimentaire des barbeaux

2.2.8.1. Coefficient de vacuité (Cv%)

Le pourcentage d'estomacs vides observés à différentes périodes de l'année, nous a renseigné sur le rythme saisonnier de l'activité alimentaire de la population de barbeau ; sur les 243 estomacs examinés, 93 étaient vides, soit un pourcentage de vacuité de 38,27%. Ce coefficient varie en fonction de la taille du poisson et des saisons.

L'évaluation de la valeur saisonnière de ce coefficient montre, que le pourcentage le plus élevé d'estomacs vides est observé au printemps (56,3%) et le plus faible en automne (21,7%) ; des valeurs intermédiaires sont notées en hiver et en été (31,2% et 38% respectivement) (Fig.29).

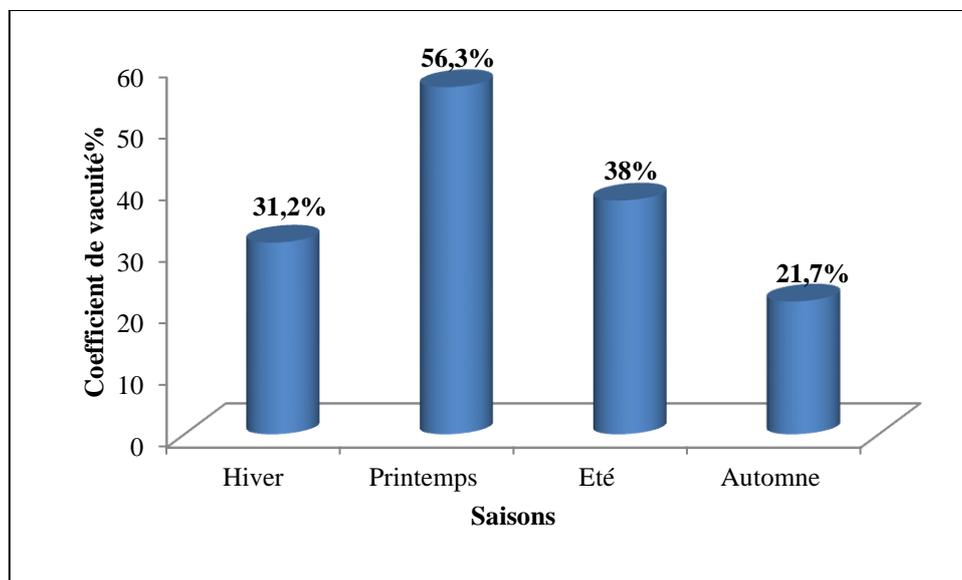


Figure 29: Variation du coefficient de vacuité en fonction des saisons chez le barbeau.

Le calcul du coefficient de vacuité pour chaque classe de taille fait apparaître d'importantes fluctuations. Nous notons, en effet, que les valeurs du coefficient de vacuité augmentent avec l'augmentation de la taille du barbeau. Il est bas chez les individus de moins de 24cm de taille ; nous notons la présence d'estomacs vides chez le 1/5^{ème} et le tiers des effectifs de la classe de taille] 10-17] et] 17-24] respectivement. Chez les individus de plus de 24cm les coefficients de vacuité sont élevés ; les valeurs rencontrées dépassent 63 et 71% chez les classes de taille] 24-31] et] 31-38].

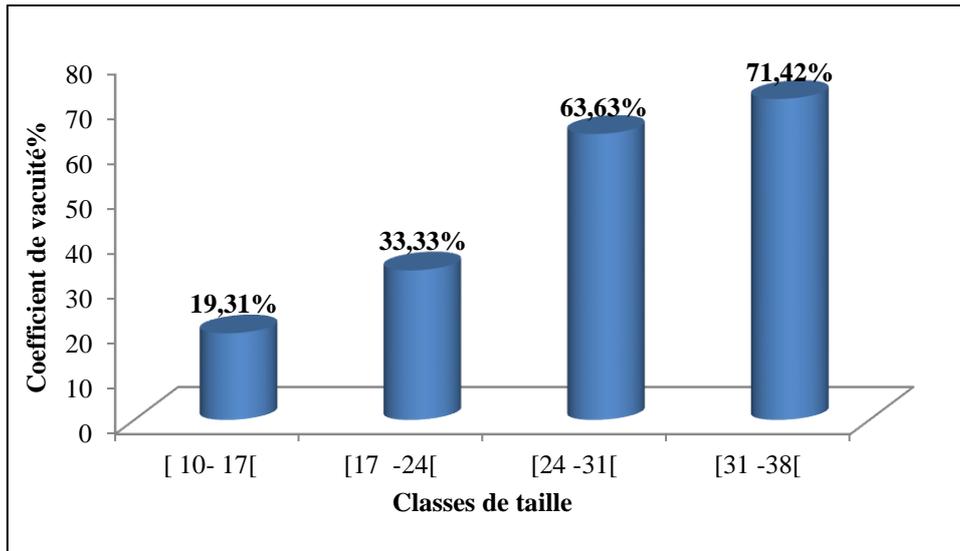


Figure 30: Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la classe de taille des barbeaux.

2.2.8.2. Fréquence d'apparition des proies (F%)

Les résultats de l'analyse qualitative du contenu du tube digestif de barbeau montrent la présence de proies d'origine animale, végétale et un substrat meuble (la vase) comme celui de la carpe. Le contenu du tube digestif des barbeaux comprend d'importantes proportions de crustacé (44,48%) et dans une moindre mesure du substrat meuble (24,87%) ; les poissons, les insectes et les plantes représentent respectivement 11,7%, 10,75% et 8,2% (Fig.31).

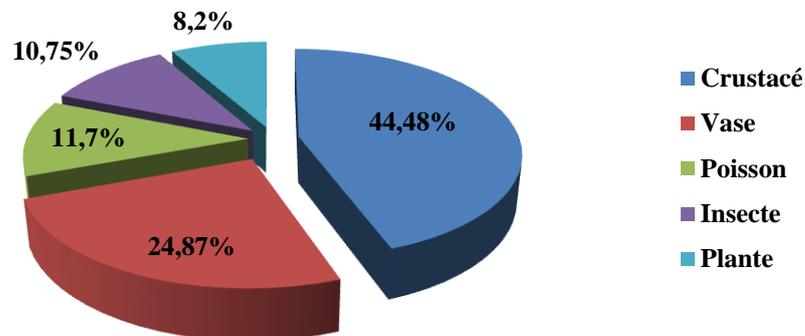


Figure 31 : Fréquence d'apparition des proies ingérées par les barbeaux de l'Oubeira.

Il est, par ailleurs, noté que les proportions de ces catégories de proies changent d'une classe à l'autre (Fig.32). Chez les barbeaux de moins de 17cm, le bol alimentaire est composé de crustacés, de plante, d'insectes et un peu de vase. Chez les individus de la classe de taille] 17-24], nous notons l'intégration d'une part assez importante de "proies poissons" (25%) aux crustacés (33%) et aux insectes (22%) auxquels sont associées les plantes et la vase. Chez les barbeaux de la classe de taille] 24-31], les proportions de proies "poissons" augmentent (plus

de 44%) et celles des crustacés sont au plus bas; elles sont accompagnées d'insectes (20%), de plante et de vase (fig.32). Chez les barbeaux de plus de 31cm, le contenu du tube digestif est essentiellement composé de poissons (plus de 72%) de vase et d'insectes.

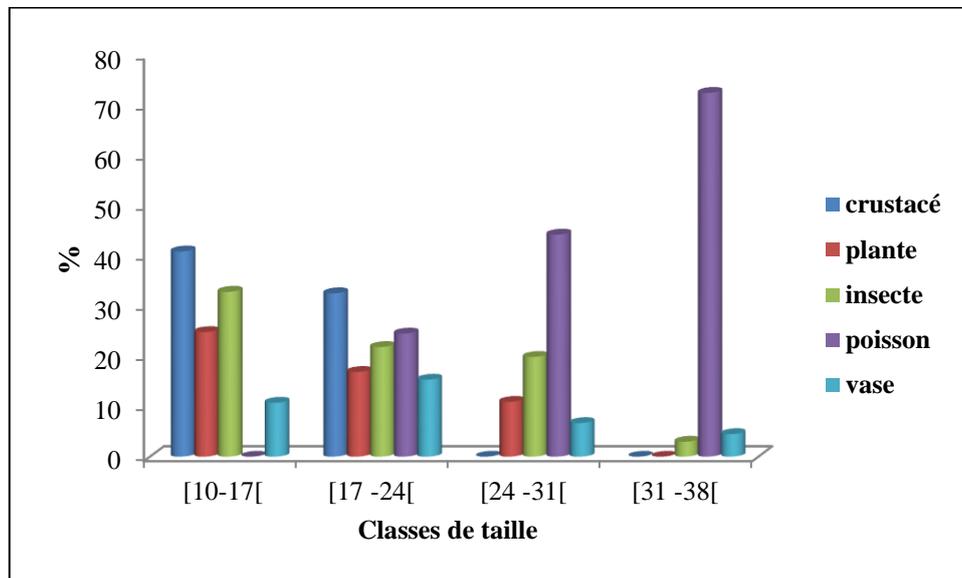


Figure 32 : Fréquence des proies ingérées en fonction de la taille des barbeaux.

2.3. Les indices écologiques

Richesse et abondance

L'examen de 360 carpes et 243 barbeaux, capturés dans le lac Oubeira, nous a permis de récolter 869 parasites chez *Cyprinus carpio* et 79 chez *Barbus callensis* (948 parasites au total). Ceci montre que la carpe héberge 11 fois plus de parasites que le barbeau.

Les observations des caractères morfo anatomiques des parasites récoltés chez les fractions de population des deux espèces de cyprinidés (*Cyprinus carpio* et *Barbus callensis*) de l'Oubeira nous ont permis d'identifier 9 espèces de parasites : deux monogènes (*Dactylogyrus anchoratus* et *Dactylogyrus* sp.), deux crustacés (*Ergasilus* sp. et *Argulus foliaceus*), deux nématodes (*Contracaecum* sp., *Anisakis* sp.), deux cestodes (*Bothriocephalus acheilognathi*, *Ligula intestinalis*) et un acanthocéphale (*Acanthogyrus* sp.)

Parmi les 9 espèces parasites recensées, trois sont communes aux deux espèces de poissons (*Argulus foliaceus*, *Ligula intestinalis* et *Bothriocephalus acheilognathi*), deux sont présentes uniquement chez la carpe (*Dactylogyrus anchoratus* et *Contracaecum* sp.) et quatre uniquement chez le barbeau (*Dactylogyrus* sp., *Ergasilus* sp., *Anisakis* sp. et *Acanthogyrus* sp.)(Fig.33).

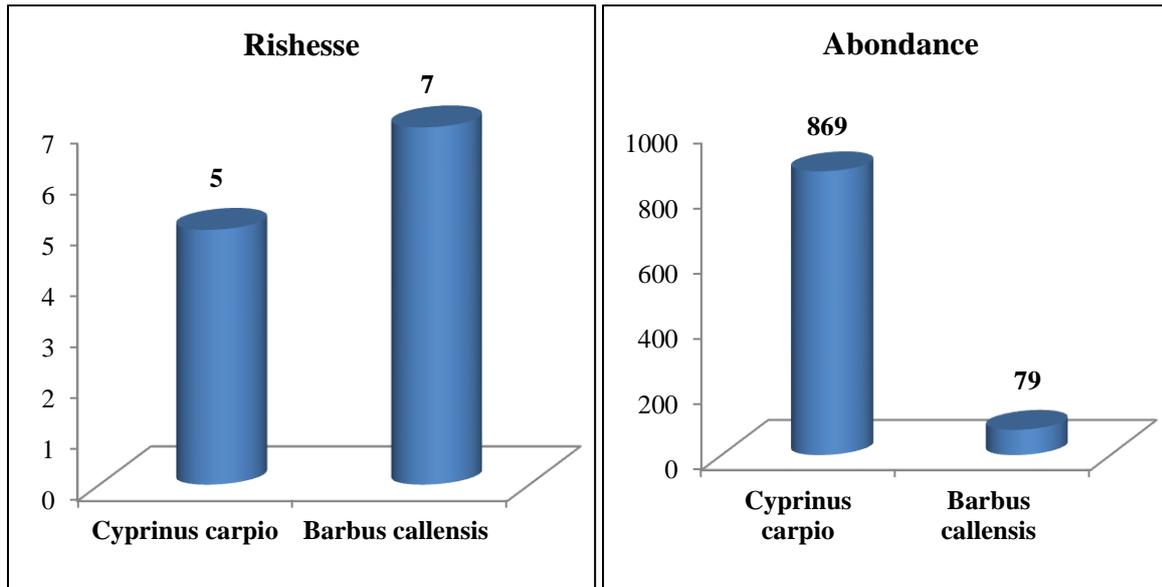


Figure 33 : Richesse et abondance des espèces parasites recensées chez *C. carpio* et *B. callensis*.

✚ Indice de Shannon-Weaver

L'application de l'indice de Shannon-Weaver nous donne des valeurs de l'ordre de 2,04 chez *Barbus callensis* et 1,13 chez *Cyprinus carpio*; ces valeurs font apparaître que la diversité parasitaire chez les deux cyprinidés du lac Oubeira est dans son ensemble très faible, du fait qu'en théorie une diversité très faible se caractérise par la valeur 1,5 et une diversité forte par la valeur 3,5. C'est toutefois chez *B. callensis* que la valeur la plus élevée est notée (Fig.34).

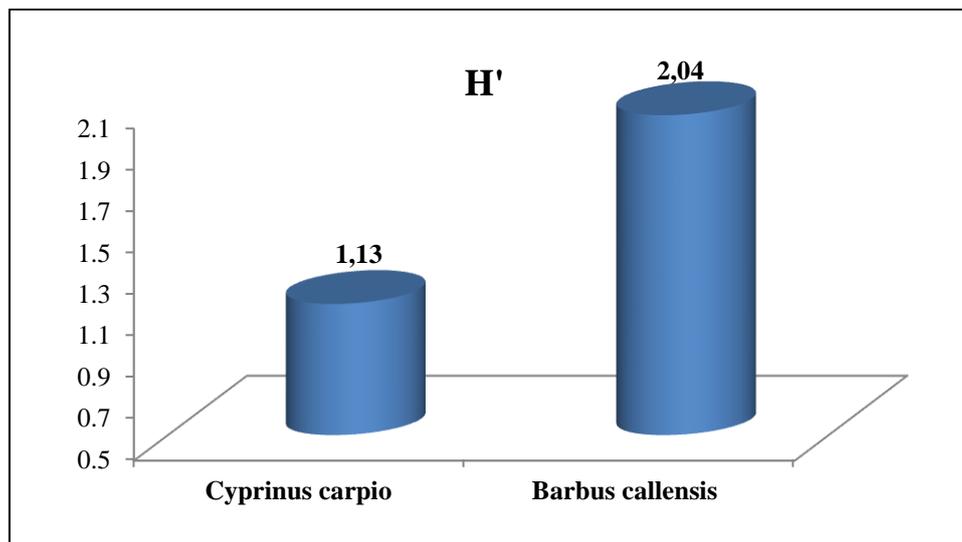


Figure 34 : Indice de Shannon-Weaver chez *B. callensis* et *C. carpio* du lac Oubeira.

2.4. Les indices parasitaires

2.4.1. Dénombrement des parasites recensés

Le dénombrement des parasites récoltés montre la prédominance du nématode *Contraecaecum* sp. chez la carpe, et celle du crustacé *Argulus foliaceus* chez le barbeau (Tableau 6).

✚ Chez la carpe du lac Oubeira, parmi les spécimens parasites récoltés, la larve du nématode *Contraecaecum* sp. représente plus de 72% et vient en première place ; ensuite arrive en deuxième et troisième position le monogène *Dactylogyrus anchoratus* et le cestode *Bothriocephalus acheilognathi* qui comptabilisent respectivement plus de 19 et 6% des spécimens parasites récoltés. Les deux autres espèces parasites *Argulus foliaceus* et *Ligula intestinalis* représentent 0,8 et 0,3 % respectivement.

✚ Chez le barbeau du lac Oubeira, ce sont les crustacés parasites qui prédominent avec plus de 53% de spécimens de l'espèce *Argulus foliaceus* et 19% de l'espèce *Ergasilus* sp. ; ensuite viennent le nématode *Anisakis* sp. (plus de 10%) et le cestode *B. Acheilognathi* (plus de 6%). Le Monogène *Dactylogyrus* sp. et l'acanthocéphale *Acanthogyrus* sp. totalisent juste 5% chacun. C'est le cestode *L. intestinalis* qui vient en dernière position en représentant 0,01% des spécimens récoltés dans la fraction de population de barbeau capturée dans le lac Oubeira.

Tableau 5 : Proportions des parasites recensés chez la carpe et le barbeau du lac Oubeira.

Parasites	Carpe	Barbeau
<i>Dactylogyrus anchoratus</i>	170 (19,56%)	0 (0%)
<i>Dactylogyrus</i> sp.	0 (0%)	4 (5,06%)
<i>Argulus foliaceus</i>	7 (0,8%)	42 (53,16%)
<i>Ergasilus</i> sp.	0 (0%)	15 (18,98%)
<i>Ligula intestinalis</i>	3 (0,34%)	1 (0,01%)
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	56 (6,44%)	5 (6,32%)
<i>Contraecaecum</i> sp.	633 (72,84%)	0 (0%)
<i>Anisakis</i> sp.	0 (0%)	8 (10,12%)
<i>Acanthogyrus</i> sp.	0 (0%)	4 (5,06%)
TOTAL	869	79

2.4.2. Répartition saisonnière des indices épidémiologiques

✚ Chez *Cyprinus carpio*

Chez la carpe, les taux d'infestation varient de 28 à 73%, les intensités moyennes d'infestation de 4 à 5 parasites/carpe infestée et l'abondance de 1,6 à 3,7 parasites/carpe examinée (Fig. 35). Les valeurs des indices parasitaires sont très élevées en été (P=73,33% ; I=5,06 ; A=3,71) et au printemps (P=51,11% ; I=4,63 ; A=2,36), intermédiaires en automne (P=43,33% ; I=4,46 ; A=1,93) et basses en hiver (P=28,88% ; I=4,38 ; A=1,64).

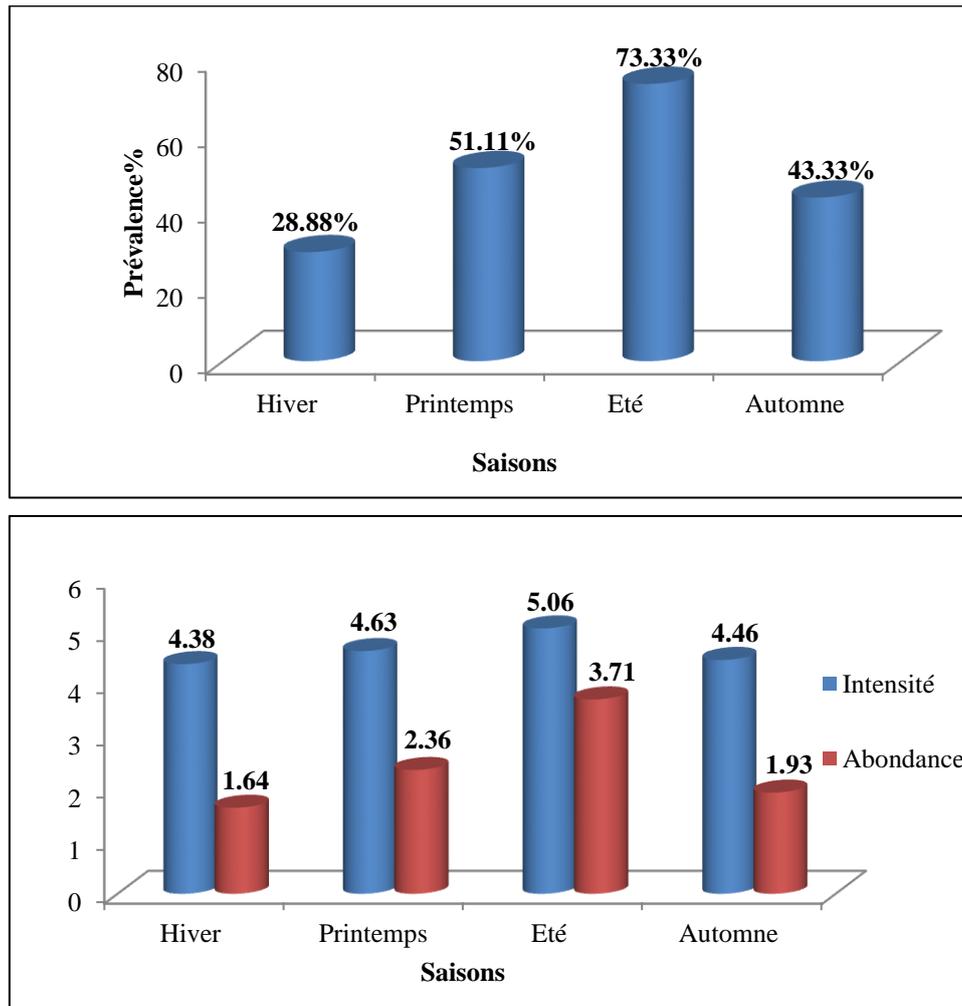


Figure 35: Indices épidémiologiques saisonniers des parasites rencontrés chez la carpe.

✚ Chez *Barbus callensis*

Chez le barbeau, les taux d'infestation sont compris entre 3 et 44%, les intensités moyennes d'infestation entre 1 et 1,6 parasites/barbeau infesté et l'abondance de 0,03 à 0,7 parasites/barbeau examinée (Fig. 36). Les indices parasitaires montrent des valeurs élevées en été (P= 44,18%, I = 1,68 et A = 0,74) et au printemps (P=37,66%, I = 1,41 et A = 0,53) et basses en hiver (P= 4,4%, I = 1,25 et A = 0,05) et en automne (P= 3,03%, I = 1 et A = 0,03).

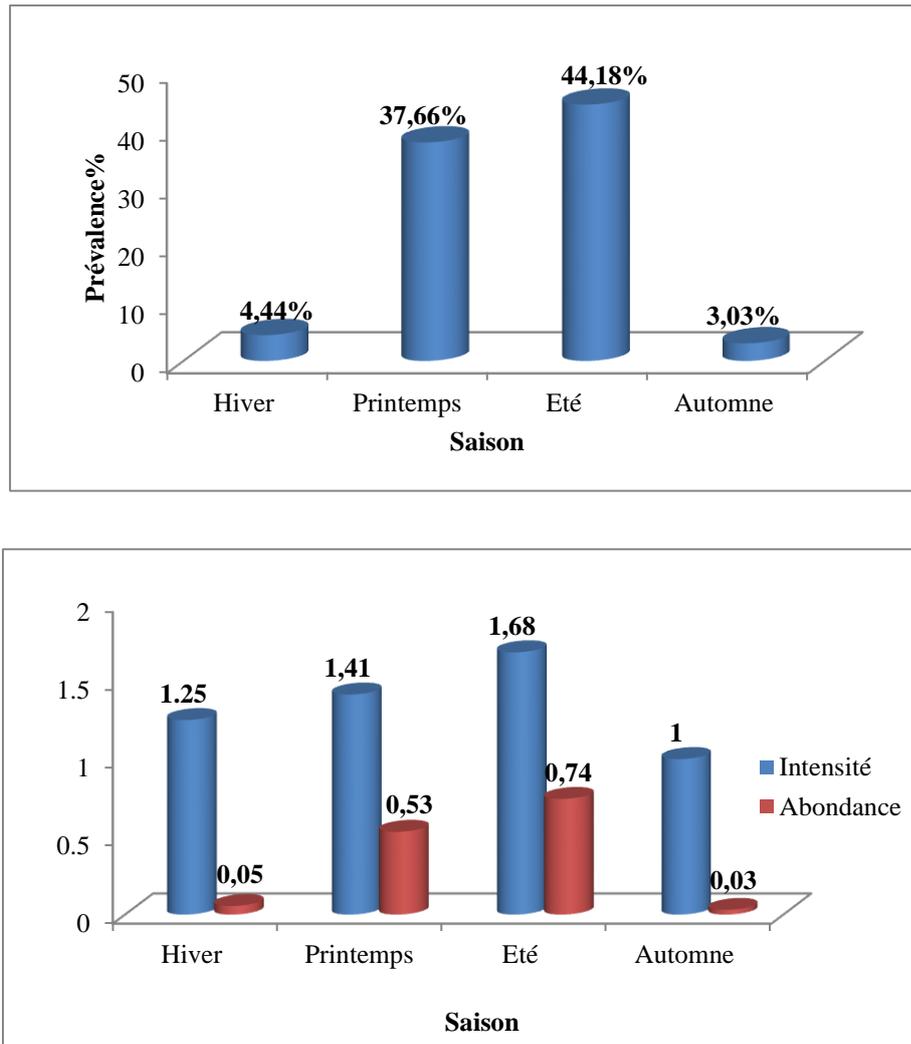


Figure 36 : Indices épidémiologiques saisonniers des parasites rencontrés chez le barbeau.

2.4.3. Indices épidémiologiques de chaque espèce parasite

2.4.3.1. *Dactylogyrus anchoratus*

- **Dénombrement**

Le dénombrement du monogène *Dactylogyrus anchoratus* récolté à partir des branchies des carpes de l'Oubeira montre que le plus grand nombre de parasites est collecté le mois d'août, la distribution mensuelle change d'un mois à l'autre. Nous notons toutefois l'absence de ce monogène durant les mois de février, mars et avril (Fig.37).

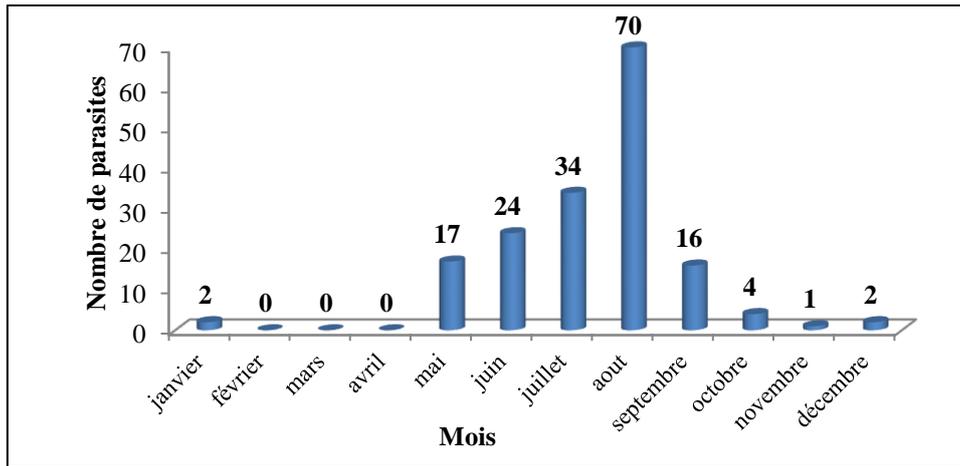


Figure 37: Nombre de spécimens de l'espèce *D.anchoratus* collectés chez la carpe

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

Les taux d'infestation des carpes par les spécimens parasites rattachés à l'espèce *Dactylogyrus anchoratus*, varient de 3,33% à 28,88% ; la valeur la plus élevée est enregistrée en été et dans une moindre mesure au printemps (P=13,33%) ; en automne et en hiver ce parasite n'infeste pas plus de 5% des effectifs des carpes (4,44% et 3,33% respectivement).

Le suivi saisonnier de l'intensité d'infestation des carpes par *D. anchoratus* fait apparaître deux pics l'un en été et l'autre en hiver (respectivement proche de 5 et 3 parasites par poisson infesté) ; des valeurs de moins de 2 parasites/carpe infestée sont enregistrées au printemps et en automne (1,75 et 1 respectivement). Les valeurs de l'abondance sont comprises entre 0,04 et 1,42 ; elles sont élevées en été (A=1,42), très basses en automne (A=0,04) et intermédiaires au printemps et en hiver (0,23 et 0,18 respectivement) (Fig. 38).

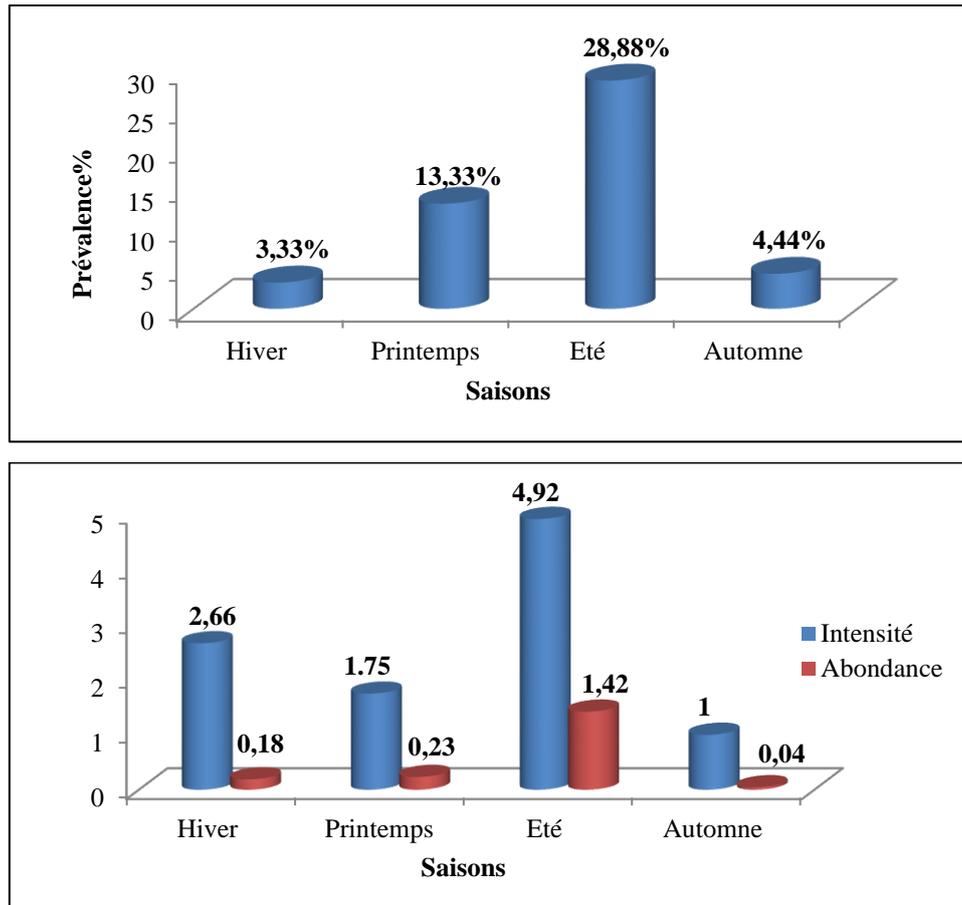


Figure 38: Indices épidémiologiques saisonniers de *D.anchoratus* chez la carpe

▪ **Distribution de *Dactylogyrus anchoratus* en fonction de la taille de l'hôte**

Le monogène *D. anchoratus* infeste beaucoup plus les carpes de grande taille que celles de petite taille. Les spécimens les plus touchés par *Dactylogyrus* sont ceux de la classe de taille [31 - 41[et [41 - 51[qui enregistrent 22% et 15% de taux d'infestation. Ce monogène touche 10% des effectifs de la classe de taille [21 - 31[et à peine 6% de ceux de la classe [11-21[.

Les charges parasitaires suivent le même schéma d'évolution que la prévalence ; nous notons, en effet, la présence, chez les carpes de la classe de taille [31-41[, de plus de 6 et de 1,3 monogènes par carpe infestée et examinée respectivement ; chez les carpes de la classe de taille [41-51[les charges sont de l'ordre de 3 et 0,46monogènes par spécimen infesté et examiné respectivement. Ce sont les carpes de petite taille (moins de 21cm) qui abritent le moins de parasites (I = 1,66 et A = 0,1) (Fig. 39).

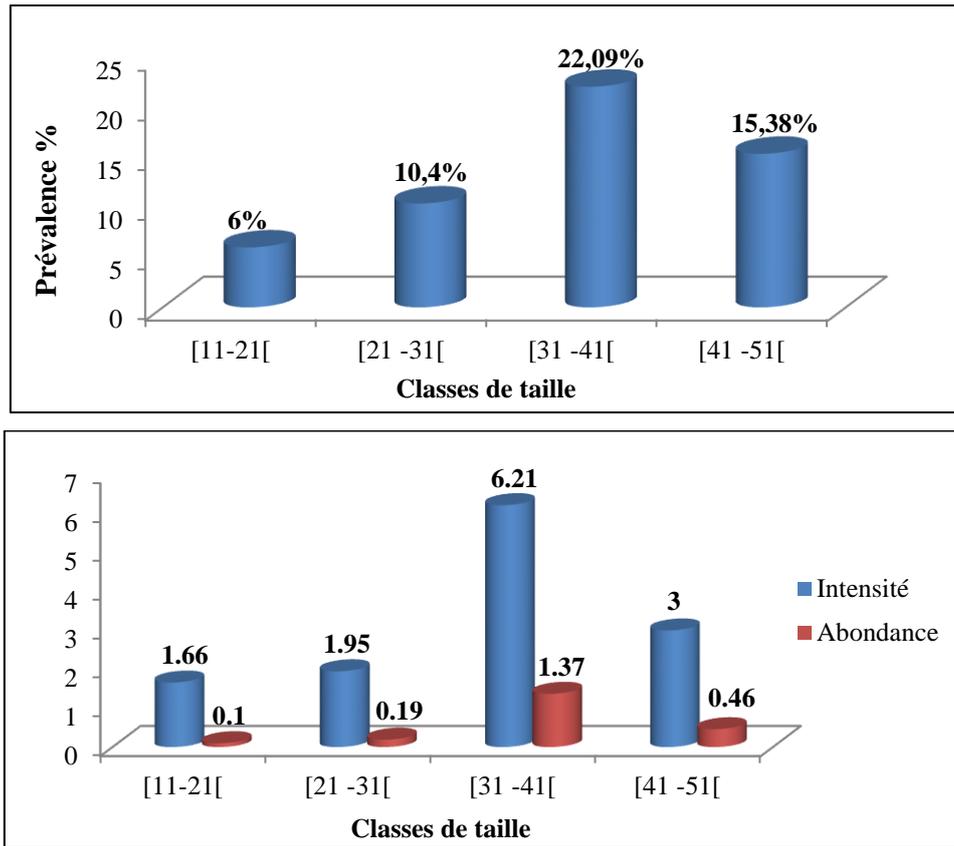


Figure 39 : Indices épidémiologiques de *D.anchoratus* en fonction de la taille des carpes

2.4.3.2. *Dactylogyrus* sp.

▪ Dénombrement

Le nombre de parasites de l'espèce *Dactylogyrus* sp. collectés à partir des branchies du barbeau *Barbus callensis* n'exécède pas 4 : 3 spécimens en mai et 1 spécimen en juin (Fig.40).

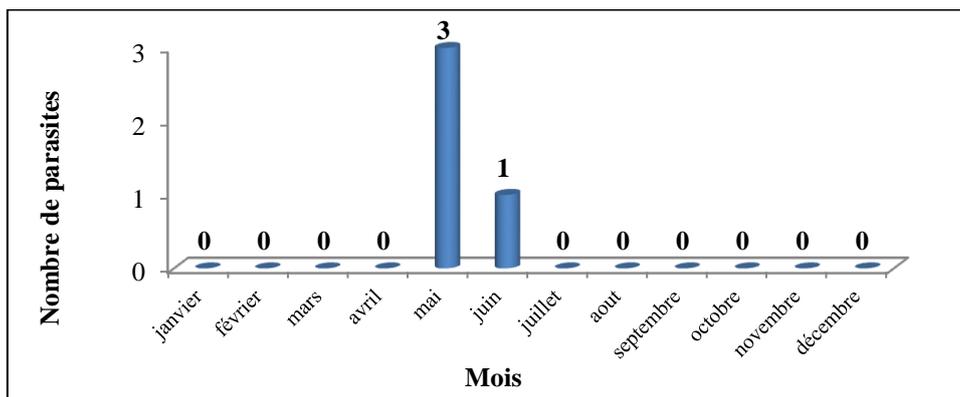


Figure 40 : Nombre de spécimens de l'espèce *Dactylogyrus* sp. collectés chez le barbeau

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers :**

Les taux d'infestation saisonniers des barbeaux, par *Dactylogyrus* sp. sont de l'ordre de 2,32% en été et 1,29 % au printemps). Les valeurs de l'intensité d'infestation par ce monogène sont de l'ordre de 3 au printemps et 1 en été et celles de l'abondance elles n'excèdent pas 0,03(Fig.41).

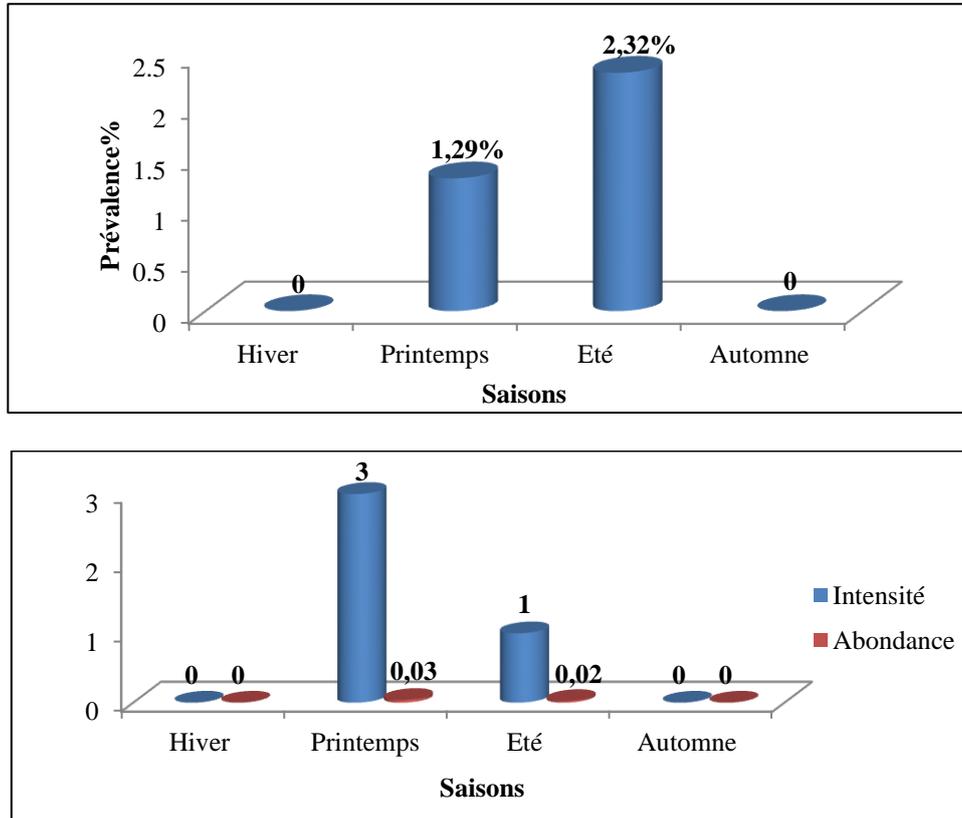


Figure 41 : Indices épidémiologiques saisonniers de *Dactylogyrus* sp. chez le barbeau

▪ **Distribution de *Dactylogyrus* sp. en fonction de la taille de l'hôte**

Le monogène *Dactylogyrus* sp. n'est pas rencontré chez les barbeaux de petite taille (de moins de 24cm); il est présent chez seulement les individus des classes de taille [24-31[et [31-38[à des prévalences qui ne dépassent pas 2%, des intensités d'infestations comprises entre 1 et 3 et une abondance très faible (n'excède pas 0,03 monogène/barbeau examiné) (Fig.42).

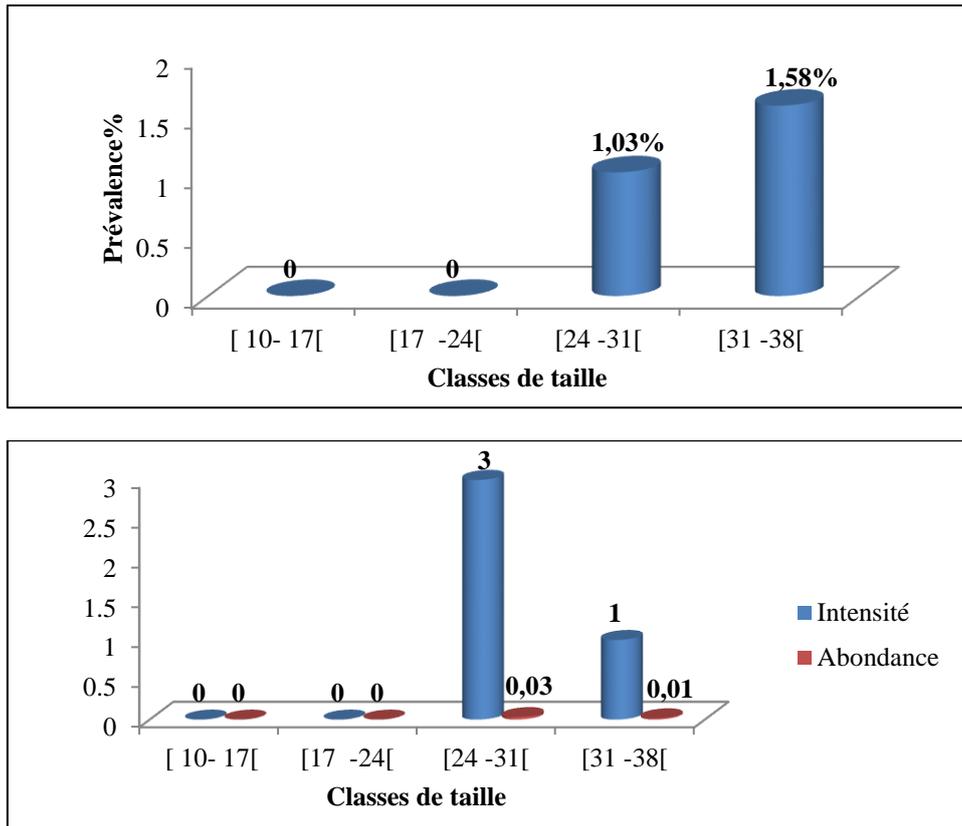


Figure 42: Indices épidémiologiques de *Dactylogyrus* sp. en fonction de la taille des barbeaux.

2.4.3.3. *Argulus foliaceus*

Chez la carpe

- **Dénombrement**

Chez la carpe *C. carpio*, le crustacé *Argulus foliaceus* est rencontré de juin à octobre ; nous notons la présence de 3 spécimens le mois de septembre, et seulement 1 spécimen durant les mois de juin, juillet, août et octobre (Fig.43).

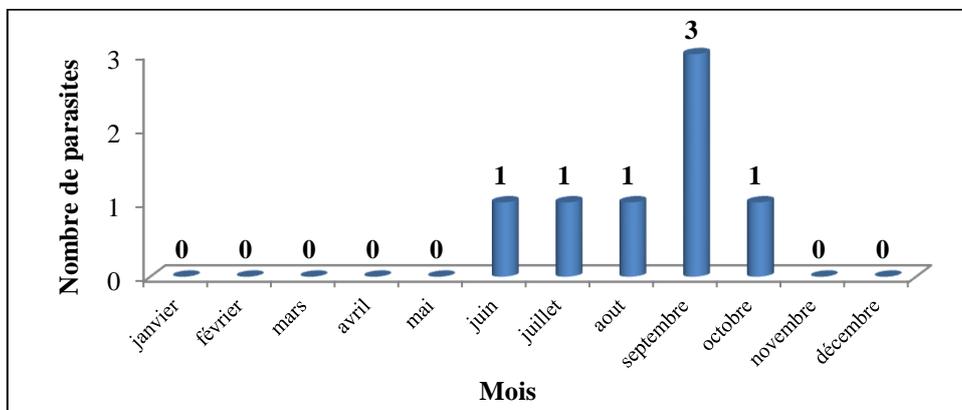


Figure 43: Nombre de spécimens de l'espèce *Argulus foliaceus* collectés chez la carpe.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

Les taux d'infestation des carpes par *Argulus foliaceus* sont de l'ordre de 3,33% en été et en automne. Les valeurs de l'intensité d'infestation par ce crustacé sont relativement très basses. En ce qui concerne l'abondance les valeurs relevées sont de l'ordre de 0,03 en été et 0,04 en automne (Fig. 44).

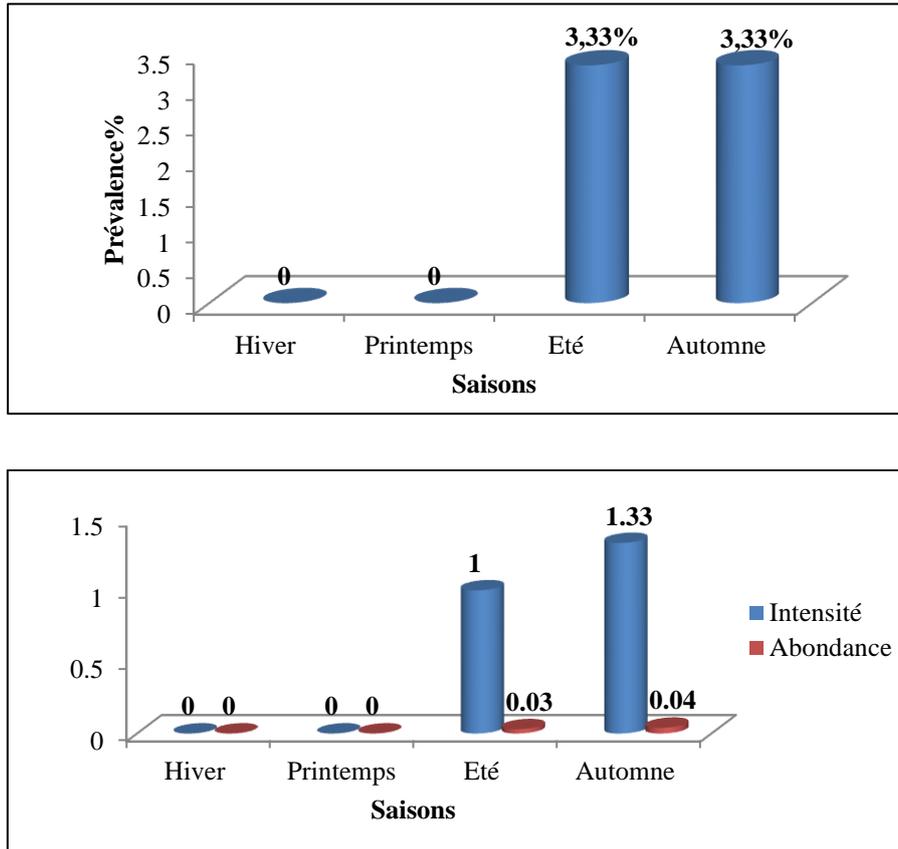


Figure 44 : Indices épidémiologiques saisonniers d' *Argulus foliaceus* chez la carpe

▪ **Distribution d'*Argulus foliaceus* en fonction de la taille de la carpe**

Les spécimens de la classe de taille [41-51] sont les seuls touchés par le crustacé *Argulus foliaceus* avec un taux d'infestation qui ne dépasse pas 3%. Les valeurs des charges d'infestation sont I=1,16 et A=0,033(Fig. 45).

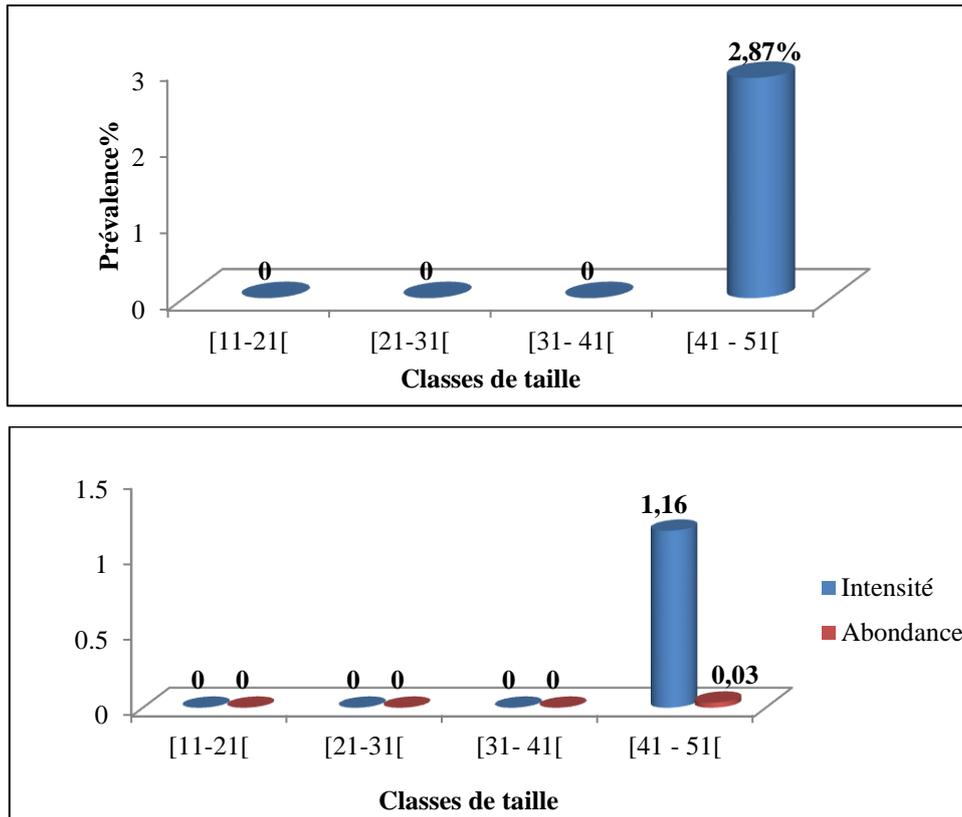


Figure 45 : Indices épidémiologiques d'*Argulus foliaceus* en fonction de la taille des carpes.

Chez le barbeau

▪ Dénombrement

Le dénombrement des spécimens de l'espèce parasite *Argulus foliaceus* récoltés dans les branchies du barbeau *B. callensis* montre que sa présence est limitée à, seulement, 4 mois (mars, avril, mai et juin) ; Ce parasite enregistre un pic le mois de juin (30 spécimens) (Fig.46).

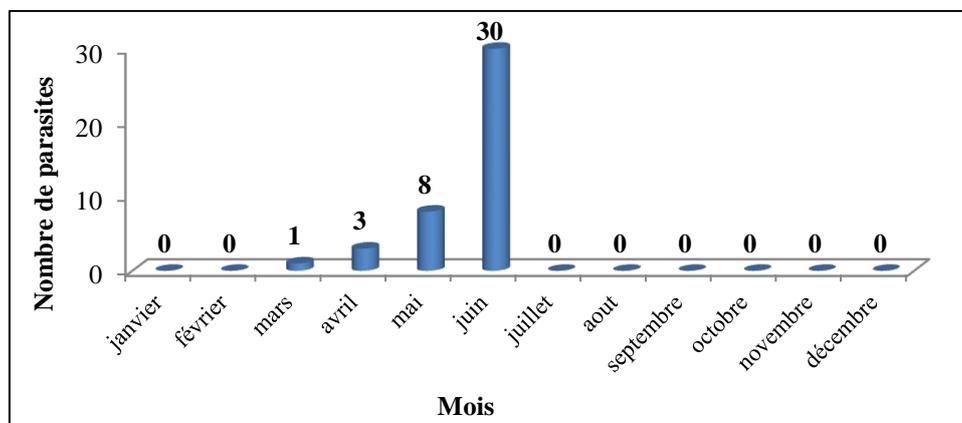


Figure 46 : Nombre de spécimens de l'espèce *Argulus foliaceus* collectés chez le barbeau.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

Le crustacé *Argulus foliaceus* récolté dans les branchies de *B. callensis* montre des taux d’infestation variant de plus de 11% (au printemps) à plus de 39% (en été). Les valeurs de l’intensité d’infestation par *Argulus foliaceus* varient de 1,33 parasite/barbeau infesté (au printemps) à 1,76 parasite/barbeau infesté (en été). En ce qui concerne l’abondance, les valeurs relevées ne dépassent pas 0,7 (0,15 au printemps et 0,69 en été) (Fig.47).

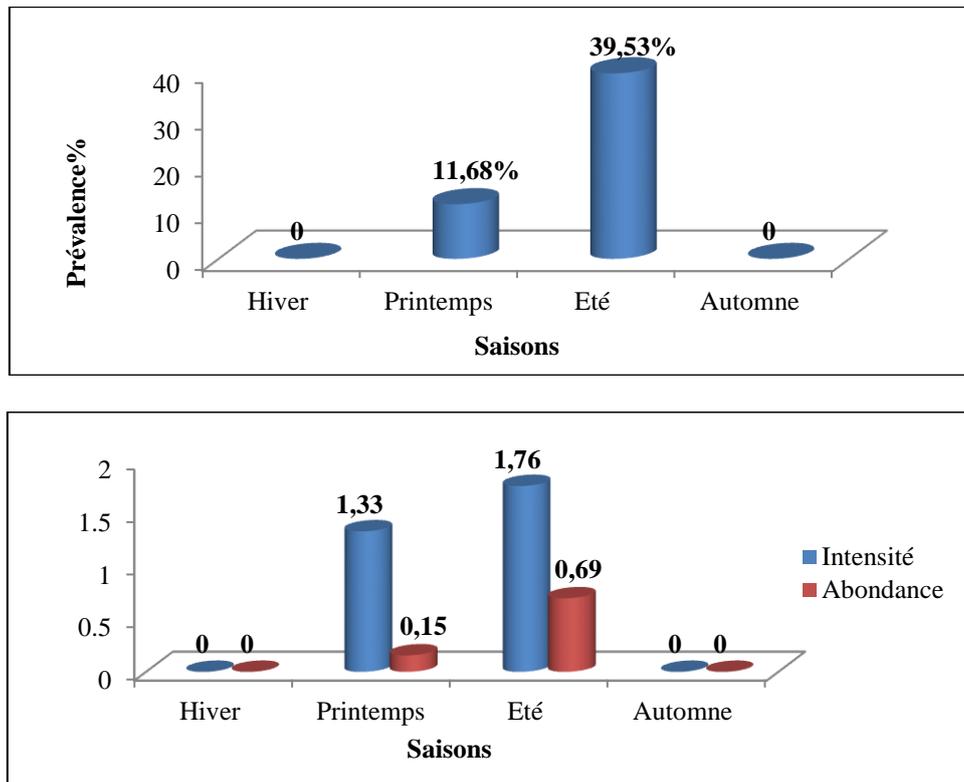


Figure 47 : Indices épidémiologiques saisonniers d’ *Argulus foliaceus* chez le barbeau

▪ **Distribution d’*Argulus foliaceus* en fonction de la taille du barbeau**

Ce crustacé est absent chez les jeunes spécimens de barbeaux ([10-17[) ; en revanche ce sont les individus de grande taille qui sont les plus infestés. Nous notons, par ailleurs, que les taux d’infestation augmentent avec l’augmentation de la taille ; ils sont de l’ordre de 5,76%, 13,4% et 15,87% chez respectivement les classes de taille [17-24[, [24-31[et [31-38[(Fig.48). Les valeurs maximales des charges d’infestation sont relevées chez les barbeaux de la classe de taille [31-38[(I=2,1 et A=0,33). Les deux autres classes de taille [24-31 [et [17-24 [montrent respectivement des charges d’infestation de l’ordre de : I=1,33 A= 0,07 et I=1,3 A=0,17.

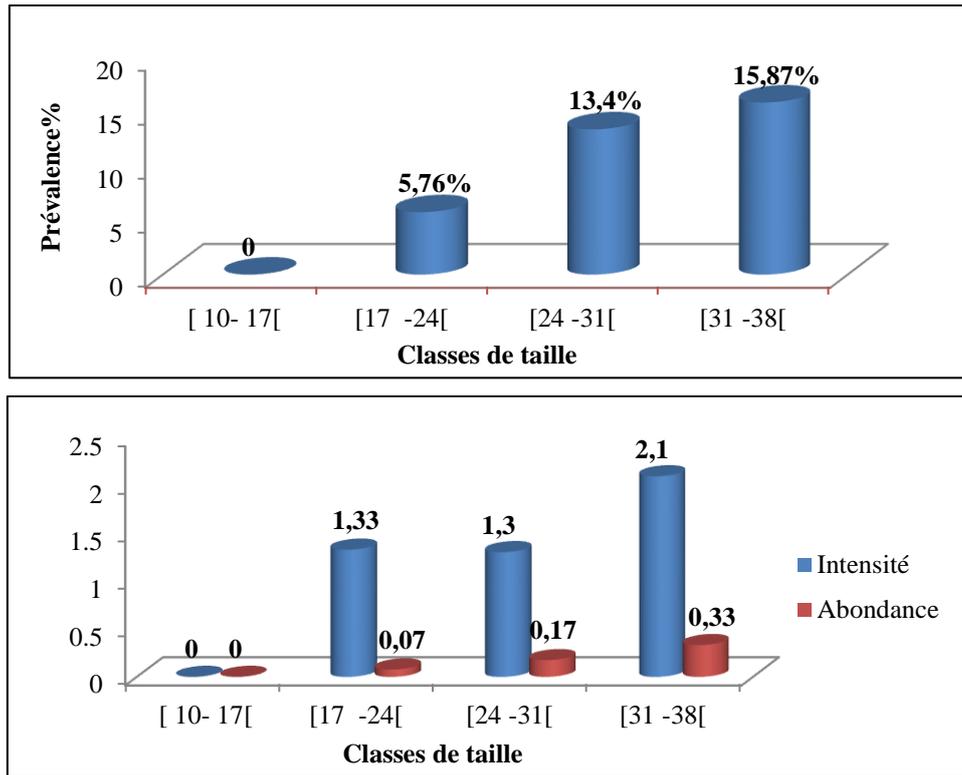


Figure 48 : Indices épidémiologiques d'*Argulus foliaceus* en fonction de la taille des barbeaux.

2.4.3.4. *Ergasilus* sp.

▪ Dénombrement

Le dénombrement d'*Ergasilus* sp. montre que la présence de ce crustacé dans les branchies de *Barbus callensis* est limitée à seulement 3 mois (mars, avril et juin); un pic de l'ordre de 10 spécimens est noté en avril (Fig.49).

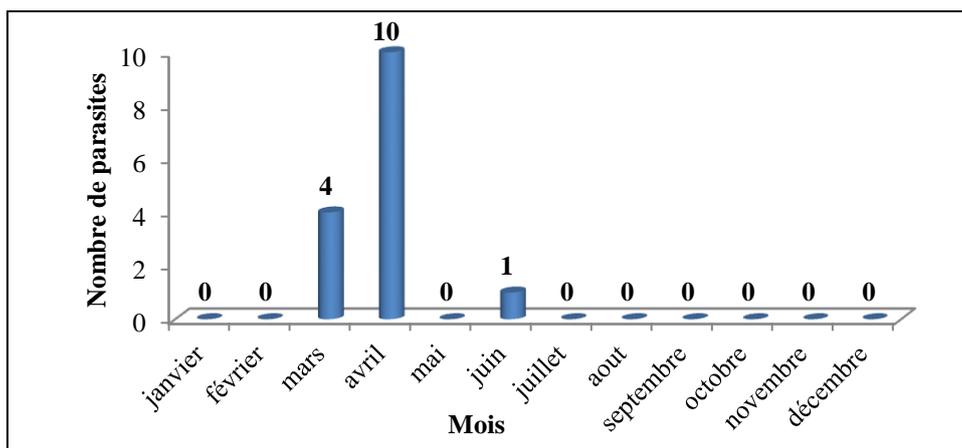


Figure 49 : Nombre de spécimens de l'espèce *Ergasilus* sp. collectés chez le barbeau.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

Le crustacé *Ergasilus* sp. quand il est présent chez le barbeau, n'infeste pas plus de 13% des effectifs (12,98% au printemps et 2,32% en été). Les charges en parasites suivent la même évolution que la prévalence (Fig. 50); elles sont relativement plus élevées au printemps (I = 1,4 et A = 0,18 contre I = 1 et A = 0,02 en été).

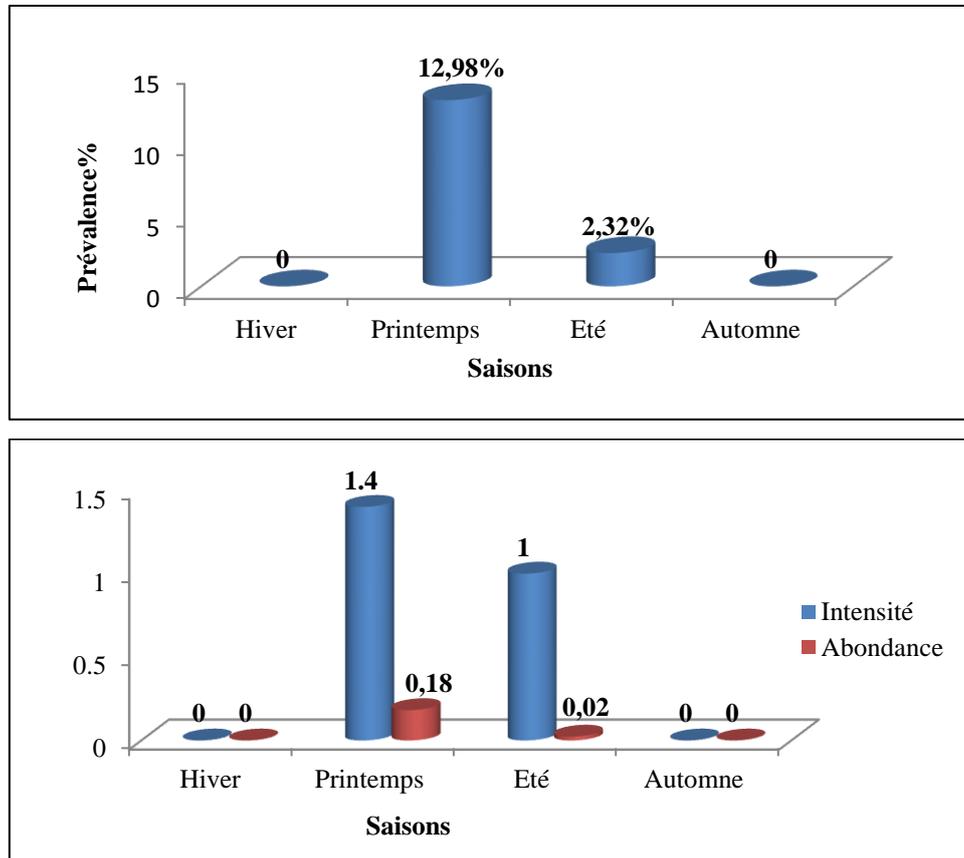


Figure 50 : Indices épidémiologiques saisonniers d'*Ergasilus* sp.chez le barbeau

▪ **Distribution d'*Ergasilus* sp. en fonction de la taille du barbeau**

Chez le barbeau du lac Oubeira, le parasite du genre *Ergasilus* n'a été observé que chez les classes de taille [17-24[cm et [24-31[cm ou il montre respectivement des taux d'infestation de l'ordre de 7,93% et 6,18% et des intensités moyennes d'infestation et des abondances de 1 et 1,5 parasite/barbeau infesté et 0,07 et 0,09 parasite/barbeau examiné (Fig.51).

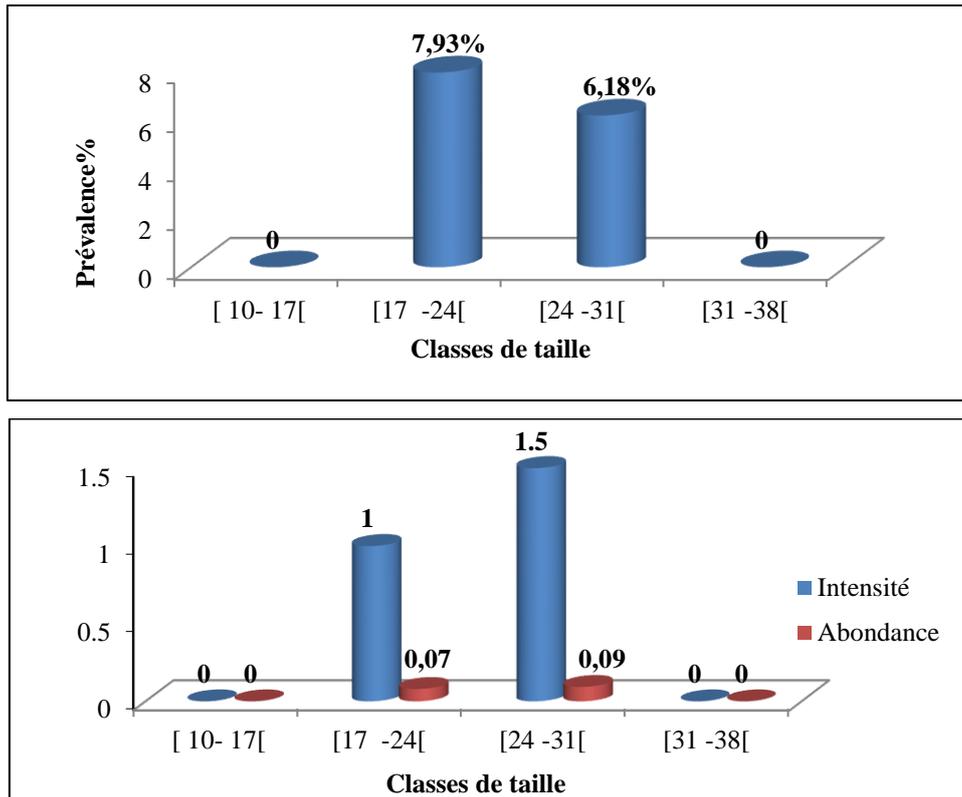


Figure 51 : Indices épidémiologiques d'*Ergasilus* sp. en fonction de la taille des barbeaux.

2.4.3.5. *Ligula intestinalis*

Chez la Carpe

- Dénombrement

L'examen de 360 carpes de l'espèce *Cyprinus carpio* capturées dans le lac Oubeira a permis de récolter 3 spécimens du cestode parasite *Ligula intestinalis* au mois de décembre (Fig.52).

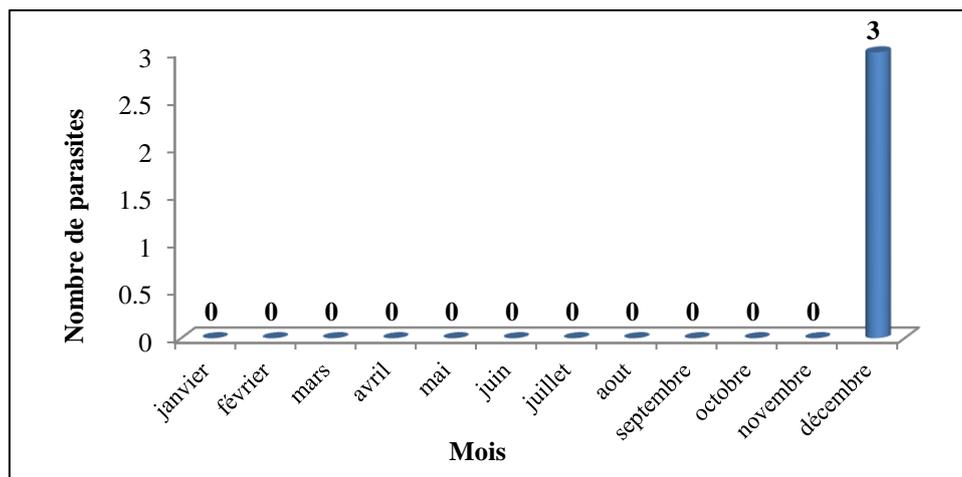


Figure 52 : Nombre de spécimens de l'espèce *Ligula intestinalis* collectés chez la carpe.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

Le cestode *L. intestinalis* n'est rencontré qu'en hiver, où il n'infeste pas plus de 3,33% des effectifs de carpes examinées (fig.53). Les charges parasitaires sont de l'ordre de 1 parasites/carpe infestée et 0,03 parasites/carpe examinée.

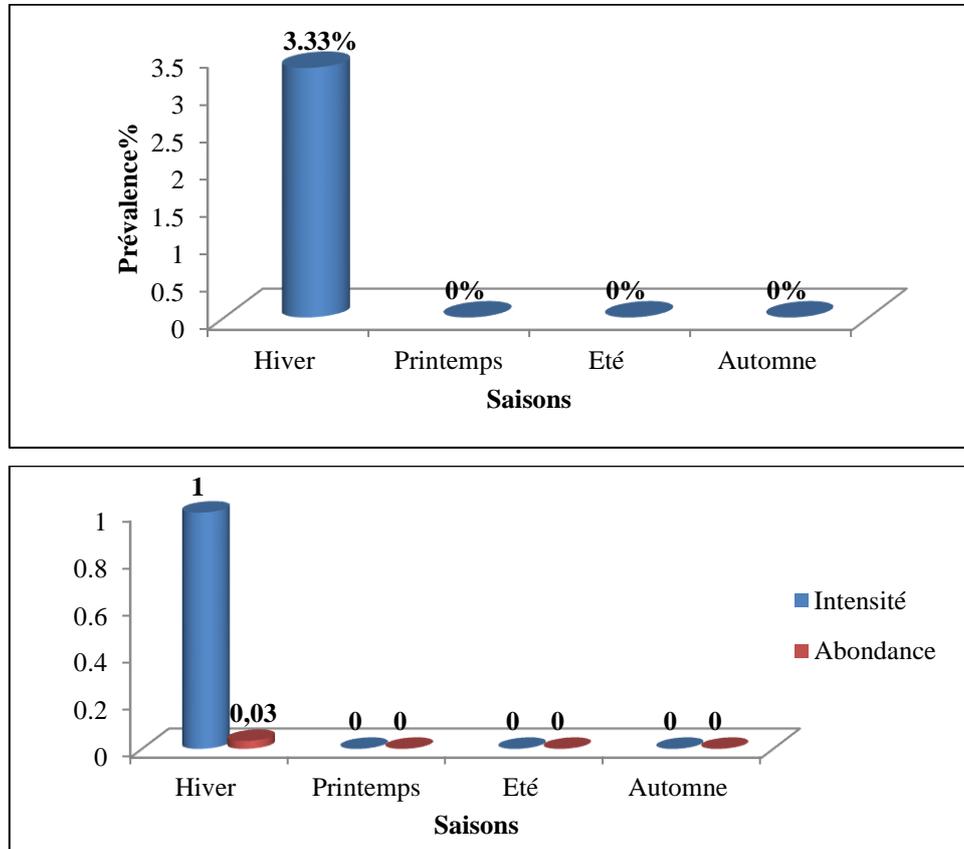


Figure 53 : Indices épidémiologiques saisonniers de *L.intestinalis* chez la carpe

▪ **Distribution de *Ligula intestinalis* en fonction de la taille de la carpe**

Sur l'ensemble des classes de taille étudiées la ligule est présente chez seulement les spécimens de la classe de taille [11-21[à un taux d'infestation de 6%, une intensité d'infestation moyenne et une abondance de 1 et 0,06 ligule par carpe infestée et examinée respectivement (Fig. 54).

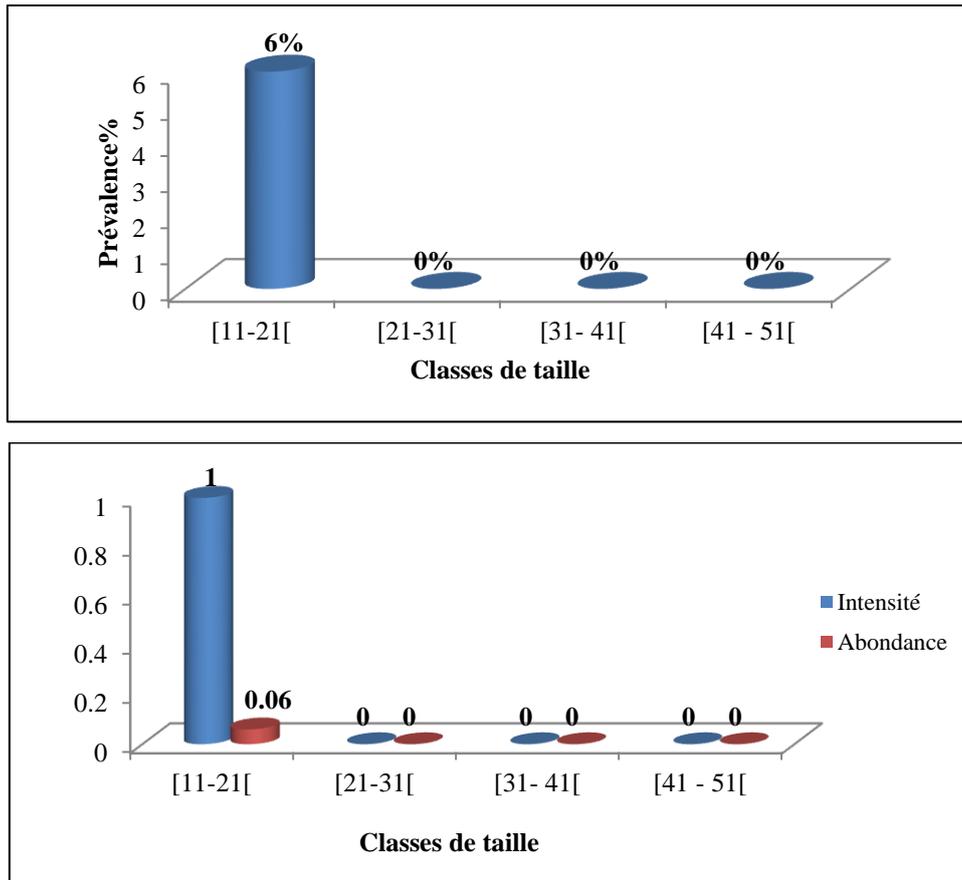


Figure 54 : Indices épidémiologiques de *Ligula intestinalis* en fonction de la taille des carpes.

Chez le barbeau

▪ **Dénombrement**

L'examen des tubes digestifs des barbeaux capturés dans le lac Oubeira nous a permis de récolter un seul spécimen du cestode parasite *Ligula intestinalis* ; ce dernier était présent le mois de janvier (Fig. 55).

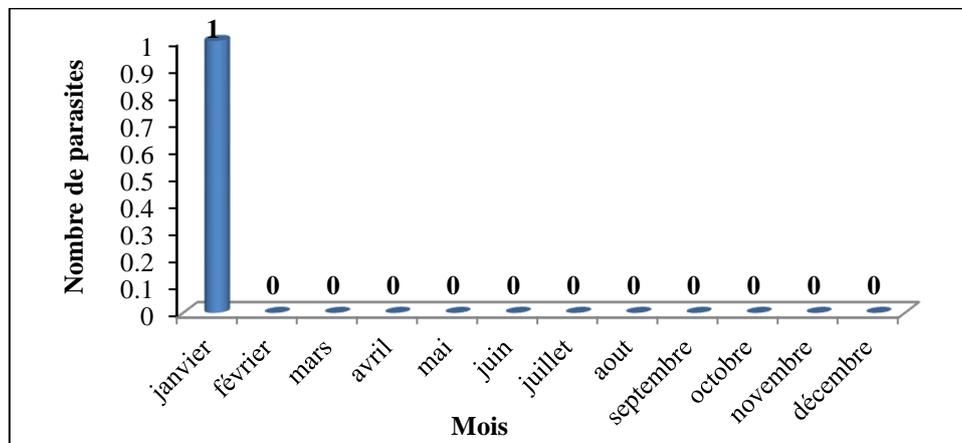


Figure 55 : Nombre de spécimens de l'espèce *Ligula intestinalis* collectés chez le barbeau.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

La Ligule n'est rencontrée qu'en hiver ou elle n'infeste pas plus de 1,3% des effectifs de carpes avec une intensité moyenne d'infestation et une abondance de 1 et 0,03 parasites/barbeau infesté et examiné respectivement (Fig.56).

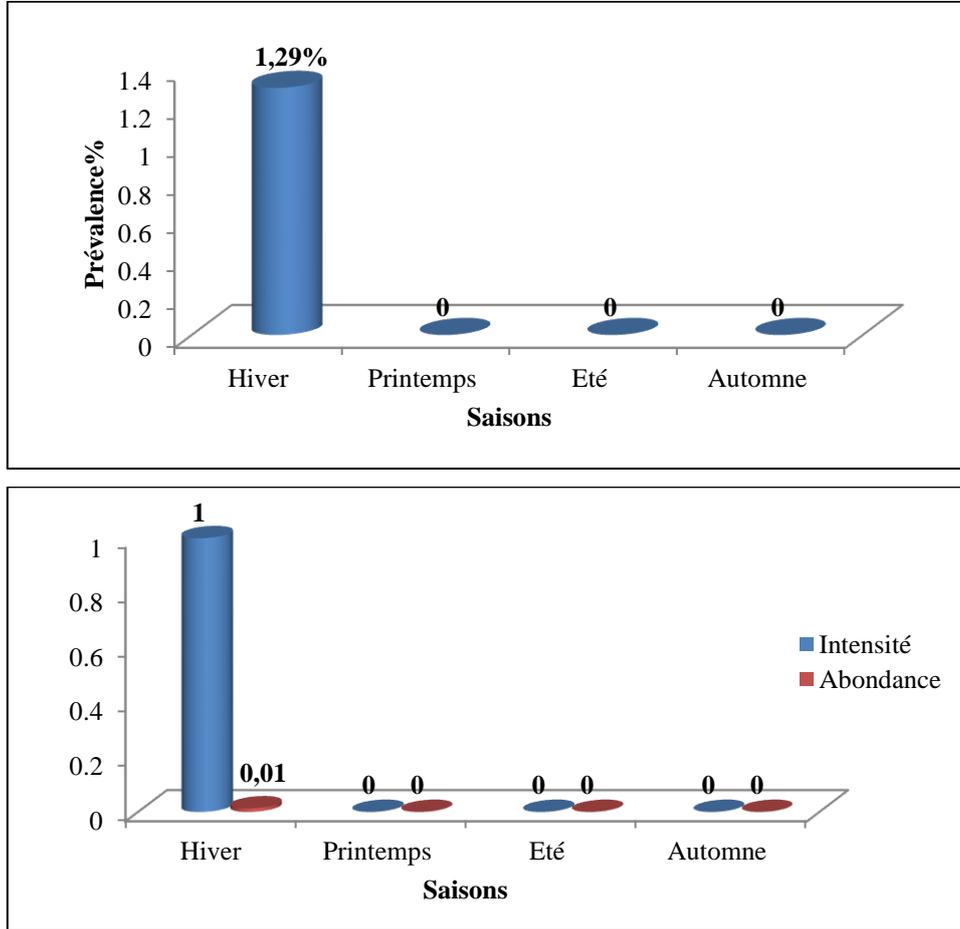


Figure 56 : Indices épidémiologiques saisonniers de *Ligula intestinalis* chez *B. callensis*

▪ **Distribution de *Ligula intestinalis* en fonction de la taille du barbeau**

L'espèce parasite *Ligula intestinalis* est rencontrée chez les plus jeunes barbeaux (classe de taille [10-17]) à un taux d'infestation de moins de 2% , une intensité d'infestation moyenne et une abondance de l'ordre 1 et 0,01 ligule par barbeau infesté et examiné respectivement (Fig.57).

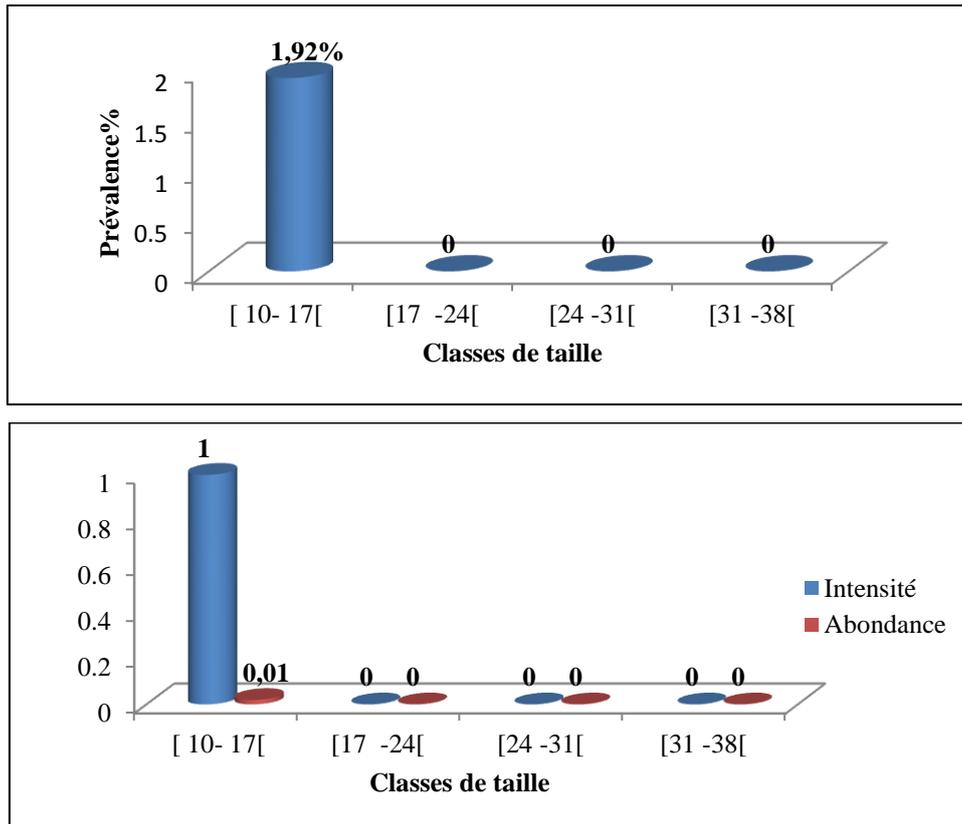


Figure 57 : Indices épidémiologiques de *L.intestinalis* en fonction de la taille des barbeaux.

2.4.3.6. *Bothriocephalus acheilognathi*

Chez la carpe

▪ Dénombrement

Le dénombrement du cestode parasite *Bothriocephalus acheilognathi* récolté à partir du tube digestif des carpes montre que sa présence, dans l'année, est limitée à 5 mois (février, mai, juin, juillet et décembre) ; ce parasite est fortement présent en décembre où 49 spécimens sont dénombrés (Fig. 58).

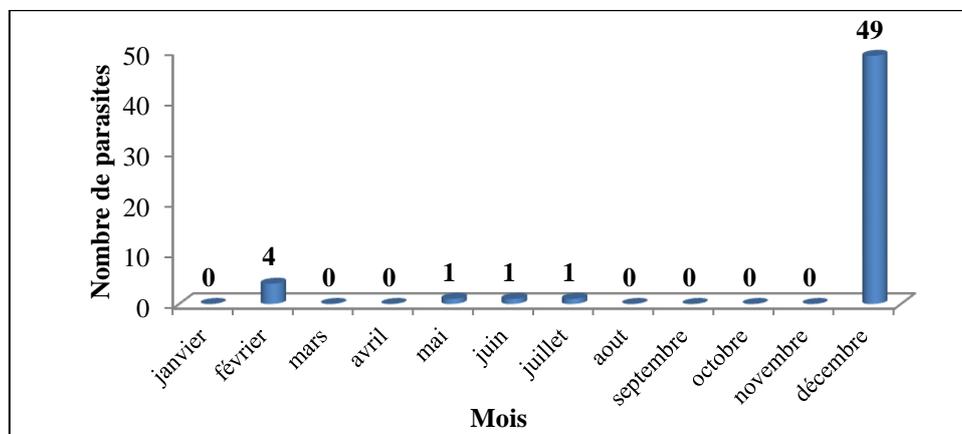


Figure 58 : Nombre de spécimens de l'espèce *B.acheilognathi* collectés chez la carpe.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

Le cestode *B. acheilognathi* montre une présence relativement forte en hiver ou il infeste plus de 11% des effectifs de carpes ; les taux d'infestation notés au printemps et en été sont très faibles (1,11% et 2,22 %respectivement). L'évolution des charges parasitaires est similaire à celle de la prévalence ; l'intensité d'infestation moyenne est de l'ordre de 5,3 et 1 respectivement en hiver, au printemps et en été ; quant à l'abondance, les valeurs sont de l'ordre de 0,58, 0,01 et 0,02 respectivement en hiver, au printemps et en été (fig.59).

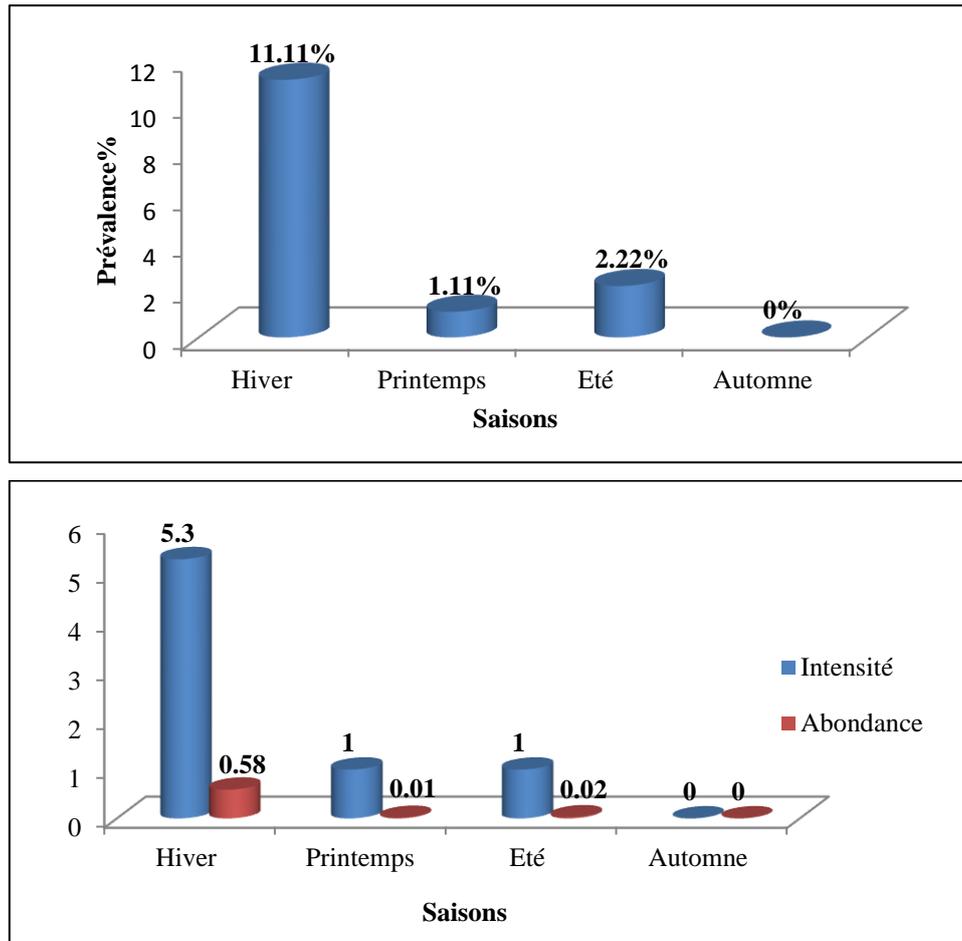


Figure 59: Indices épidémiologiques saisonniers de *B.acheilognathi* chez *C. carpio*

▪ **Distribution de *B. acheilognathi* en fonction de la taille de la carpe**

Chez la carpe *C. carpio* du lac Oubeira, le cestode *B. acheilognathi* est fortement présent chez les individus de petite taille [11-21] ; cette présence est illustrée par une prévalence de l'ordre de 18% et une intensité d'infestation et abondance de 5,8 et 1,06 parasite/ carpe infestée et examinée respectivement. Chez les spécimens des autres classes de taille, les prévalences varient de 0 à 1,16%, les valeurs de l'intensité d'infestation et de l'abondance sont de l'ordre de 1 et comprises entre 0 et 0,01 respectivement (Fig.60).

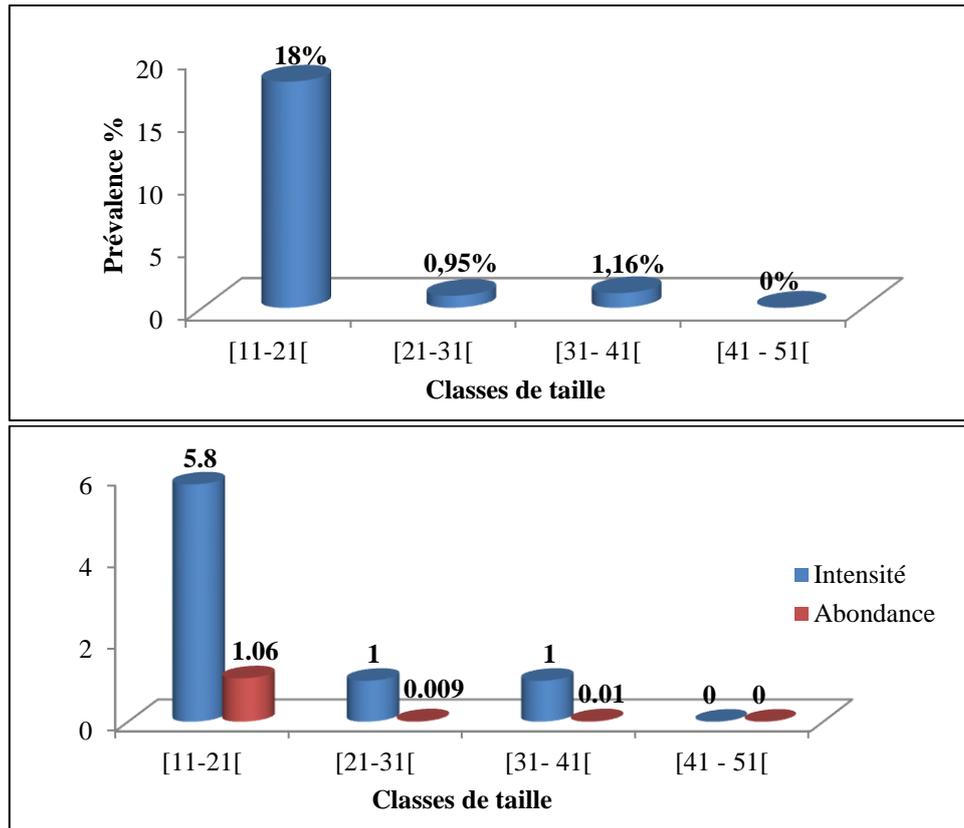


Figure 60 : Indices épidémiologiques de *B. acheilognathi* en fonction de la taille des carpes.

Chez le barbeau

▪ **Dénombrement**

Le nombre de spécimens de l'espèce parasite *B. acheilognathi* collectés à partir des tubes digestifs des barbeaux capturés dans le lac Oubeira n'excède pas 5 : 3 spécimens en janvier, 1 spécimen en février et un autre en avril (Fig. 61).

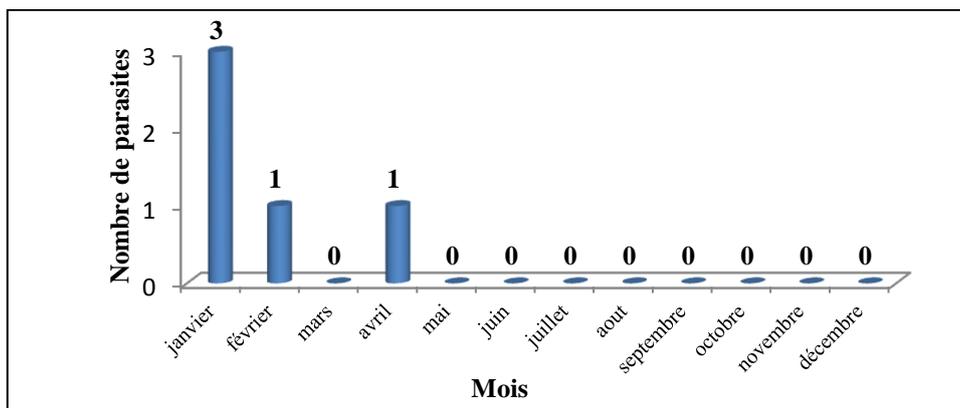


Figure 61 : Nombre de spécimens de l'espèce *B. acheilognathi* collectés chez le barbeau.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

Le cestode *B. acheilognathi*, quand il est présent chez les barbeaux de l'Oubeira, montre des taux d'infestation compris entre 1,3 et 4,4%, des valeurs de l'intensité d'infestation de l'ordre de 1 et celles de l'abondance variant de 0,01 à 0,04 (Fig.62).

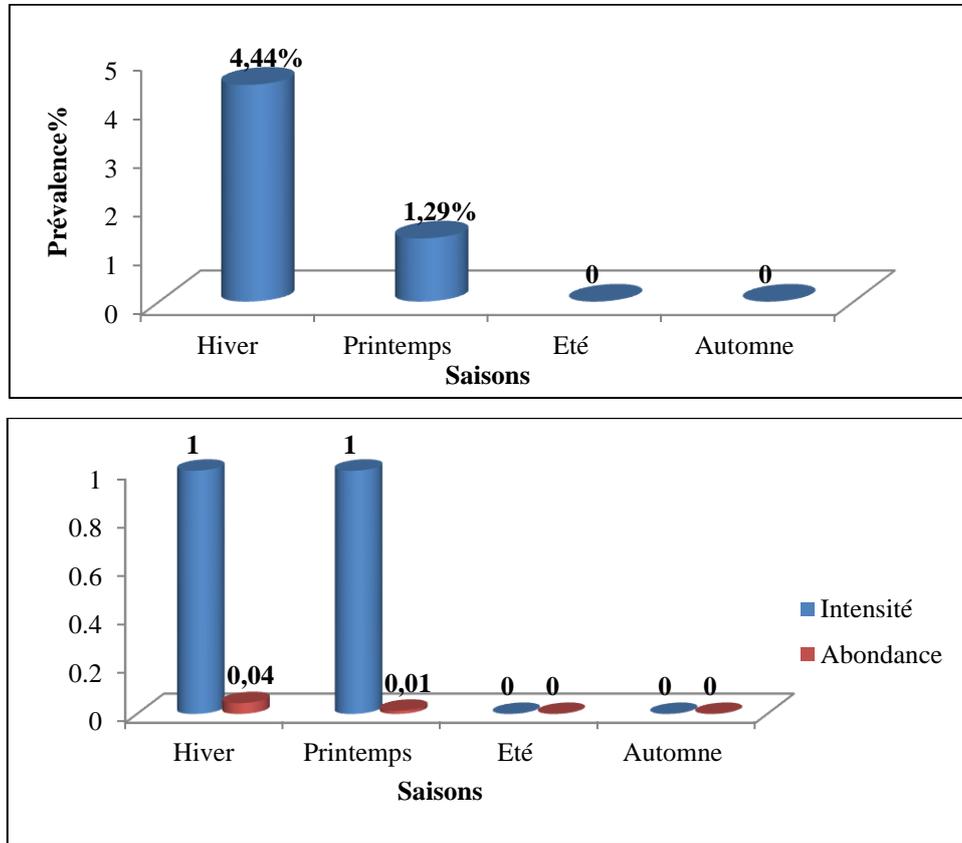


Figure 62 : Indices épidémiologiques saisonniers de *B. acheilognathi* chez *B. callensis*

▪ **Distribution de *B. acheilognathi* en fonction de la taille du barbeau**

Chez les barbeaux de l'oubeira, les spécimens de la plus petite classe de taille semblent être les plus touchés par le cestode *B. acheilognathi* (P=4,12%, I = 1 et A = 0,04) ; alors que chez les spécimens des classes de taille [17-24[et [24- 31[les taux d'infestation ne dépassent pas 2% l'intensité d'infestation et l'abondance sont de l'ordre de 1 et 0,04 respectivement. Nous notons toutefois que les barbeaux de grande taille ne sont pas infestés par ce cestode (Fig.63).

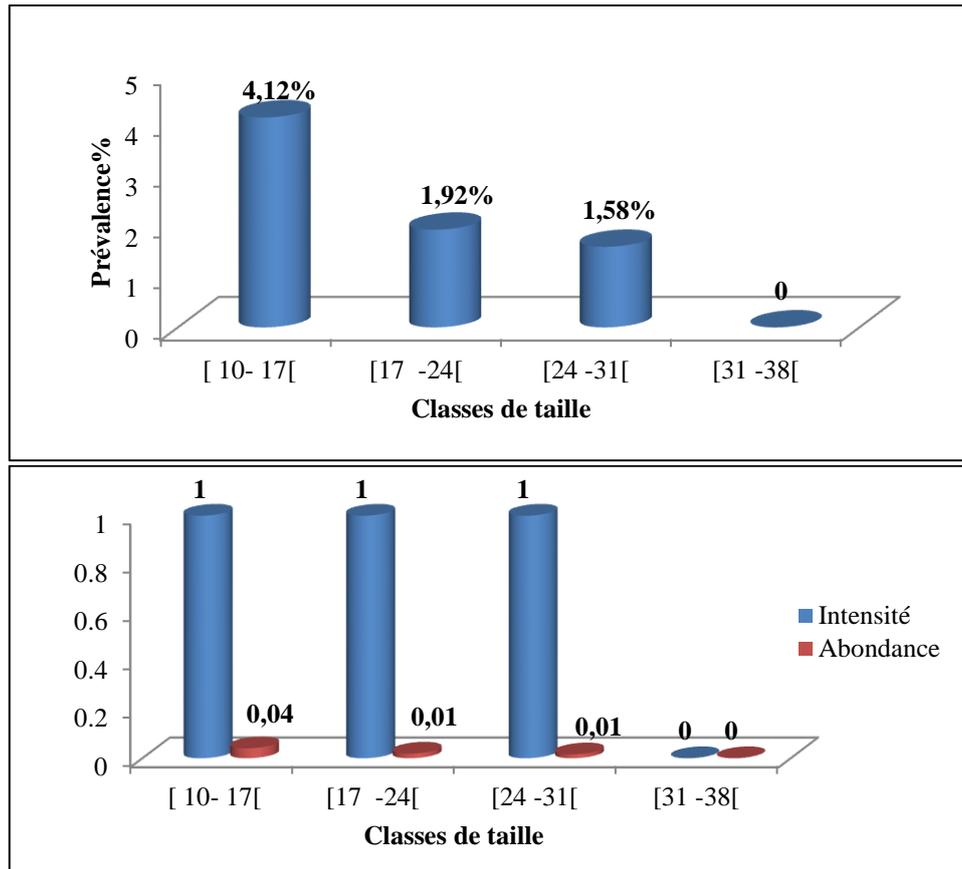


Figure 63 : Indices épidémiologiques de *B. acheilognathi* en fonction de la taille des barbeaux.

2.4.3.7. *Contracaecum* sp.

▪ **Dénombrement**

Les larves du nématode *contracaecum* sp. sont présentes toute l’année dans la cavité générale de la fraction de population de carpe *Cyprinus carpio* collectée dans l’Oubeira. Leur nombre varie de 12 à 109 spécimens par mois ; le plus grand nombre est collecté le mois d’octobre (109 spécimens) (Fig.64).

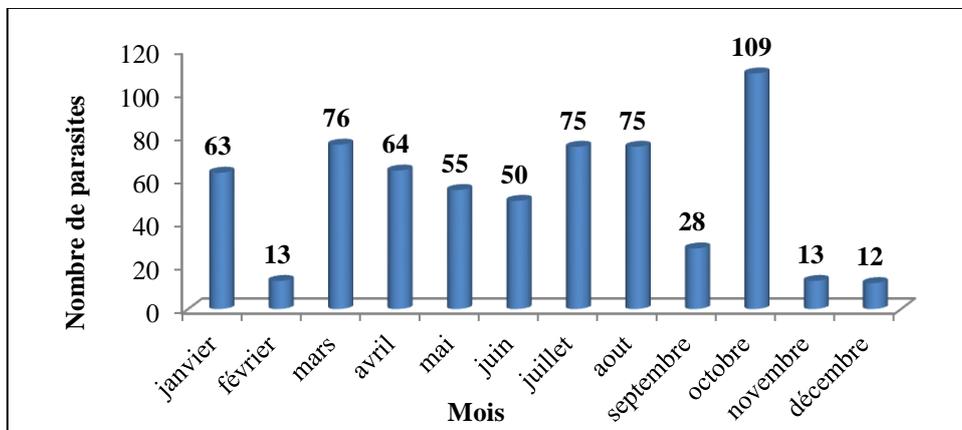


Figure 64: Nombre de spécimens de l’espèce *Contracaecum* sp. collectés chez la carpe.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

La présence de la larve du nématode *Contracaecum* sp. est illustrée par des taux d’infestation variant de 10 à 46,66% ; cet indice montre des valeurs faibles en hiver (10%), élevées au printemps (46,66%) et dans une moindre mesure en été (38,88%) et intermédiaires en automne (26,66%) (Fig.65). Les valeurs de l’intensité d’infestation moyenne varient de 4,64 et 9,77. Contrairement à l’évolution des taux d’infestation, les valeurs de l’intensité moyenne d’infestation sont dans l’ordre décroissant hiver>automne>été>printemps. En ce qui concerne l’abondance, les valeurs suivent la même évolution que celle de la prévalence ; nous notons, en effet, les valeurs maximales en été et au printemps, intermédiaires en automne et basses en hiver.

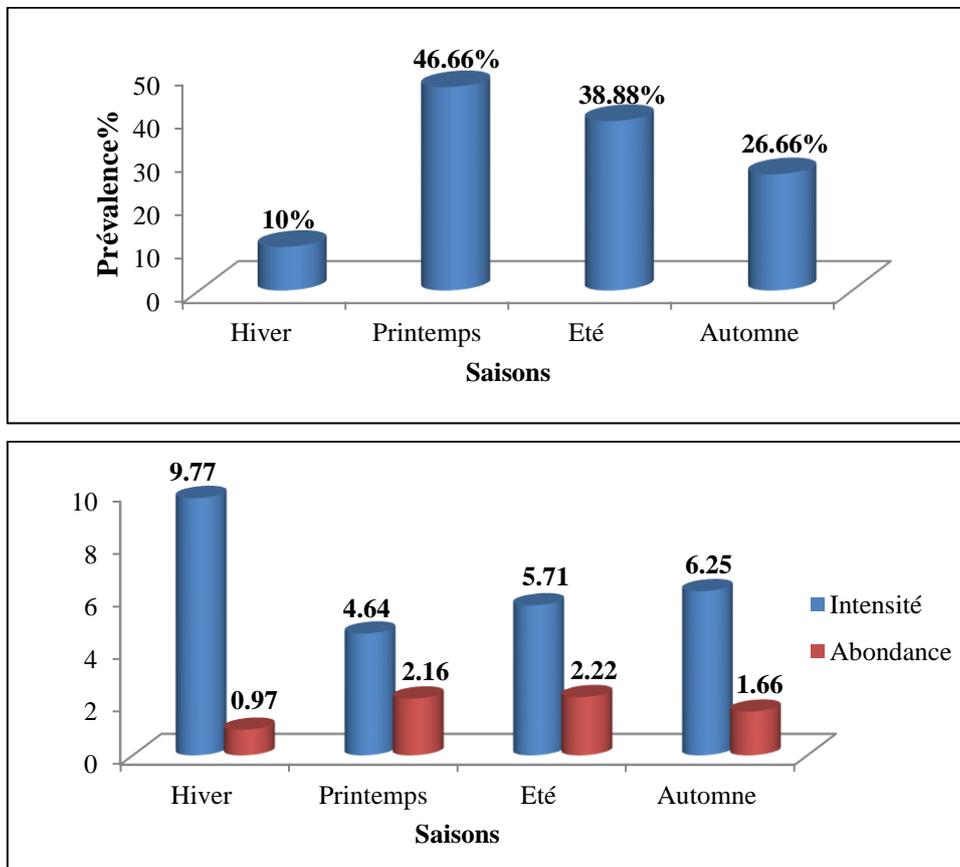


Figure 65 : Indices épidémiologiques saisonniers de *Contracaecum* sp. chez la carpe

▪ **Distribution de *Contracaecum* sp. en fonction de la taille des carpes**

Nos résultats montrent que les spécimens de petite taille sont les moins infestés par le nématode *Contracaecum* sp. ; ce dernier est en effet rencontré chez 2% des effectifs de la classe de taille [11-21]. Les taux d’infestation les plus élevés (44,18%) sont notés chez les spécimens de la classe de taille [31- 41] ; dans les deux autres classes de taille le nématode

touche presque le 1/3 des effectifs de chaque classe (fig.66).En ce qui concerne l'intensité d'infestation des carpes par *Contracaecum* sp.les valeurs relevées dans l'ensemble des classes de taille dépassent 5 parasites par carpe infestée. Nous notons toutefois que les carpes des classes de taille [11-21] et [41-51] hébergent 12 et 11 vers parasites respectivement. Les valeurs de l'abondance sont élevées chez les carpes de grande taille (3,38 et 2,38 ver/carpe examinée respectivement chez les classes de taille [41-51]et [31-41]) et basses chez celles de petite taille (0,24 ver/carpe examinée chez la classe de taille [11-21]).

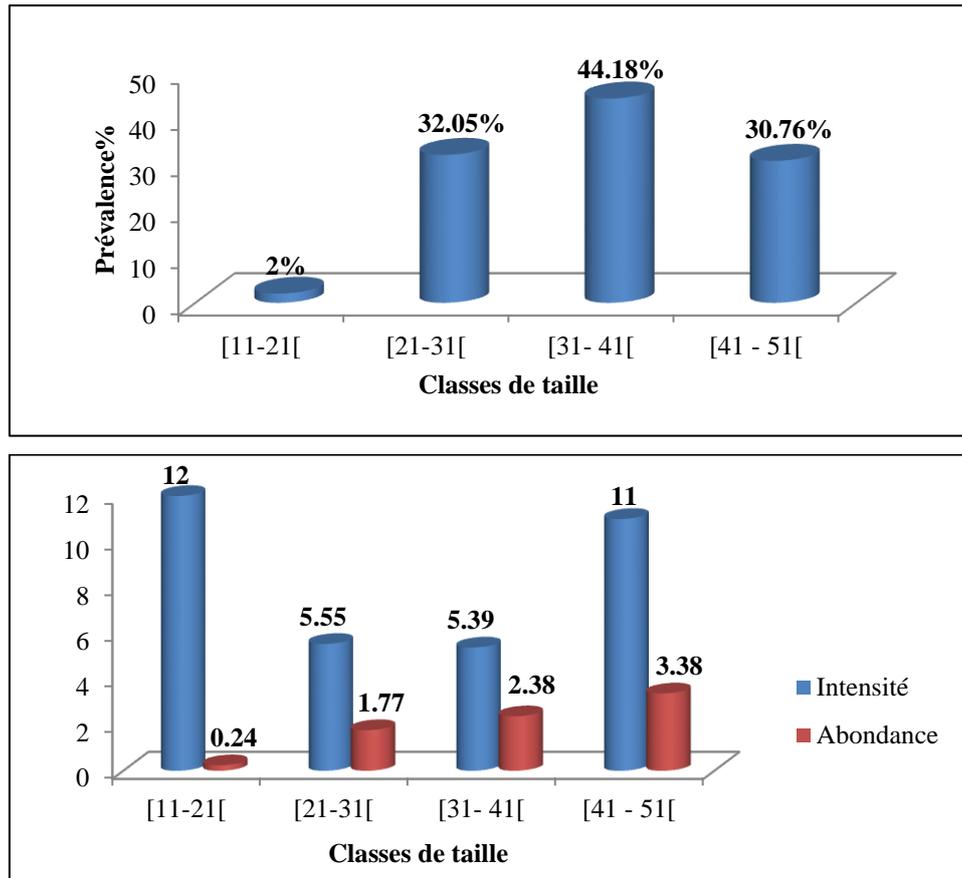


Figure 66 : Indices épidémiologiques de *Contracaecum* sp.en fonction de la taille des carpes.

2.4.3.8. *Anisakis* sp.

▪ Dénombrement

Chez les barbeaux *B. callensis* du lac Oubeira, l'examen de la cavité générale du poisson nous a permis de récolter 8 larves du nématode *Anisakis* sp. ; Ces dernières sont rencontrées durant seulement 3 mois de l'année (avril, mai et octobre) (Fig.67).

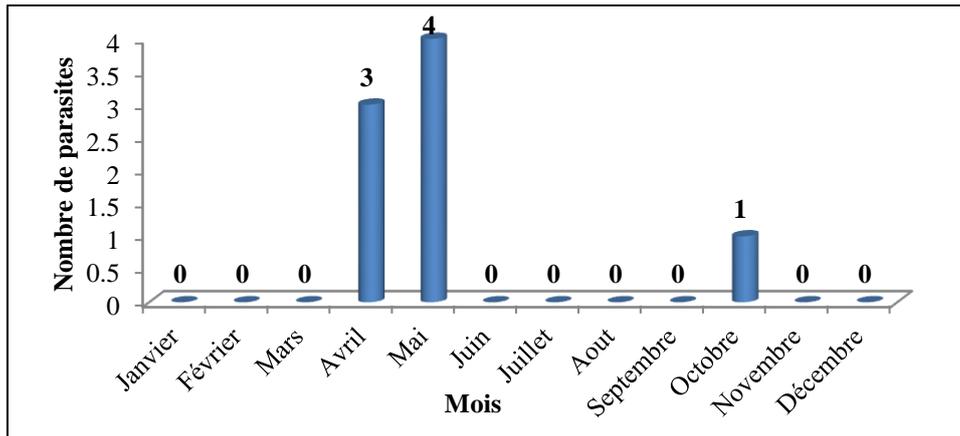


Figure 67 : Nombre de spécimens de l'espèce *Anisakis* sp. collectés chez le barbeau.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

L'espèce *Anisakis* sp. est rencontrée chez les barbeaux seulement au printemps et en automne à des prévalences de 7,79 et 3,03% respectivement (Fig.68). L'intensité d'infestation par ce parasite n'excède pas 1,16 parasite par poisson infesté ; en ce qui concerne l'abondance elle ne dépasse pas 0,09 parasite par poisson examiné.

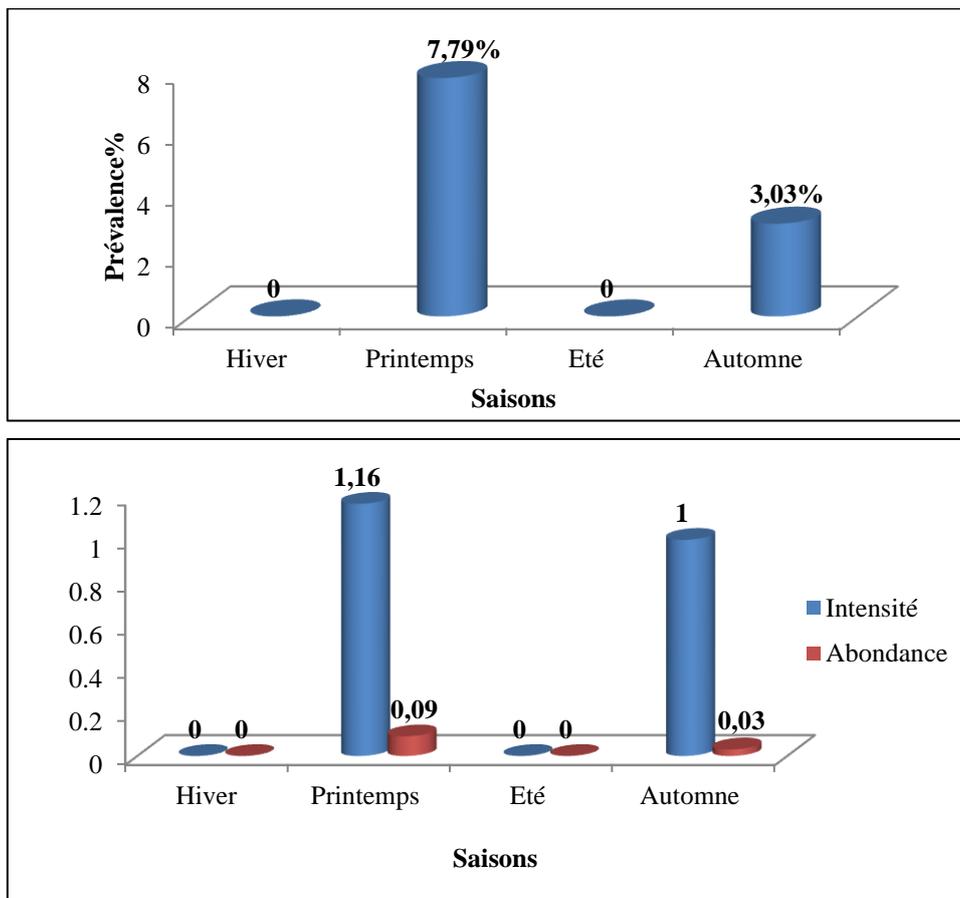


Figure 68 : Indices épidémiologiques saisonniers d'*Anisakis* sp. chez le barbeau

▪ **Distribution d'*Anisakis* sp. en fonction de la taille des barbeaux**

Chez le barbeau, le nématode *Anisakis* sp. n'est pas rencontré chez les individus de petite et grande taille. Chez les barbeaux de taille comprise entre 17 et 31cm cette larve de nématode infeste 3 à 5% des effectifs (Fig.69). La valeur de l'intensité d'infestation moyenne des barbeaux par ce parasite ne dépasse pas 1,2 ver/barbeau infesté ; quant à l'abondance, les valeurs notées sont inférieures à 0,06 ver/barbeau examiné.

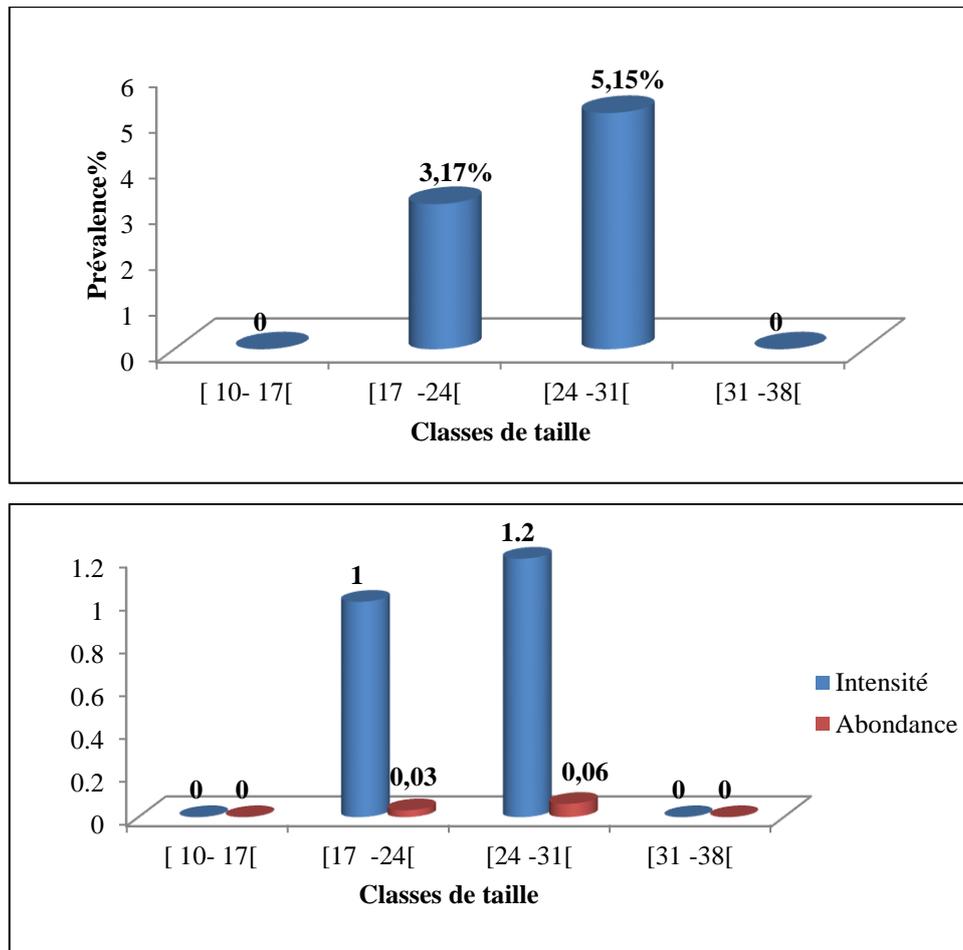


Figure 69: Indices épidémiologiques d' *Anisakis* sp. en fonction de la taille des barbeaux.

2.4.3.9. *Acanthogyrus* sp.

▪ **Dénombrement**

L'acanthocéphale *Acanthogyrus* sp. est rencontré chez le barbeau de l'Oubeira, uniquement le mois de juin où seulement 4 spécimens ont été récoltés (Fig.70).

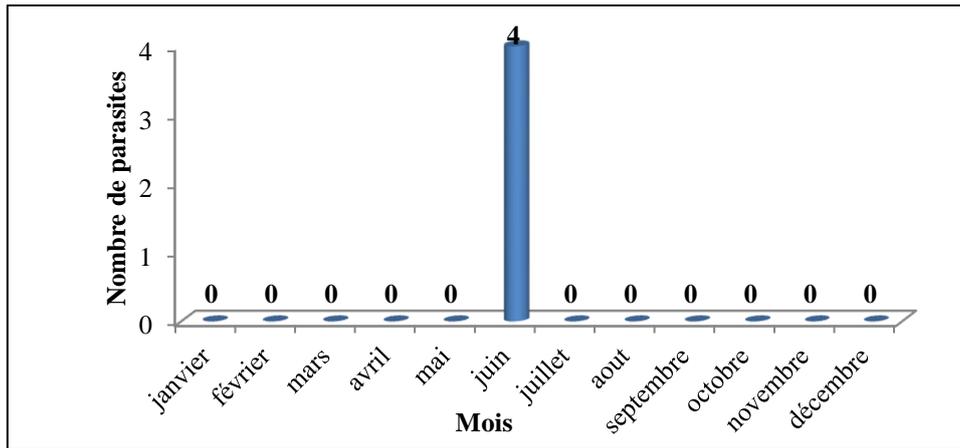


Figure 70 : Nombre de spécimens de l'espèce *Acanthogyrus sp.* collectés chez le barbeau.

▪ **Indices épidémiologiques saisonniers**

L'*Acanthogyrus sp.* n'est rencontré qu'en été où il n'infeste pas plus de 4,65% des effectifs de barbeaux (Fig.71). Les valeurs de l'intensité d'infestation sont de l'ordre de 2 parasites/poisson infesté et celles de l'abondance ne dépassent pas 0,09 parasites/poisson examinée.

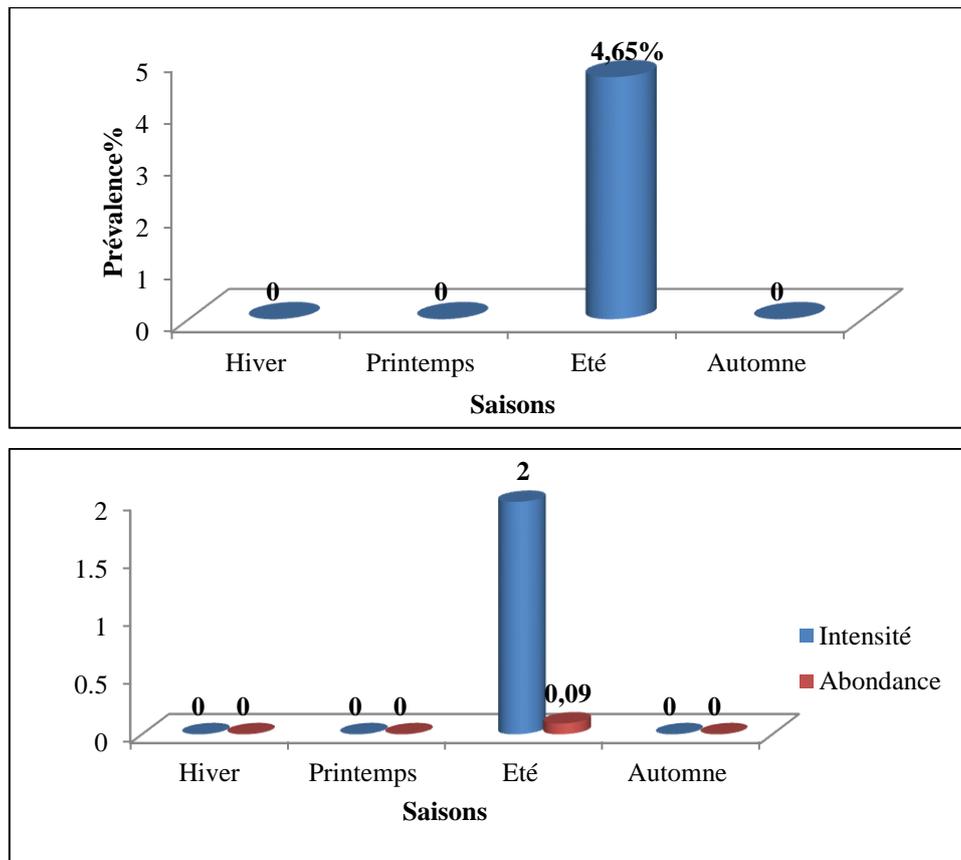


Figure 71 : Indices épidémiologiques saisonniers d'*Acanthogyrus sp.* chez le barbeau.

▪ **Distribution d'*Acanthogyrus* sp. en fonction de la taille des barbeaux**

L'espèce *Acanthogyrus* sp. est présente chez seulement les individus des classes de taille [17-24[et [24-31[à des prévalences qui ne dépassent pas 2% (Fig.72). En ce qui concerne les valeurs des charges parasitaires, l'intensité d'infestation moyenne varie de 1 à 3 vers/barbeau infesté, et l'abondance ne dépasse pas 0,04 vers/barbeau examiné.

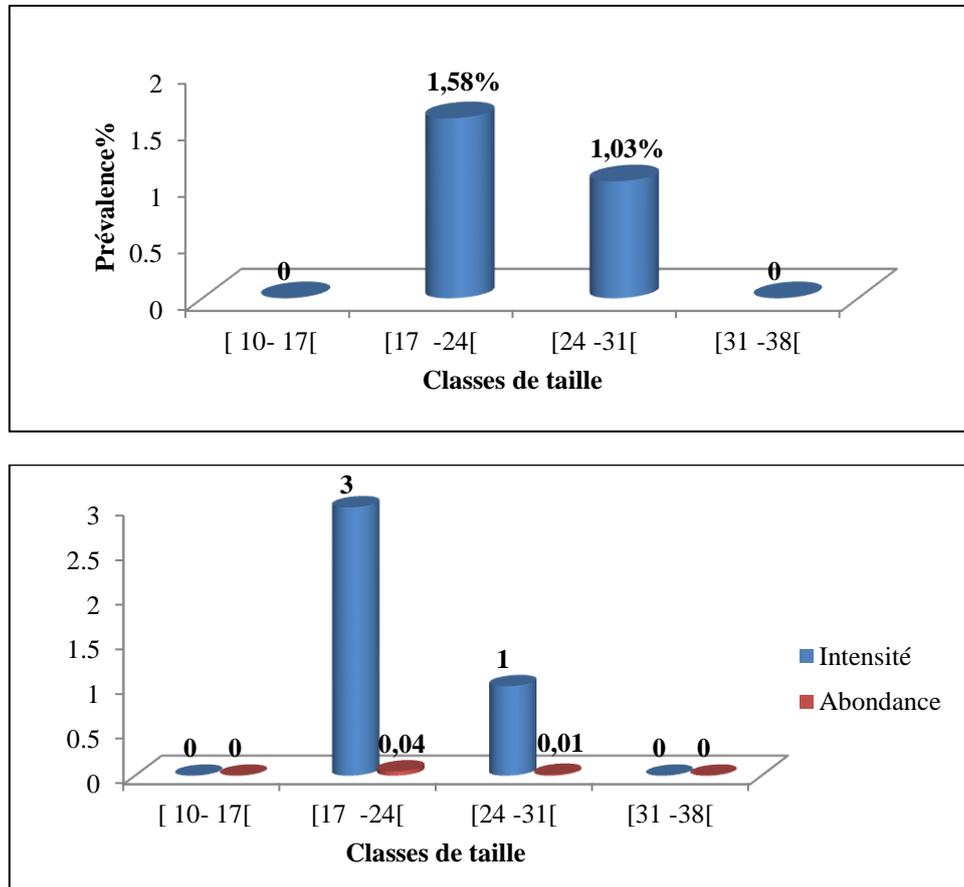


Figure 72 : Indices épidémiologiques d'*Acanthogyrus* sp. en fonction de la taille des barbeaux.

6. Paramètres environnementaux et parasitisme

L'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP) comme une approche descriptive a permis de déterminer les relations entre trois variables abiotiques environnementales (la température, l'oxygène dissous et la teneur en matière en suspension) et le nombre de parasites chez les deux poissons du lac Oubeira.

Ce sont les deux premiers axes (F1 et F2) qui illustrent 92,82% de la variance totale soit respectivement 64,75 % et 28,07 % de l'inertie.

L'axe F1 est défini sur le pôle positif par la température de l'eau et les MES avec de fortes contributions relatives (respectivement $r = 0,93$; $\cos^2 = 0,88$ et $r = 0,78$; $\cos^2 = 0,61$). Aussi, ce sont les mois les plus chauds (juin, juillet, août, septembre et octobre) qui se projettent sur le

pôle positif, défini par la température et la matière en suspension(MES). Ainsi, une augmentation de la température et des MES favoriserait l'apparition des parasites *D. anchoratus*, *Dactylogyrus* sp., *Argulus foliaceus* et *Ergasilus* sp. ; Ces parasites sont abondants en période estivale.

L'axe F2 est défini, sur le pôle négatif, par l'oxygène dissous de l'eau ($r=-0,66$; $\cos^2=0,44$). Sur cet axe se projettent les mois les plus froids (janvier, février, novembre, décembre) et les parasites *B. acheilognathi* et *Ligula intestinalis*. De ce fait, la baisse de température de l'eau favoriserait l'oxygénation de l'eau et l'abondance des parasites *B. acheilognathi* et *Ligula intestinalis* ; ces derniers montrent une forte présence en période hivernale.

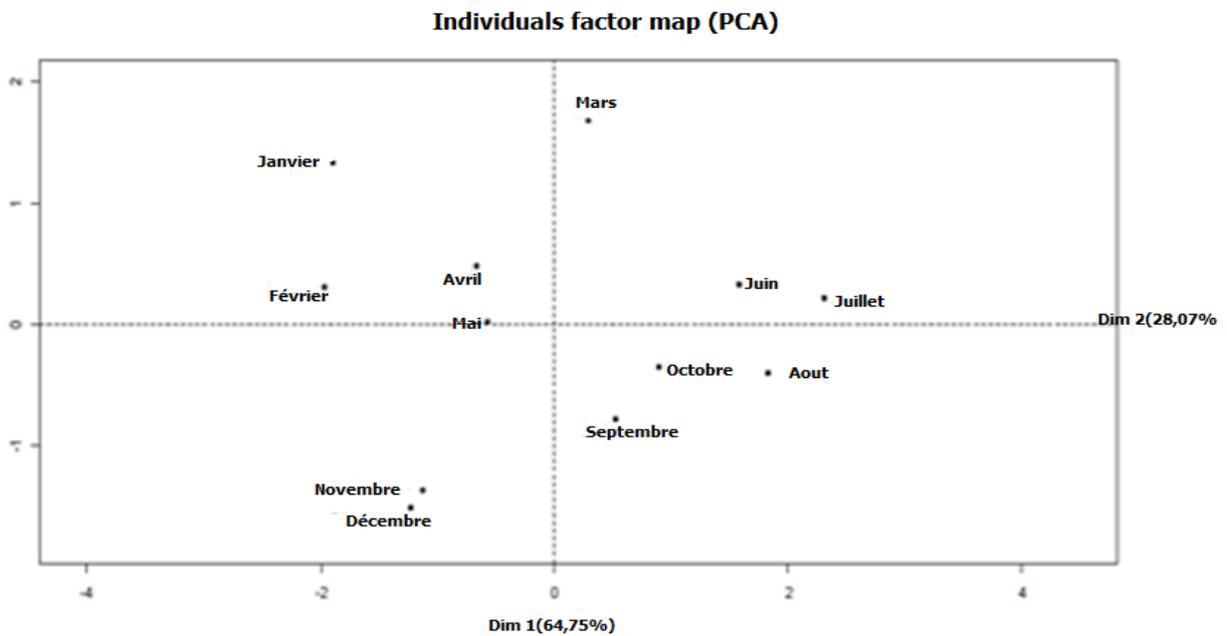


Figure 73: Projection des mois sur les deux premiers axes principaux de l'ACP.

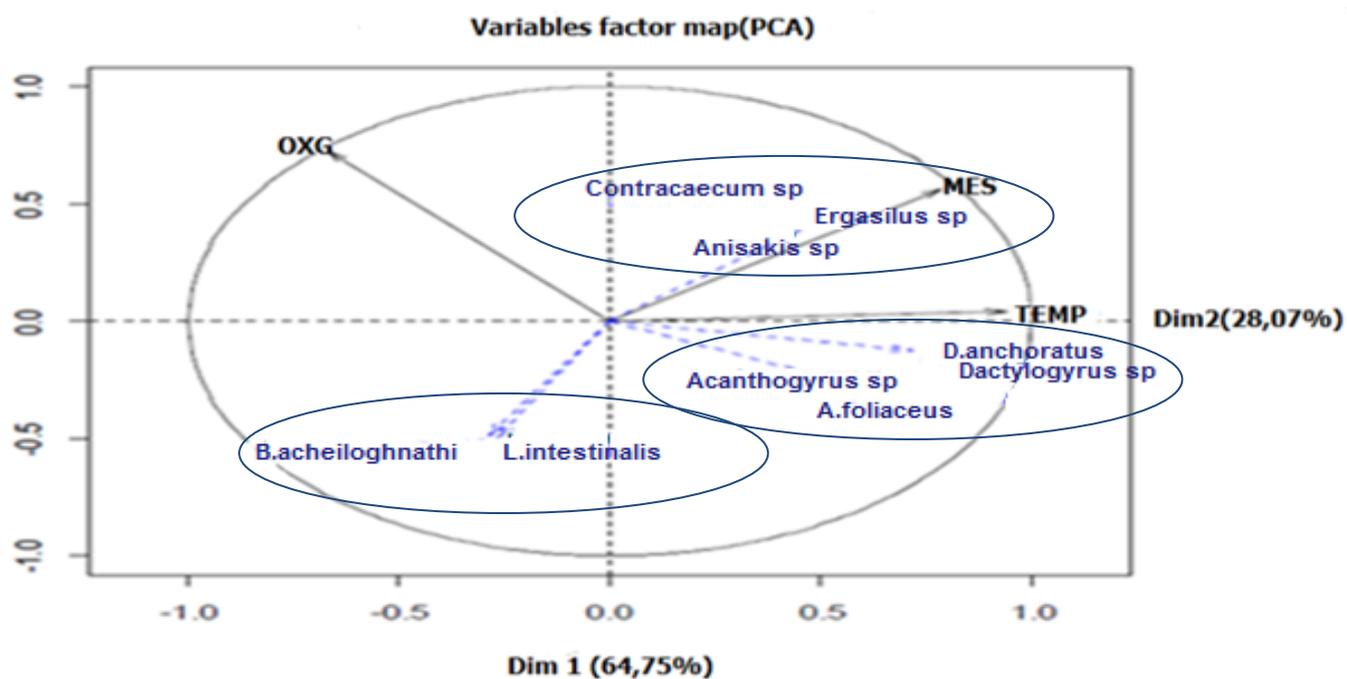


Figure 74: Cercle de corrélations des variables avec les deux premiers axes de l'ACP.

DISCUSSION

3. Discussion

Morphométrie

Les résultats de la distribution par classe de taille des poissons collectés révèlent la présence de 4 classes de taille. Chez le barbeau, les individus récoltés montrent des tailles variant de 10 à 38 cm (moyenne $23,39 \pm 6,93$). Les barbeaux de taille comprise entre 17 et 31 cm représentent le plus gros des effectifs (plus de 65%). Chez la carpe, les individus récoltés montrent des tailles variant de 11 à 51cm (moyenne $=27,76 \pm 7,18$). Plus de 53% de la population représentent des carpes de la classe de taille [21-31].

L'évaluation de la sex- ratio révèle la dominance des mâles par rapport aux femelles chez les deux espèces étudiées. chez la population de barbeau peuplant le barrage Hamiz, Ould rouis *et al.*,(2012) signale une prédominance des femelles. En Turquie, Mert *et al.*,(2008) trouve une prédominance des mâles chez *C.carpio* dans le lac Apa; le même résultat a été trouvé par Joadder *et al.*, (2009) sur les côtes de Bangladesh et par Fernandez-Delgado, (1990) en Espagne. Les fluctuations saisonnières de la sex- ratio chez les deux espèces montre une prédominance des mâles en période printanière et estivale ; nous notons par ailleurs ; que les femelles prédominent en hiver. Bouhbouh (2002), rapporte chez *Barbus callensis*, une prédominance des mâles en période printanière et durant le reste de l'année la sex-ratio est inférieure à 1.

L'application de l'équation de Von Bertallanfy nous a permis de déterminer les caractéristiques de chaque espèce. Nous notons, en effet, que les carpes ont une longueur maximale de 53 cm et une longueur asymptotique égale à 55,65cm ; avec un taux de croissance moyen de l'ordre de $0,22 \text{ans}^{-1}$. Quant aux barbeaux, bien que les longueurs maximale observée et asymptotique soient respectivement égales à 36,5cm et 37,8cm ; leur taux de croissance estimé serait plus élevé (de l'ordre de $0,78 \text{ans}^{-1}$).

La taille asymptotique de la carpe relevée dans le cadre de cette étude est proche de celle enregistrée en Iran par Vazirzadeh et Yelghi (2015) chez la même espèce (68,13cm), mais bien inférieure à celle des carpes récoltées en Turquie par Balik *et al.*,(2006) dans le lac Karamik ($L_{\infty}=130\text{cm}$). En Algérie, Zouakh *et al.*,(2007), rapporte que *B. setivimensis* atteint 30,54cm dans le barrage de Aïn Zada ; une taille de 33,25cm est signalée chez les barbeaux prélevés dans le réservoir Allal el Fassi (Bouhbouh, 2002),.

En ce qui concerne le taux de croissance chez la carpe, nos données sont proches de celles rapportées par Vazirzadeh et Yelghi (2015) en mer caspienne ($K=0,24 \text{ans}^{-1}$), par Tempero-Grant, *et al.* (2006) en nouvelle Zélande ($K=0,21 \text{ans}^{-1}$), et par Smith et Walker (2004) en Australie ($K=0,21 \text{ans}^{-1}$), mais bien supérieure à celle de la même espèce récoltée dans le lac

karamik par Balik *et al.*, (2006) ($K=0,07 \text{ ans}^{-1}$). Selon Vazirzadeh et Yelghi (2015) ces différences de taux de croissance seraient liées à des conditions climatiques et aux variations génétiques.

L'évaluation de l'intensité de la relation entre la longueur totale et le poids éviscéré chez la carpe, montre l'existence d'une allométrie isométrique illustrée par une croissance du poids proportionnelle au cube de la longueur ceci est valable aussi bien pour les mâles que pour les femelles. Chez le barbeau, l'estimation de la croissance relative révèle l'existence d'une allométrie majorante entre ces deux paramètres ; témoignant d'une augmentation du poids des individus plus rapide que celle de la taille ; les mâles présentent une isométrie de croissance ainsi que les femelles présentent une allométrie majorante.

En Tunisie, Chaouachi et Ben Hassine (1998) trouvent chez *Barbus callensis* de la lagune de Ichkeul une allométrie majorante, avec des taux d'allométrie supérieurs à 3 ($b = 3,09$). Bouhbouh (2002), trouve aussi une allométrie majorante chez la population de barbeau peuplant le réservoir Allal el Fassi. Chez la population de carpe peuplant la mer Caspienne, Sedaghat *et al.*, (2013) note une allométrie minorante ; ces variations pourraient être attribuées à des différences d'âge, la maturité, le sexe et les conditions environnementales (Bagenal et Tesh, 1978).

La croissance des cyprinidés est liée à des facteurs intrinsèques comme par exemple le rôle des hormones sexuelles qui ralentissent la croissance. Celles-ci diminuent au fur et à mesure que l'âge augmente, mais les poissons croissent durant toute leur vie ; la croissance est aussi liée à des facteurs extrinsèques tels que la température de l'eau qui agit directement sur la physiologie de la croissance de la faune piscicole et sur sa reproduction (Pourriot et Meybeck, 1995).

Les résultats de l'évaluation de l'indice de condition des deux espèces montrent que cet indice varie en fonction des saisons ; nous notons que chez la carpe les valeurs du K sont plus élevées ; elles varient entre $1,14 \pm 0,002$ et $1,01 \pm 0,016 \text{ g/cm}^3$; en revanche, chez le barbeau elles dépassent rarement la valeur $0,87 \pm 0,04 \text{ g/cm}^3$. D'après Fulton (1902), lorsque $K \geq 1$, il exprime le « bien-être » d'une population au cours des stades variés de son cycle de vie ; alors que $K < 1$ signifie que le poisson n'est pas en embonpoint dans son biotope.

C'est par ailleurs en hiver que les valeurs maximales sont notées. Nos résultats corroborent ceux de Ould Rouis *et al.*, (2012) obtenus chez *B. callensis* du barrage Hamiz (Algérie) où les valeurs de ce coefficient sont à leur maximum en période hivernale.

En été la chute des valeurs du coefficient de condition s'expliquerait par l'utilisation des réserves énergétiques pour la reproduction (Kraïem *et al.*, 1994). Au contraire, l'accroissement avant la période de ponte met en évidence l'importance du poids des gonades (Jamet *et al.*, 1990 et

Jamet, 1995). D'après Kraïem (1980) et Banabid (1990), la variation saisonnière du coefficient de condition est essentiellement liée à la disponibilité de la nourriture dans le milieu ainsi qu'à la reproduction.

Reproduction

La période de ponte des deux espèces de Cyprinidés peuplant le lac Oubeira débute le mois de février et se poursuit jusqu'au mois d'avril au moment où la température de l'eau atteint 18°C. Ould Rouis *et al.*, (2012) trouvent que la ponte de *B.callensis* dans le barrage Hamiz a lieu entre avril et juin.

Chez les Cyprinidés, Breton *et al.*(1980) indiquent que la température de l'eau joue un rôle important dans la gamétogenèse. La maturité sexuelle chez *C.carpio* peut être précoce dans les climats chauds (Weil *et al.*, 1986). C'est un facteur limitant de la maturation des ovocytes et de l'ovulation qui ne peut se produire en dessous d'un seuil thermique de 18°C pour *C.carpio* (Huet, 1986). Pour cette espèce, la vitellogenèse peut commencer à 12°C mais ne peut se poursuivre que lorsque les températures sont comprises entre 15° et 17°C (Ricard, 1981). L'alimentation peut agir sur la reproduction directement pour l'élaboration de vitellus et indirectement sur la qualité et la quantité des gamètes. Selon Weil *et al.*, (1986) la combinaison d'une haute température et d'un bon régime alimentaire peut avancer de deux mois la maturation des gonades.

La plupart des espèces pondent donc à des périodes proches mais étant donné qu'elles se trouvent à des latitudes différentes, il est logique d'affirmer que la ponte n'est pas induite par une seule et même température mais uniquement par une augmentation de celle-ci. En revanche, il est à signaler qu'en dessous d'une certaine température, la ponte n'aura pas lieu. Cette température de "limite de ponte" varie avec la zone dans laquelle se trouve le poisson ; elle est de 21 °C au Maroc (Boubouh, 2002) et de 20°C en Tunisie (Kraïem, 1997). La température optimale pour la reproduction naturelle chez le Barbeau est comprise entre 14 et 16°C en Belgique (Philippart, 1982).Par contre, chez le barbeau fluviatile européen *B. barbuis*, les femelles entrent en reproduction naturelle sur les gravières en eaux courantes à une température optimale comprise entre 13,5 °C et 14 °C (Baras, 1992).

Selon Poncin *et al.*,(1987) ; la température reste le facteur le plus important dans la détermination de la période de ponte chez les cyprinidés.

Certains cyprinidés peuvent effectuer des migrations saisonnières (Lucas et Batley, 1996 ; Prignon *et al.*, 1996 et Vander, 1997) ou ils se réfugient dans des endroits calmes, de préférence les cavités du rivage, entre les racines et sous les pierres (Bent et Presben, 1991).

La reproduction chez les poissons est un phénomène physiologique qui nécessite la mobilisation d'une grande quantité d'énergie. Cette énergie est, suivant les cas, puisée au niveau du muscle ou bien au niveau du foie. C'est grâce au calcul du RHS que l'on pourra savoir dans quel type d'organe les réserves lipidiques sont stockées.

Le suivi mensuel du rapport hépato-somatique (RHS) chez la carpe montre que les valeurs minimales sont enregistrées en période de ponte et les valeurs maximales en période de maturation c'est à dire avant la ponte ; durant le cycle sexuel, les valeurs des RHS et RGS varient en sens inverse. Chez le barbeau ; le suivi mensuel du rapport hépato-somatique (RHS) montre une évolution presque similaire à celle du RGS avec des valeurs maximales atteintes au même moment, ce qui montre que le foie n'intervient pas dans le transfert des réserves lipidiques nécessaires à la vitellogenèse.

Régime alimentaire

Le régime alimentaire des deux espèces de cyprinidés étudiées est varié ; il englobe des composantes animales, végétales et substrat meuble (la vase). Les proies d'origine animale sont soit des vertébrés (poissons) soit des invertébrés (crustacés, insectes) ; en ce qui concerne les proies d'origine végétales, ce sont les plantes. Nous notons, par ailleurs, que les proportions de ces proies varient d'une espèce à l'autre.

Chez les deux espèces, Le pourcentage le plus élevé d'estomacs vides était observé au printemps avec : 53,33% chez la carpe et 56,3% chez le barbeau ; Le pourcentage le plus faible était observé en automne avec : 15,5% chez la carpe et 21,7% chez le barbeau.

Le rythme de l'activité alimentaire est influencé par les conditions du milieu et l'état physiologique des poissons. En effet. L'augmentation du poids des gonades durant le printemps, peut comprimer le tube digestif et réduire le bol alimentaire (Boët, 1980). Les valeurs relativement faibles de la transparence de l'eau peuvent avoir un effet sur le rythme alimentaire surtout que les cyprinidés sont des prédateurs visuels (Ponton et Stoffek, 1987). Par ailleurs, il est à noter que les températures élevées en période estivale peuvent engendrer l'augmentation du transit gastrique (Boët, 1980) et que les faibles concentrations en oxygène dissous au fond peuvent priver les poissons de proies benthiques (Jamet et Lair, 1991).

Le coefficient de vacuité est faible chez les juvéniles et augmente ensuite avec la taille ; les mêmes constatations ont été enregistrées par Reyes-marchant *et al.*, (1992). Ceci est probablement dû au fait que les jeunes sont plus agiles que les adultes, les adultes se nourrissent peu ou pas en période de fraie (Kraiem, 1994) ; avec l'âge les poissons pourraient développer une sélectivité dans le choix de la nourriture (Khalaf, 1985 ; Benabid, 1990).

Durant cette période d'étude, les poissons étudiés ont un régime alimentaire de base composé de poissons, crustacés, plantes, insectes et substrat meuble ; toutefois les proportions des proies montrent des changements en fonction de la taille du poisson. D'après les résultats obtenus ; nous constatons que chez les deux poissons, les crustacés représentent une assez forte proportion dans leur régime alimentaire. Nous notons par ailleurs que la vase aussi occupe une grande place dans leurs bols alimentaires. Les carpes consomment beaucoup plus de poissons (plus de 25% des aliments ingérés) que de plantes et d'insectes (presque 13% des aliments ingérés), alors que chez le barbeau les plantes et les insectes représentent presque 20% des aliments ingérés.

Chez la carpe ; nous notons, que la fraction des «proies poissons» augmente progressivement avec la taille des carpes; elle passe de 0% chez les carpes de petite taille à 49.6 %, 66,89% et 76% chez celles des classes de taille [21-31[, [31-41[et [41-51] respectivement.

En ce qui concerne les crustacés, ils représentent respectivement 40% et 13% des proies contenues dans le tube digestif seulement chez les carpes des classes de taille [11-21[et [21-31[; ce type de proies n'apparaît plus dans le contenu du tube digestif des carpes de grande taille qui est composé essentiellement de poissons. Une baisse graduelle de la fraction « plante » est notée ; les plantes, qui représentent jusqu'à 21% du contenu du tube digestif chez les carpes de la classe de taille [11-21[, montrent une baisse de leur proportion en fonction de l'augmentation de la taille des carpes , passant à 17,66%, 13% et 10,89% chez respectivement les carpes des classes de taille[21-31[, [31-41[et [41-51]. Nous notons, en effet, que la fraction des « insectes » varie entre 10% à 22% chez les classes de taille [21-31[, [31-41[respectivement puis tend vers la valeur zéro chez les carpes de grande taille ([41-51]).

Chez le barbeau ; la fraction des « proies crustacés» est bien représentée chez les classes de taille de moins de 24cm ([10-17[et [17-24[). Une augmentation de la fraction « poisson » est notée ; elle passe de 0% chez les individus de la classe de taille [10-17[à 24,7%, 44,33% et 72,46% chez celles des classes de taille [17-24[, [24-31[et [31-81] respectivement. Les plantes qui représentent jusqu'à 25% du contenu du tube digestif des barbeaux de la classe de taille [10-17[, montrent une baisse de leurs proportions en fonction de l'augmentation de la taille des barbeaux, passant à 17%, 11% et 0% chez respectivement les barbeaux des classes de taille]17-24] ,]24-31] et]31-38]. Une baisse graduelle de la fraction « proies-insectes» est aussi notée ; elle passe de 33% chez les barbeaux de la classe de taille [10-17] à 22% , 20% et 3% chez celles des classes de taille]17-24] ,]24-31] et]31-38] respectivement.

Selon Ranson, (2003), plusieurs facteurs peuvent influencer le régime alimentaire :

- La profondeur des fonds de l'habitat : une faible profondeur modifiera la solubilité de l'oxygène et subira des variations thermiques plus fréquentes et brutales. Les habitudes alimentaires seront instables.
- La nature des fonds : dans les gravières, les poissons orientent leur régime vers des organismes benthiques (crustacés et mollusques) alors que dans des étangs vaseux, la consommation de chironomes sera énorme.
- L'accessibilité de la nourriture : sur un plan d'eau destiné à la pêche, l'amorce peut constituer une nourriture facile et modifier temporairement ou à plus long terme le comportement alimentaire.

Parasitisme

L'examen de 603 spécimens appartenant à (02) deux espèces hôtes (*Cyprinus carpio* et *Barbus callensis*) rattachées à la famille Cyprinidae pêchées dans le lac Oubeira, nous a permis de recenser 948 parasites (869 chez *Cyprinus carpio* et 79 chez *Barbus callensis*).

L'observation des caractères anatomiques et biologiques des parasites récoltés chez les deux espèces hôtes révèle la présence de 9 espèces de parasites ; quatre dans les branchies (*Dactylogyrus anchoratus*, *Dactylogyrus* sp., *Argulus foliaceus* et *Ergasilus* sp.) et cinq dans le tube digestif et la cavité générale (*Ligula intestinalis*, *Bothriocephalus acheilognathi*, *Contracaecum* sp., *Anisakis* sp. et *Acanthogyrus* sp.).

Nous notons que la composante de la communauté parasitaire relevée chez chaque espèce hôte est variable. Nous relevons la présence des espèces *Dactylogyrus* sp., *Ergasilus* sp., *Anisakis* sp. et *Acanthogyrus* sp. chez *B. callensis*, et celles de *Dactylogyrus anchoratus* et *Contracaecum* sp. chez *C. carpio*. Chez ces 2 espèces hôtes, trois espèces parasites sont communes (*Argulus foliaceus*, *Bothriocephalus acheilognathi* et *Ligula intestinalis*).

Répartition géographique des parasites recensés

▪ Le genre *Dactylogyrus*

Les Monogènes sont des vers plats, non segmentés, de petite taille, ectoparasite de vertébrés à sang froid qui possèdent, dans la partie antérieure des organes d'adhésion et dans la partie postérieure des organes de fixation. Selon Dove et Ernst, (1998), dans la famille des cyprinidés, 95% des espèces du genre *Dactylogyrus* sont parasites des branchies. Le genre *Dactylogyrus* est signalé pour la première fois en Algérie par Meddour *et al.* (1988) sur les branchies de spécimens de l'espèce *Barbus callensis* capturés dans l'Oued Bounamoussa ; la présence de ce

parasite est rapportée chez *Cyprinus callensis* et *Cyprinus gibilio* peuplant le lac Oubeira et chez *Cyprinus gibilio* capturé dans l'oued Bounamoussa (Meddour, 2009).

Dans le Nord-Est algérien, chez *C. carpio* peuplant le barrage de Foug El Khanga, Allalga *et al.*, (2015) signalent la présence du monogène *D. anchoratus* en plus de trois autres espèces du genre *Dactylogyrus*. Toujours, en Algérie, Chaïbi, (2014) signale, sur les branchies de *C. carpio* pêchée dans le Barrage Timgad, la présence de deux espèces de Monogènes *Dactylogyrus* sp. et *Gyrodactylus* sp. Le monogène *Dactylogyrus anchoratus* possède une large gamme de distribution ; Ce parasite est signalé au nord de la Turquie (Özer, 2010), au Kurdistan région de l'Iraq (Shamall *et al.*, 2011), au Nord-Est de l'Iran (Borji *et al.*, 2012) et en Lettonie (Kirjusina *et al.*, 2013). Dans la province du Khuzestan, *D. anchoratus* est rencontré chez la carpe commune *C. carpio* et le barbeau *B. sharpeyi* comme nouvel hôte (Shamsi *et al.*, 2009). La présence de cette espèce est aussi rapportée chez *C. auratus* et *L. barbatus* en Irak (Abdullah *et al.*, 2013) et chez *C. auratus auratus* en Bulgarie (Borisov, 2013).

▪ ***Argulus foliaceus***

Cette espèce est rattachée au phylum Arthropoda, à la classe Crustacea et à l'ordre Branchiura et la famille Argulidae. Sans spécificité pour l'hôte, les espèces du genre *Argulus* nommées « poux des poissons » sont des ectoparasites dont la présence est rapportée dans tous les continents : en Afrique par Ringuelet, (1943), en Europe par Fryer, (1968), en Asie par Yamaguti, (1963), en Australie par Hewit, (1972), en Amérique (sud, nord, centre) par Byrnes, (1985). En Algérie, Meddour (2009) signale la présence d'*Argulus* sur *Barbus callensis*, *B. setivimensis*, *Pseudophoxinus callensis*, *P. guichenoti*, *P. punicus*, *Cyprinus carpio* et *Carassius gibelio*. La présence de ce parasite est signalée dans les Lacs Oubeira et Tonga, dans les Oueds El Kebir et Bounamoussa et dans les barrages de Ain Defla, Harreza, Boukerdane et Guenitra.

▪ ***Ergasilus* sp.**

Cette espèce est rattachée au phylum Arthropoda, à la classe Crustacea et à l'ordre Copepoda et la famille Ergasilidae. Ce sont des parasites des branchies. En Algérie, la présence de *Ergasilus* est rapportée dans le barrage Foug El Khanga, chez *Cyprinus carpio* (Guessasma, 2013 et Boucenna *et al.*, 2015), dans le lac Oubeira, chez *Barbus callensis*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio* (Meddour, 2009). En Tunisie, la présence de *Ergasilus* est signalée par Raibaut *et al.*, (1975) sur *Mugil cephalus*, *Liza ramada*, *L. aurata*, *L. saliens*, par Raibaut et Ben Hassine (1977) sur *Mugil cephalus*, *Liza ramada*, *L. saliens*, *L. aurata*, *Alosa fallax*, *Barbus barbus*, *Solea solea* et *Anguilla anguilla* et par Ben Hassine (1981) sur *Belone belone*, *Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla*, *Alosa fallax* et *Barbus barbus*. Dans le lac Balaton, en Hongrie, Molnar et Szekely, (1997) signalent *Ergasilus* chez *Barbus meridionalis petenyi*, *Barbus cyclolepis*,

Alburnus alburnus alborella. En Macédoine, Stojanovski *et al.*, (2010) signalent sa présence dans les lacs Prespa et Dojran.

Les espèces du genre *Ergasilus* sont signalées chez *C. carpio* en Turquie (Villizi *et al.*, 2015), chez *Capoeta damascina* (peau et branchies), *Chalcalburnus mossulensis*(peau) et *Leuciscus cephalus* (branchies) dans la province du Kurdistan en Iran (Bozorgnia *et al.*, 2012).

▪ ***Ligula intestinalis***

L. intestinalis est un parasite qui appartient au phylum plathelminthes, à la classe Cestoda, à la sous classe Eucestoda à la famille Diphylobothriidae. La ligule est la forme pléroceroïde d'un cestode rencontré dans la cavité abdominale de poissons. Sa présence est signalée dans certains pays où il y a eu un transfert de stocks de poissons infestés et/ou avènement des œufs de ligule par le biais des oiseaux migrateurs facilitant ainsi leur dispersion (Kennedy et Burrough, 1981), comme l'ensemble des introductions en Australie (Morgan, 2003) et en Nouvelle Zélande (Weeks et Perlinton, 1986). En Algérie, la présence de la forme pléroceroïde de l'espèce *L. intestinalis* est signalée dans la cavité abdominale de *Barbus callensis*, *Cyprinus carpio*, *Pseudophoxinus callensis*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *P. guichenoti* (Meddour, 2009) peuplant les lacs Oubeira et Tonga et l'oued El Kébir. Toujours en Algérie, Hadou-Sanoun *et al.*, (2012) signalent la présence de la ligule chez *barbus setivimensis* capturé dans le barrage de Keddara situé au pied Nord de l'extrémité Est de l'Atlas Mitidjien. En Tunisie, Bahri-Sfar *et al.*, (2010) signalent la présence de *L. intestinalis* chez les Cyprinidés *Rutilus rubilio* et *Scardinius erythrophthalmus* peuplant deux retenues de barrages (Sidi Salem et Nebhana).

En Iran, dans la province du Kurdistan Bozorgnia *et al.*, (2012) signalent la présence de la larve pleroceroïde de *L. intestinalis* dans la cavité générale de *Chalcalburnus mossulensis*, *Pseudoras boraparva* et *Gambusia holbrooki*. En Turquie, Villizi *et al.*, (2015) rapportent l'existence de *ligula intestinalis* chez *C. carpio* provenant de divers hydrosystèmes.

▪ ***Bothriocephalus acheilognathi***

Bothriocephalus acheilognathi appartient au phylum plathelminthes, à la classe Cestoda, à l'ordre Pseudophyllidea et à la famille Bothriocephalidae. Ce parasite, décrit pour la première fois au Japon par Yamaguti en 1934, s'est répandu à travers le monde (Europe, Amériques, Afrique, Pacifique) suite à des opérations d'importation et de repeuplement de plans d'eau (Andrew *et al.*,1981 ; Pool et Chubb,1985).

En Algérie l'introduction de ce cestode s'est faite à travers l'importation de poissons infestés de Hongrie (Meddour, 2009). Ce parasite, communément appelé "ténia de poisson asiatique" présente une large distribution du fait qu'il montre une faible spécificité vis-à-vis du copépode qui lui sert d'hôte intermédiaire (Riggs et Esch, 1987). Le cestode parasite

Bothriocephalus acheilognathi infeste les poissons de diverses familles (Cyprinidae, Poecilidae, Cichlidae et Centrarchidae). En Algérie, Meddour (2009) signale la présence de *B. acheilognathi* chez *Barbus callensis*, *B. setivimensis*, *Pseudophoxinus callensis*, *P. guichenoti*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Carassius gibelio* dans divers plans d'eau de l'Est algérien (Lac Oubeira, Lac Tonga, Oued EL Kébir, Oued Bounamoussa, Barrage Boukerdane, Ain Zada, Harreza, Merjet EL Amel). Denis *et al.*, (1983) ; signalent la présence de ce cestode pour la première fois au sud de la France suite aux introductions de la carpe. La présence de ce cestode a été également signalée chez *C. carpio* dans le lac Beyşehir (Tekin-Özan, 2008) ; dans le lac Iznik (Aydoğdu *et al.*, 2003) et dans le lac Manyas Öztürk et Altunel (2001), chez *Gobius fluviatilis* de lac Uluabat (Öztürk *et al.*, 2002) et chez *A. alburnus* de lac Enne (Koyun et Altunel, 2007), chez *Barbus lacerta* dans la rivière Murat en Turquie (Koyun *et al.*, 2015). Villizi *et al.*, (2015) signale la présence de ce cestode chez *C. carpio* peuplant divers hydrosystèmes (plan d'eau naturel, barrage, cours d'eau) Turques. Il semble bien établi dans la partie inférieure du fleuve Colorado et les îles hawaïennes (Choudhury *et al.*, 2006). Il a été signalé chez *Pimephales notatus* dans les grands lacs au Canada (Marcogliese, 2008). Au Mexique, Velazquez-Velazquez *et al.*, (2011) signalent la présence de *B. acheilognathi* chez *Profundulus hildebrandi* (cyprinodontiforme) peuplant la rivière San Cristobal de Las Casas.

▪ ***Contracaecum* sp.**

L'espèce *Contracaecum* sp. est rattachée à la famille Anisakidae, à la classe Secernentea et au phylum Nématelminthe. Cette espèce partage les particularités communes à tous les nématodes : plan du corps vermiforme, section transversale de forme arrondie et absence de segmentation, et recouvert d'une épaisse cuticule. La larve L3 est rencontrée dans la cavité générale du poisson (paroi du tube digestif, foie, muscle..) qui représente le second hôte intermédiaire (2^{ème} HI); le ver adulte se développe chez les oiseaux piscivores (hôte définitif) qui ingèrent des poissons infestés par la larve L3. Les œufs rejetés avec les déjections de ces hôtes définitifs embryonnent dans l'eau et libèrent des larves, qui infestent un crustacé (1^{er} hôte intermédiaire).

Nous signalons pour la première fois la présence de la larve du nématode *Contracaecum* sp. dans la cavité générale de *C. carpio* peuplant le lac Oubeira. *Contracaecum* sp. a une distribution mondiale et plusieurs espèces de poissons agissent comme hôte intermédiaire (Bomker, 1982; Farjallah *et al.*, 2008 ; Umehara *et al.*, 2006; Rosas-Valdez *et al.*, 2007 ; Abowei et Ezéchiél, 2011 ; Quiazon *et al.*, 2011; Tantanasi *et al.*, 2012 ; Filippi, 2013) ou comme hôtes définitifs (De Oleivera Rodrigues *et al.*, 1975 ; Nuchjangreed *et al.*, 2006). En Iran, la présence de cette larve est rapportée chez *Barbus* sp. dans le lac Parishan (Shamsi et Aghazadeh-Meshgi,

2011), chez *Capoeta damascina* (cyprinidé) du lac Kerman (Pazooki *et al.*, 2012) et chez *Barbus lacerta* peuplant le réservoir Gheshlagh (Bozorgnia *et al.*, 2012).en Turquie, *Contracaecum sp.* est rencontrée chez *A. alburnus* de lac Enne (Koyun et Altunel, 2007), chez *V. vimba*, *C.carassius*, *C. auratus*, *C. tinca*, *B. plebejus escherichi*, et *S. erythrophthalmus* (Selver *et al.*, 2009) ; chez *Barbus lacerta* peuplant le réservoir Gheshlagh (Bozorgnia *et al.*, 2012) ; Koyun *et al.*, (2015) ont aussi signalé la présence de *Contracaecum sp.* chez *Barbus lacerta* dans la rivière Murat ; Villizi *et al.*, (2015), signalent la présence de *Contracaecum sp.* chez *C. carpio* du lac Tahtali. En France, cette larve a été signalée chez *Anguilla anguilla* (Filippi, 2013).

▪ ***Anisakis sp.***

Anisakis sp. comme *Contracaecum sp.* sont des nématodes rattachés à la famille Anisakidae ; Les genres les plus répandus sont *Anisakis*, *Pseudoterranova* et *Contracaecum* ; ils ont des cycles évolutifs similaires. Ces parasites montrent une distribution mondiale et utilisent un grand nombre d'espèces de poissons comme hôtes intermédiaires, paraténiques ou définitifs. C'est en Nouvelle Zélande que Hurst (1984), a identifié et décrit les différents stades larvaires d'*Anisakis*. Selon NdewDione *et al.*, (2014), la distribution des larves d'*Anisakis sp.* serait liée beaucoup plus à la localité, la saison et le site de l'infestation qu'au genre de poisson. La distinction à l'intérieur du genre *Anisakis* est très difficile par l'étude morphologique des parasites. Seules les larves de stade 3 permettent d'effectuer une diagnose d'espèce. Les techniques d'analyse génétique peuvent permettre d'effectuer cette diagnose. Les travaux sur les Anisakidae révèlent que ces vers ont été plus présents dans les tissus adipeux (Lymbery *et al.*, 2002; Strømnes et Anderson, 2003;. Abattouy *et al.*, 2011).

En France, Petithory, (2008) note la présence d'*Anisakis* chez *Molva dypterygia* ; sa présence est signalé chez *Trachurus murphyi* sur les Côtes chiliennes (Georges-Nascimento *et al.*, 1983) et chez *Engraulis japonicus* dans la Mer de Corée (Song *et al.*, 1995).

▪ ***Acanthogyrus sp.***

Ce parasite possède un rostre petit, rétractile muni de crochets répartis en 3 rangées, un corps long et cylindrique, à courbure sur le côté ventral. La partie antérieure externe du tronc est parsemé de petits crochets coniques. Ce parasite appartient au phylum Acanthocephala, à la classe Eoacanthocephala et la famille Quadrigyridae et la sous Famille Pallisentidae

En Algérie, l'acanthocéphale *Acanthogyrus sp.* est rencontré chez *Barbus callensis* capturé dans divers hydrosystèmes de l'Est algérien ; Meddour (2009), le signale dans le lac Oubeira, les Oued El Kebir, Bounamoussa et Seybouse, les barrages de Ain Dalia et Bouhamdane. Ce parasite est aussi rencontré chez *Barbus setivimensis* peuplant les barrages de Harreza, Ain Zada et Skikda et l'oued Isser (Meddour, 2009).

Kabre (1997), a retrouvé l'espèce *Acanthogyrus tilapiae* dans le tube digestif de *Tilapia zillii*. En mer Adriatique, Orecchia *et al.*, 1988 signale la présence de genre *Acanthogyrus* chez *Liza aurata*. Au Nord de la mer baltique Wayland *et al.* (2004) ont signalé la présence de l'espèce *E. salmonis* chez *Coregonus lavaretus* (Salmonidae) et *Osmerus eperlaus* (Salmonidae).

Evaluation du parasitisme chez les cyprinidés du lac Oubeira

L'évaluation des paramètres structuraux des peuplements de parasites montre que la richesse la plus importante caractérise l'espèce hôte *Barbus callensis*. Nous notons, en effet, que le plus grand nombre d'espèces parasites (7) est rencontré chez *Barbus callensis* contrairement à la carpe qui n'abrite pas plus de 5 espèces parasites.

Par ailleurs, la composante de la communauté parasitaire relevée chez chaque espèce hôte est variable. Nous relevons la présence des espèces *Dactylogyrus* sp., *Ergasilus* sp., *Anisakis* sp. et *Acanthogyrus* sp. chez *B. callensis* ; celles de *Dactylogyrus anchoratus* et *Contracaecum* sp. chez *C. carpio*. Chez ces 2 espèces hôtes, trois espèces parasites sont communes (*Argulus foliaceus*, *Bothriocephalus acheilognathi* et *Ligula intestinalis*).

L'application de l'indice de Shannon-Weaver nous donne des valeurs (2,04 chez *B. callensis* et 1,13 chez *C. carpio*) qui font apparaître que la diversité en parasites chez les deux cyprinidés est dans son ensemble faible, du fait qu'en théorie une diversité très faible se caractérise par la valeur 1,5.

Il ressort de ces observations que certaines espèces parasites recensées ne présentent pas une spécificité étroite vis-à-vis de l'hôte ; car sur 9 espèces recensées 3 sont communes aux deux espèces hôtes. Selon Lymbery (1989), la spécificité d'un parasite peut se mesurer par le nombre d'hôte qu'il possède, moins il possède d'hôtes, plus son degré de spécificité est élevé. De ce fait, la spécificité d'un parasite reflète son degré d'adaptation à un ou plusieurs hôtes. Par ailleurs, Euzet et Combes (1980) qualifient un spécialiste quand ce dernier n'utilise qu'un seul hôte, par opposition le parasite utilisant plusieurs hôtes est appelé généraliste. Certains taxons de parasites sont connus pour contenir des espèces plus spécialistes ou plus généralistes que d'autres. Par exemple, les crustacés copépodes parasites sont généralement assez généralistes alors que les monogènes sont très spécialistes (Baer, 1957 ; Kennedy, 1975 ; Rohde, 1982 ; Noble, 1989, Desdevises, 2001). Malgré la grande spécificité des monogènes, Shamsi *et al.*, (2009) montrent que, la transmission de monogène parasite exotique à des hôtes indigènes est fort possible ; ces auteurs rapportent la transmission de *Dactylogyrus anchoratus* de l'espèce introduite, la carpe *C. carpio*, à une espèce indigène, le barbeau *Barbus sharpeyi*.

Il ressort des études de détermination de la richesse parasitaire que plusieurs facteurs peuvent agir directement ou indirectement sur la richesse spécifique, à savoir, les facteurs liés : à

l'expérimentation (effort d'individus hôte examiné) (Walther *et al.*, 1995), à l'hôte et son comportement social (trais de vie, taille, habitat et comportement) (Morand *et al.*, 1999), à la phylogénie des hôtes et des parasites (Bush *et al.*, 1997 ; Poulin, 1995 ; Guégan et Morand, 1996 ; Sasal *et al.*, 1997).

Dans le lac Oubeira, les valeurs des indices parasitaires sont très élevées en été et au printemps et très basses en hiver ceci aussi bien pour la carpe que pour le barbeau. Toutefois, chez la carpe, les valeurs notées en automne sont relativement élevées contrairement aux valeurs basses enregistrées à cette même période chez le barbeau.

L'évaluation des taux des ectoparasites recensés montre que chez *C. carpio* ; le monogène *Dactylogyrus anchoratus* représente 96% de l'ensemble de la population ectoparasitaire récoltée contre seulement 4% pour le crustacé *Argulus foliaceus*. Chez le barbeau *B. callensis* la communauté ectoparasitaire est constituée de 93% de crustacé (69% d'entre eux appartiennent au genre *Argulus* et 25% appartiennent au genre *Ergasilus*) et 7% de monogènes du genre *Dactylogyrus*.

Parasites branchiaux

Chez les deux poissons hôtes étudiés, les spécimens du genre *Dactylogyrus* montrent les taux d'infestation saisonniers les plus élevés en été (P= 28,88% chez *C. carpio* et P=2,32% chez *B. callensis*). Nos résultats sont confortés par ceux de Borji *et al.*, (2012) qui enregistrent, chez les carpes de lac Mashhad (Iran) de très faibles taux d'infestation (de 2 à 29%). En Algérie, Allalguia *et al.* (2015) notent, chez les carpes peuplant le barrage de Foum El Khanga, des taux d'infestation par *Dactylogyrus* nettement plus élevés (3,33 à 60%). En Turquie, Tekin-Özan *et al.* (2008) rapportent chez les carpes du lac Beyşehir des taux d'infestation par *Dactylogyrus* encore plus élevés (compris entre 25 et 69%). Les valeurs de l'intensité d'infestation par *Dactylogyrus* varient de 1 à 5,6 chez *C. carpio* et de 1 à 3 chez *B. callensis* ; nous notons que les valeurs les plus élevées sont notées au printemps. Nos données montrent que c'est durant la période pendant laquelle la température est élevée que les valeurs de l'intensité moyenne d'infestation et de l'abondance sont les plus élevées. Dans le lac Iznik, les carpes infestées par *Dactylogyrus* abritent de 4 à 937 spécimens (Aydoğdu et Altunel, 2002) ; ces auteurs rapportent que les valeurs les plus élevées sont relevées d'avril à août.

À l'exception de *D. anchoratus*, qui est présent pendant les quatre saisons en raison de sa forte adaptation aux variations saisonnières, *Dactylogyrus* sp. récolté chez *B. callensis* est absent durant l'hiver et l'automne. Allalguia *et al.*, (2015) rapportent la présence de *D. anchoratus* uniquement en hiver (P = 3,33%, IM = 2 et A = 0,06). Selon Chubb (1970) et Hanzelova et Zitan (1985) les changements de température et de saison ont une influence majeure sur la dynamique des

populations de *Dactylogyrus* ; certains ont tendance à se reproduire quand la température de l'eau augmente alors que d'autres se reproduisent quand la température de l'eau baisse.

Dans la présente étude, l'infestation par les monogènes est plus élevée en été ; nos résultats sont confortés par ceux de Borji *et al.*, (2012) qui montrent, chez *C. carpio* peuplant le lac Mashhad en Iran, que l'infestation par *D.anchoratus* est optimale en période estivale. Les valeurs élevées des indices épidémiologiques des monogènes en période estivale s'expliqueraient, selon Koyun (2011) par l'état physiologique (reproduction) des cyprinidés à cette période de l'année.

Selon Zander (1998), les variables du milieu extérieur, comme la température ou la salinité peuvent modifier la spécificité du parasite. Zharikova (2000) rapporte que les Monogènes du genre *Dactylogyrus* expriment leur adaptation à l'élévation de la température par la baisse de la taille de la structure chitineuse qui compose le disque de fixation; en revanche, les copépodes du genre *Ergasilus sieboldi* réagissent à cette augmentation de la température par une maturation rapide des œufs.

Notre analyse statistique montre l'existence d'une corrélation positive entre le nombre de spécimens de l'espèce *Dactylogyrus* et la taille des poissons hôtes. Aydoğdu *et al.* (2003) ont étudié la répartition de *D.extensus* dans six classes de *C.carpio* peuplant le lac Iznik en Turquie et ils ont trouvé une relation positive entre l'intensité du parasite et la taille de l'hôte. Chez *Tilapia zillii*, Ibrahim (2012) signale l'existence d'une corrélation significative de la prévalence et l'intensité moyenne d'infestation d'infracommunautés de monogènes avec la longueur du poisson. Selon Nie et Kennedy (1991), les poissons plus âgés fournissent plus d'espace pour la fixation du parasite. Des observations similaires ont été obtenues dans le Foulou au Cameroun par Tombi et Bilong-bilong (2004) sur les monogènes branchiaux de *Barbus martorelli*. Chez les carpes de Fom El Khanga, les spécimens du genre *Dactylogyrus* sont beaucoup plus présents chez les individus de grande taille (Allalga *et al.*, 2015).

Ceci serait en relation avec l'occupation de la niche écologique par les parasites qui trouvent une plus grande surface chez les hôtes de grande taille. En Afrique occidentale, Guégan *et al.* (1992) montrent que la taille des cyprinidés explique 77% de la variation du nombre d'espèces de monogènes branchiaux Dactylogyridae par espèce d'hôte ; Ces auteurs notent, parmi les Cyprinidés examinés, que les petites espèces de poissons n'abritent aucun monogène, alors que la plus grande arrive à abriter jusqu'à 13 spécimens, les autres se situant dans l'intervalle.

Sasal *et al.* (1997) suggèrent que les hôtes de grande taille sont susceptibles d'offrir un plus grand nombre de niches aux parasites et, par conséquent, de présenter des richesses parasitaires plus importantes. De plus, un grand poisson va plus probablement être sexuellement mature et plus probablement avoir été exposé aux parasites pendant longtemps, augmentant ainsi la

probabilité d'être infesté par une plus grande infracommunauté diversifiée de parasites. En conséquence, les plus grands poissons peuvent avoir plus d'espèces différentes de parasites que les poissons de plus petite taille (Zapata *et al.*, 2006 ; Munoz et Zomara, 2011).

Le crustacé *Argulus foliaceus* montre une plus forte présence chez le barbeau (42 spécimens contre seulement 7 chez la carpe) illustrée par des prévalences maximales de 39 et 3,66% respectivement chez *B.callensis* et *C.carpio*. La présence de ce parasite est limitée aux mois de mars à juin pour le barbeau et de juin à octobre pour la carpe. Chez la carpe, seuls les spécimens de grande taille sont infestés ; chez le barbeau, *Argulus foliaceus* est absent chez les petites tailles et montre des taux d'infestations qui augmentent avec l'augmentation de la taille. En Turquie, Oktener *et al.*, (2007) signalent chez les carpes du lac çavuşçu un taux d'infestation par *Argulus foliaceus* de l'ordre de plus de 45% et une intensité moyenne d'infestation de 2,6. Toujours chez *C. carpio* peuplant un plan d'eau situé dans le Nord-Est de l'Iran, Borji *et al.*, (2012) rapportent des taux d'infestation par *Argulus foliaceus* de seulement 2%. Chez le cyprinidé *Scardinius erythrophthalmus* du lac Manyas en Turquie, Öztürk (2010) rapporte des taux d'infestation de l'ordre de 24% ; cet auteur signale la présence de ce parasite en période estivale et son absence le reste de l'année. Cette présence au printemps et en été serait liée à la température de l'eau qui commence à augmenter pour atteindre l'optimum requis pour la reproduction du parasite (Özer et Erdem, 1999 ; Harrison *et al.*, 2006 ; Öztürk, 2010). En ce qui concerne la relation de l'infestation par *Argulus* et la taille de l'hôte, Öztürk et Bulut (2006) rapportent que l'infestation augmente avec l'âge du poisson du fait que le poisson âgé offre une surface branchiale plus importante au crustacé parasite en plus de la baisse d'immunité vis-à-vis de ce dernier. Selon Webb (2008), des différences dans l'infestation par *Argulus* autres que celle due à la taille de l'hôte pourraient être liées au comportement de l'hôte du fait qu'il existe une ségrégation par le sexe chez les poissons hôtes durant la période de ponte.

Selon Piasecki *et al.*, (2004), l'espèce *Ergasilus sieboldi* serait généraliste et infesterait la majorité des poissons d'eau douce. La présence du copépode *Ergasilus* sp. dans les branchies de *Barbus callensis* est limitée à seulement 3 mois (mars, avril et juin) pendant lesquels le taux d'infestation ne dépassent pas 13% avec une intensité moyenne de 1,4 et l'abondance de 0,18 copépode/barbeau examiné; il est par ailleurs absent chez les barbeaux de petite et grande taille. Meddour (2009) signale la présence d'*Ergasilus* sp. sur les branchies de *C. carpio* capturée dans l'oued Bounamoussa et le lac Oubeira. Ce même auteur rapporte la présence sur les branchies de *B. callensis* du copépode *Lernaea cyprinacea*. Dans le Nord-Est algérien, Boucenna *et al.*, (2015) rapportent chez *C. carpio* peuplant le barrage de Foum El Khangala présence de copépodes (*Ergasilus* et *Lernaea*) à des taux d'infestation de plus de 53 et 46% au printemps et en

été ; En automne, les taux d'infestation baissent à moins de 10% et en hiver le copépode est absent. Les résultats de l'analyse multi variée a permis de mettre en évidence l'influence du micro habitat, de la saison et de la taille du poisson sur l'infestation par les copépodes recensés (Boucenna *et al.*, 2015). En République Tchèque, Rohlenova *et al.* (2011) rapportent chez la population de *C. carpio* pêchée dans l'étang d'élevage de Vodňany, que l'infestation par les deux crustacés *Argulus foliaceus* et *Ergasilus sieboldi* est plus élevée en période estivale et printanière. Ces observations sont confortées par celles de Anvarifar *et al.*, (2014), qui signalent chez le cyprinidé *Capoeta gracilis* des taux d'infestation, par le copépode *Tracheliastes polycolpus*, très élevés au printemps et en été. Selon Marcogliese (2003), de nombreux parasites présentent des stades de vie libre (œufs, larves ou les deux) qui sont exposés aux paramètres environnementaux externe ; de ce fait, la distribution et l'abondance de ces parasites pourraient être affectées par les conditions du milieu. Le rôle des saisons dans le développement et l'abondance des copépodes parasites est rapporté par Benmansour (2001) ; cet auteur rapporte que la température serait l'un des facteurs essentiels à l'origine des fluctuations saisonnières des populations de parasites.

Rohde *et al.*, (1995) et Esch *et al.* (1990) considèrent que les changements dans l'abondance du parasite par rapport à leur cycle de vie sont autant influencés par l'environnement de l'hôte que par la physiologie de l'hôte. Selon Kirk *et al.*, (2000), les niveaux d'infestation diminuent avec l'augmentation de la salinité. D'après Kennedy et Fitch, (1990), même en eau de mer, l'éclosion des œufs des parasites montre une baisse mais n'est pas totalement inhibée.

Les résultats de l'étude de la répartition des copépodes en fonction de la taille font apparaître que, les indices parasitaires augmentent avec l'augmentation de la taille de leur hôte. Des observations similaires ont été obtenues par Ibrahim (2012) chez *Tilapia zillii* infesté par *Ergasilus* sp. et *Lernaea cyprinacea*, par Stavrescubedivan *et al.*, (2014) chez *Lepomis gibbosus* infesté par *Lernaea cyprinacea*, par Pérez-bote (2000) chez trois espèces de la famille Cyprinidae (*Leuciscus alburnoides*, *Chondrostoma willkommii*, *Barbus sclateri*) infestées par *Lernaea cyprinacea*.

Bush *et al.*, (2003) et Zander (2004) ont signalé une corrélation significative des prévalences et des intensités moyennes des parasites avec la longueur de l'hôte ; ces auteurs ont indiqué que ceci est attribuable au fait que plus le poisson est grand et plus il a de temps pour accumuler des parasites contrairement au poisson de petite taille.

Parasites de tube digestif

L'examen des tubes digestifs des barbeaux et carpes capturés dans le lac Oubeira nous a permis de récolter respectivement un et 3 spécimens du cestode parasite *Ligula intestinalis*. Ce dernier est rencontré en décembre et en janvier chez les individus de petite taille. Hadou-Sanoun *et al.*, (2012) rapportent, chez *B. setivimensis* du lac Keddara, un taux d'infestations de l'ordre de 10,44% de l'ensemble des poissons examinés et une intensité moyenne de 2 parasites par poisson infesté. Ces auteurs signalent, par ailleurs, un taux d'infestation maximum en automne (environ 14%) et minimum au printemps (7,5%) ; Ce sont toutefois les individus de petite taille qui sont plus exposés au parasite que les grands spécimens. Les taux d'infestation de *L. intestinalis* au sein des classes de taille de l'hôte concordent avec ceux de Kennedy *et al.*, (2001), Loot *et al.*, (2002b), Liyod Morgan,(2003), Ergonul et Altindag, (2005). En Egypte et au Soudan *L. intestinalis* montre des prévalences comprises entre 7 et 10% (Paperna, 1980). En Tunisie Bahri-Sfar *et al.*, (2010) rapportent chez les cyprinidés *Rutiliorubilio* (gardon) et *Scardinius erythrophthalmus* (rotengle) la présence de *L. intestinalis* à des prévalences respectives de 14,8% et 4,2% à Sidi Salem et 5,1% et 1,4% à Nebhana; ces auteurs expliquent les fortes prévalences enregistrées à Sidi Salem par l'abondance d'oiseaux piscivores dans ce site par rapport à Nebhana. Dans la retenue de sidi Salem, la distribution des paramètres parasitologiques en fonction de l'âge du gardon, montre que l'infection débute chez les poissons âgés de un an du fait qu'ils soient zooplanctonophages et ingèrent de fortes quantités de crustacés copépodes infestés (premiers hôtes intermédiaires hébergeant la forme pléroceroïde). Par ailleurs, à ce stade, le jeune poisson est beaucoup plus sensible à l'infestation (Manilla *et al.*, 1984 ; Loot *et al.*, 2001a). Bahri-Sfar *et al.*, (2010) rapportent, par ailleurs, que les poissons âgés de 2+ présentent des prévalences faibles mais des intensités moyennes plus élevées ; dans les classes d'âge 3+ et 4+, une augmentation des valeurs de la prévalence est notée. Dans le cas de la retenue de Nebhana, seuls les poissons de petite taille (16-18cm) sont infestés et présentent de fortes charges en parasites ; ceci s'expliquerait par une agrégation de pléroceroïdes ayant pour origine une importante ingestion de copépodes parasités qui serait liée à une stimulation de l'appétit de l'hôte par le parasite (Loot *et al.*, 2001a).

La distribution saisonnière de l'infestation par ces cestode ne dépend pas uniquement de la température ambiante mais aussi de l'abondance des copépodes qui elle aussi est fonction des saisons ; ces copépodes représentent pour le poisson une part assez importante dans son régime alimentaire ; ce dernier étant en relation aussi bien avec l'âge qu'avec la saison.

Le taux d'infestation varie toutefois selon de nombreux facteurs tels que la température, la teneur en oxygène, la composition minérale de l'eau, l'espèce, l'âge et l'état des hôtes (Arrignon,

1998). Cette distribution correspond à la présence de facteurs autres qu'abiotiques tels que la disponibilité des hôtes intermédiaires, l'efficacité de la prédation par rapport aux oiseaux, la transparence (3 à 4 m) et la profondeur (<13 m) de l'eau (Wanink, 1988).

Chez les cyprinidés *B. callensis* et *C. carpio* de l'Oubeira, le cestode *B. acheilognathi* n'est pas présent toute l'année ; Chez la carpe sa présence est limitée aux mois de février (4), mai (1), juin (1), juillet(1) et décembre(49); chez le barbeau nous avons récolté 3 spécimens en janvier, 1 spécimen en février et un autre en avril. Chez les cyprinidés du lac Oubeira les taux d'infestation par *B. acheilognathi* sont compris entre 1,11% et 11,11% chez *C. carpio* et entre 1,29% et 4,44% chez *B. callensis* ; il infeste surtout les individus de petite taille. En Turquie, Tekin-Özan *et al.*, (2008) enregistrent, chez les carpes du lac Beyşehir des taux d'infestation variant de 5% à 33,33% ; Öztürk et Özer, (2014) notent, chez les carpes, un taux d'infestation par *B. acheilognathi* de l'ordre de 26,72%. A Mexico, Velasquez-Velasquez *et al.*, (2011) signalent chez l'espèce *Profundulus hildebrandi* (cyprinodontiforme endémique à la rivière San Cristobal de las Casas) la présence de *B. acheilognathi* toute l'année à des taux d'infestation dépassant 60% et une abondance de plus de 4,5 parasites / poisson examiné. Chez *Barbus lacerta* peuplant la rivière Murat (Extrême est de l'Anatolie), Koyun *et al.*, (2015) rapportent des prévalences de *B. acheilognathi* de l'ordre de 6% ; la présence de ce cestode est notée au printemps et en automne à des prévalences de 9,3 et 5%. Les valeurs des prévalences saisonnières de *B. acheilognathi* sont élevées en hiver ; nos résultats sont confortés par ceux de Granath et Esch (1983) qui rapportent chez *Gambusia affinis* de divers plans d'eau du sud des Etats Unis, la présence de pic, en période froide de *B. acheilognathi* à un stade précoce (non segmenté).

B. acheilognathi est fortement présent chez les poissons de petite taille. Ceci est conforté par les observations de Körting (1975) qui rapportent, chez les jeunes carpes la présence de 60 vers/poisson. Par ailleurs, Bachinskii *et al.*, (1978) signalent que les carpes plus âgées restaient moins sensibles à l'infestation. Kim *et al.*, (1985) dénombrent, chez de jeunes carpes (taille variant de 90 à 160 cm), de 30 à 156 vers matures et gravides. Koyun *et al.*, (2015) signalent chez *B. lacerta* une présence assez importante de *B. acheilognathi* chez les individus de petite taille.

Dans la présente étude, Les larves du nématode *contracaecum* sp. sont présentes toute l'année dans la cavité générale de la fraction de population de carpe *Cyprinus carpio* collectée dans l'Oubeira. La présence de *Contracaecum* sp. est illustrée par des taux d'infestation variant de 10 à 46,66% ; Ils sont faibles en hiver (10%), élevés au printemps (46,66%) et en été (38,88%) et intermédiaires en automne (26,66%). Nous notons, par ailleurs, que ce sont les individus des classes de taille [21 - 31] et [31 - 41] qui sont les plus infestés par ce nématode (respectivement

58,7% et 32,38%). Pazooki *et al.*, (2012) signalent que l'espèce *Contracaecum* sp. est présente chez *C. damascina* du lac Kerman à des prévalences ne dépassant pas 5%. Chez *B. lacerta*, Koyun *et al.*, (2015) notent que cette larve de nématode est rencontrée seulement au printemps (P = 4,7%) chez les spécimens de petite taille. Chez le mullet de l'estuaire du Sénégal, NdewDione *et al.*, (2014) rapporte une présence de *Contracaecum* sp. plus forte en période sèche (39%) qu'en période humide (23%). Les fortes valeurs des indices de *Contracaecum* sp. relevées dans l'estuaire Saloum seraient liées à la salinité de l'eau ; car plus la salinité est élevée plus la prévalence de *Contracaecum* sp. est forte. La prévalence de *Contracaecum* sp. pourrait, aussi, être liée à la forte présence d'oiseaux piscivores, considérés comme hôtes définitifs du parasite (Barson et Marshall, 2004; Farjallah *et al.*, 2008; Mattiucci *et al.*, 2008; Garbin *et al.*, 2011; Kanarek, 2011). Par ailleurs, l'arrivée d'oiseaux migrateurs pourrait accroître le nombre d'œufs émis et avoir pour conséquence l'augmentation de l'infestation des hôtes intermédiaires (crustacés); l'ingestion, par le poisson, de copépodes infestés serait à l'origine de la forte présence de la larve de *Contracaecum* sp. chez *C. carpio*. Selon Ternengo (2004), la présence et l'abondance des parasites intestinaux seraient liées à celles de leurs hôtes intermédiaires.

La larve d'*Anisakis* sp. est présente dans la cavité générale ou elle se fixe sur le foie et les gonades de *B. callensis*. Dans le lac Oubeira, l'espèce *Anisakis* sp. est rencontrée seulement chez *B. callensis* à des taux d'infestation compris entre 3,03 et 7,79% et des intensités moyennes d'infestation variant de 1 à 1,16 parasites/poisson infesté et les valeurs de l'abondance qui ne dépassent pas 0,09 parasites/poisson examiné. Chez des poissons peuplant des lagunes du Sud-Ouest de l'Iran, Farahnak *et al.*, (2002) signalent des taux d'infestation de 6,84 et 0,85% par *Anisakis* sp. et *Contracaecum* sp. respectivement. Au Sénégal Ndew Dione *et al.*, (2014) signalent, chez *Mugil cephalus*, la présence de l'espèce *Anisakis* sp. dans la cavité générale, le rein et le foie et dans le mésentère et celle de *Contracaecum* sp. uniquement dans le mésentère. Ces auteurs notent des différences dans l'infestation du mullet selon la localité et selon la saison ; en période humide, les prévalences d'*Anisakis* sp. sont de l'ordre de 53 et 93% respectivement dans l'estuaire Saloum et l'estuaire du Sénégal ; en période sèche, les taux d'infestation sont de l'ordre de 40% et 78% dans l'estuaire Saloum et l'estuaire du Sénégal respectivement. Toujours au Sénégal, chez la population de mullet de l'estuaire de Saloum, la larve *Contracaecum* sp. prédomine en saison sèche mais en saison humide c'est *Anisakis* sp. qui prédomine ; en revanche, dans l'estuaire du Sénégal, *Anisakis* sp. prédomine toute l'année. Ces différences entre localités s'expliqueraient par certaines conditions physique (Température) et chimique (salinité) ; ces paramètres environnementaux auraient, selon Højgaard, (1998) un effet sur la période d'éclosion

et la survie de la larve *d'Anisakis* sp. ; Car plus la T° augmente plus le temps d'éclosion et de survie de la larve baisse et vice versa. Par ailleurs, la salinité influence la survie de la larve *d'Anisakis* sp. qui augmente quand celle-ci est basse. Les fortes valeurs des indices parasitaires d'*Anisakis* sp. enregistrées dans l'estuaire du Sénégal seraient liées à la faible salinité de l'eau ; cette faible salinité expliquerait les prévalences élevées d'*Anisakis* sp. notées en période humide dans les deux estuaires (NdewDione *et al.*, 2014)

Nous notons que le ver nématode *Anisakis* sp. est rencontré chez seulement deux classes de taille ; ce sont, toutefois, les individus de la classe de taille [24 - 31] qui hébergent le plus grand nombre de spécimens de ce parasite. Plusieurs auteurs ont confirmés la relation entre la taille et le parasitisme par cette larve: plus le poisson est de grande taille, plus il est parasité. Cette relation a été mise en évidence chez *Scomber japonicus* (Costa *et al.*, 2003), chez *Sebastes capensis* (Gonzalez et Acuna, 2000) ou encore chez le chinchard (*Trachurus trachurus* et *Trachurus picturatus*) (Adroher *et al.*, 1996, Manfredi *et al.*, 2000). Selon Gonzalez et Acuna, (2000), en grandissant, le poisson a plus d'opportunités d'ingérer des crustacés hébergeant des larves d'*A. simplex* et donc d'être contaminé.

L'acanthocéphale *Acanthogyrus* sp. est rencontré, chez le barbeau de l'Oubeira, uniquement le mois de juin où seulement 4 spécimens ont été récoltés chez des individus de taille comprise entre 17 et 31 cm; ce qui représente une prévalence de l'ordre de 4,6% et une abondance de moins de 0,09 parasites/barbeau examiné. En Algérie Meddour, (2009) signale la présence de cette espèce à des taux d'infestation compris entre 58% et 100% chez *B.callensis* du lac Oubeira et de l'oued L'analyse de la richesse parasitaire, en fonction du régime alimentaire, fait apparaître que ce sont les espèces hôtes omnivores qui enregistrent la richesse parasitaire la plus élevée (Benmansour, 1995) du fait qu'ils soient, dans leur quasi-majorité, des poissons migrateurs, et fréquentent différents types de biotopes pour rechercher une nourriture diversifiée. Des études ont montré que ce sont les espèces du genre *Diplodus* qui présentent la richesse parasitaire la plus élevée ceci aussi bien en mer ouverte que dans la lagune (Bouallag, 2004). Ces auteurs estiment que la richesse parasitaire serait en relation avec le régime alimentaire, l'habitat et le comportement de l'espèce hôte.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

4. Conclusion

Il ressort de l'étude biométrique que :

- ✓ Les deux espèces n'ont pas le même type de croissance ; la carpe présente une isométrie de croissance alors que le barbeau montre une allométrie majorante ;
- ✓ Le coefficient de croissance est plus élevé chez le barbeau ;
- ✓ L'indice de condition est bien meilleur en période hivernale ;
- ✓ La ponte chez les deux espèces est printanière ;
- ✓ Les deux poissons présentent un régime alimentaire omnivore dont la composition varie avec la taille du poisson.

En ce qui concerne le parasitisme :

- ✓ Le barbeau abrite plus d'espèces parasites (7 parasites contre seulement 5 chez la carpe); en revanche, le nombre total de parasites récoltés chez la carpe représente 11 fois celui obtenu chez le barbeau ;
- ✓ Les espèces parasites de chaque sous-classe sont réparties à des taux variables en fonction de l'espèce hôte, des saisons et de la taille de l'hôte ;
 - Les monogènes ont un degré de spécificité plus élevé que les crustacés ;
 - *Contracaecum* sp. est présent seulement chez la carpe toute l'année mais beaucoup plus abondant en été et au printemps; il est fortement présent chez les individus de taille moyenne;
 - *Anisakis* sp. est présent uniquement chez le barbeau essentiellement au printemps chez les individus de taille moyenne ;
 - *Acanthogyru* sp. est présent uniquement chez le barbeau et seulement en été chez les individus de taille moyenne ;
 - Les cestodes sont rencontrés en hiver, surtout, chez les poissons de petite taille ;

Il ressort de cette étude que la distribution des parasites recensés montre une relation étroite avec la température et la taille de l'hôte ; L'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP) comme approche descriptive a montré que la température est corrélée positivement avec la distribution des espèces parasites *Contracaecum* sp., *Dactylogyrus anchoratus* et *Argulus*

foliaceus; En ce qui concerne les espèces *B. acheilognathi* et *ligula intestinalis* la corrélation avec la température est négative.

Les résultats obtenus nous ouvrent un grand nombre de perspectives d'étude aussi bien sur l'hôte et son environnement que sur la communauté de parasites qu'il héberge ; il serait donc intéressant :

- ✓ D'entreprendre des études similaires sur plusieurs cycles et dans divers biotopes en élargissant l'échantillonnage et en calculant l'âge des poissons ;
- ✓ D'identifier et dénombrer les hôtes intermédiaires des endoparasites rencontrés ;
- ✓ De déterminer les types de cohabitation et d'évaluer l'impact de ces espèces parasites sur l'embonpoint et la croissance des poissons ;
- ✓ De procéder à une étude approfondie de la systématique du barbeau par une étude phylogénique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

- Abattouy, N., Valero, A., Benajiba, M.H., Lozano, J., Martíns-Sánchez, J., 2011.** *Anisakis simplex* s.l. parasitization in mackerel (*Scomber japonicus*) caught in the North of Morocco prevalence and analysis of risk factors. *International Journal of Food Microbiology*, 150, 6-139.
- Abdullah, S.M.A., Mama, K.S., 2011.** Infections of common carp *Cyprinus carpio* with *Dactylogyrus* (Monogenea) from Lesser Zab river in Kurdistan region, Iraq. *Dep. Biology, Coll. Education-Scientific Departments, Univ. Salahaddin, Erbil, Iraq.*
- Abdullah, Y.S., Abdullah, S.M.A., 2013.** Monogenean infections on fishes from Darbandikhan lake in Kurdistan region, Iraq. *Basrah J. Agric. Sc.*, 26 (1), 117-131.
- Abowei, J. F. N., Ezekiel, E. N., 2011.** Trematoda tape worms: infections by larval and other tapeworms and nematoda in African fish (a review). *International Journal of Animal and veterinary Advances*, 3, 352-366.
- Adroher, F.J., Valero, A., Ruiz-Valero, J., Iglesias L., 1996,** Larval anisakids (Nematoda: Ascaridoidea) in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the fish market in Granada (Spain), *Parasitol. Res.*, 82 (3): 253-256.
- Aguilar, A., Alvarez, M.F., Leiro, J.M., Sanmartin, M.L., 2005.** Parasite populations of the European eel (*Anguilla anguilla* L.) in the Rivers Ulla and Tea (Galicia, northwest Spain). *Aquaculture* 249, pp. 85-94.
- Allalagua, A., Guerfi, S., Kaouachi, N., Boualleg, C., Boucenna, I., Barour, C., Menasria, A., Bensouilah, M., 2015.** L'infestation de *cyprinus carpio* (cyprinidés) peuplant le barrage foun el-khanga (souk Ahras, Algérie) par les monogènes parasites, *Bull. Soc. zool. Fr.* 140(3): 217-232.
- Anderson, R.M., May, R.M., 1979.** Population biology of infectious diseases: Part I. *Nature*, 280: 361-367.
- Andrews,C., Chubb, J.C., Coles,T., Darsley, A., 1981.** The occurrence of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (*B.gowkongensis*), (Cestoda: Pseudophyllidea) in the British Isles. *Journal of Fish Diseases*, 4, 89 – 93.
- Anvarifar, H., Mousavi-Sabet, H., Satari, M., Vatandoust, S., Khiabani, A. Anvarifar, H., 2014.** Occurrence and intensity of *Tracheliastes polycolpus* on *Capoeta capoeta gracilis* (Pisces: Cyprinidae) in Tajan River from the Southeast of the Caspian Sea. *Eur. J. Zool. Res.*, 3 (2), 103-107.
- Arme, C., Bridge, J.F., Hoole, D., 1983.** Pathology of cestode infections in the vertebrate host, in: C. Arme, P.W. Pappas (Eds.), *Biology of the Eucestoda*, Academic Press, London, pp. 499–538.
- Arrignon, J., 1998.** Aménagement piscicole des eaux, cinquième éd., Tec et Doc, 589 p.

Aydoğdu, A., Altunel, F., 2002. Helminth parasites (Plathelminthes) of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in Iznik Lake. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol, 22(5) 2002, 343.

Aydoğdu, A., Kostadinova, A. Fernandez, M., 2003. Variations in the distribution of parasites in the common carp, *Cyprinus carpio*, from Lake İznik, Turkey: population dynamics related to season and host size. Helminthologia, 40(1): 33-40.

Azeroual, A., Crivelli, A.J., Yahyaoui A., Dakk, M., 2000. L'ichtyofaune des eaux continentales du Maroc. Cybium, 24: 17-22.

B

Baer, J.G., 1957. First Symposium on host Specificity among Parasites of Vertebrates. Paul Attinger, Neuchatel.

Bagenal, T.B., Tesh, F.W., 1978. Age and Growth. In: T.B. Bagenal, (Ed.) Methods for Assessment of Fish Population in Fresh Waters. IBP Handbook No: 3, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 101-136.

Bahri-Sfar L., Haddaoui, N., Bouzid, W., Essetti, I., Qninba, A., Ben Hassine, O.K., 2010. Infestation comparée de *Ligula intestinalis* (Cestoda: Diphyllbothridae) chez deux poissons Cyprinidés : *Rutilus rubilio* et *Scardinius erythrophthalmus* dans deux retenues de barrages en Tunisie. Parasite, 17, 241-250

Balik, I., Cubuk, H., Özkok, R., Uysal, R., 2006. Some Characteristics and Size of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) Population in the Lake Karamık (Afyonkarahisar/Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 6: 117-122.

Balon, E.K., 2006. The oldest domesticated fishes, and the consequences of an epigenetic dichotomy in fish culture. Aqua J Ichth Aquat Biol., 11: 47-86.

Banabid, M., 1990. Bio-écologie de deux espèces de Barbeau (*Barbus barbus callensis* et *Barbus labeobarbus* (val) d'un cours d'eau du Haut Atlas du Maroc. Thèse du 3^{ème} cycle d'Ecologie animal, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 149 p.

Baras, E., 1992, Étude des stratégies d'occupation du temps et de l'espace chez le barbeau fluviatile, *Barbus barbus*, (L.). Cah. Ethol. 12, 2-3, 125-442.

Barson, M., Marshall, B.E., 2004. First record of *Contracaecum* spp(Nematoda: Anisakidae) in fish-eating birds from Zimbabwe. 0038-2809 Tydskr. Journal of the South African Veterinary Association., 75: 74-78.

Bauer, O.N., Musselius, V.A. Strelkov, Y.A., 1969. Diseases of Pond Fish. Izdatel Stov « KOLOS », Moscou, English Translation, U.S. Dept of Commerce, Springfield, 219 pp.

Ben Hassine, O. K., 1981. Etude de l'infestation des poissons par les Copépodes parasites dans les lacs de Tunis et de l'Ichkeul. Rapp. Comm. Int. Médit., 25 :5.

Ben Hassine, O.K., 1983. Les copépodes parasites de poissons Mugillidae en méditerranée occidentale (côtes françaises et tunisiennes). Morphologie, Bio-écologie, cycles évolutifs. Thèse Doctorat d'état, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 471 pp.

- Benmansour, B., 1995.** Analyse de la biodiversité des Copépodes parasites du secteur Nord-Est de la Tunisie. Rapport de D.E.A, Université de Tunis II .217 p.
- Benmansour, B, Ben Hassine, O.K., 1997.** Preliminary analysis of parasitic copepod species richness among coast fishes of Tunisia. *Ital.J.Zool*, 65 suppl, 341-344.
- Benmansour, B., 2001.** Biodiversité et bio écologie des copépodes parasites des poissons téléostéens. Thèse de Doctorat, Université de Tunis El Manar, 454 p.
- Bent, J.M., Presben, D., 1991.** Guide des poissons d'eau douce et pêche. Edit . Delachaux et Niestlé ; Neuchatel Suisse : 242p
- Berrebi, P., Cattaneo-Berri, G., Le brun, N., 1993.** Natural hybridization of two species of tetraploid barbels : *Barbus meridionalis* and *Barbus barbus* (osteichthyes, Cyprinidae) in southern France. *Biol. J. LINN. SOC.*,vol.48,(4) : 319-333.
- Berrebi, P., 1994.** Hybridation between French barbels *Barbus barbus* and *B. meridionalis*. Range and significance of the phenomenon. *Collect. Enquêtes Dossiers*, vol. 13(2).
- Berrebi, P., Rab, P., 1998.** The *Barbus intermedius* species flock in lake Tana (éthiopia) : cytogenetic and molecular genetic data. *Italian. J Zool.* vol 65 : 15-20.
- Berrebi, P., Valiushok, D., 1998.** Genetic divergence among morphotypes of lake Tana (Ethiopia) barbel. *Biol. J. Limn. Soc.*, vol 64 (3): 369-384.
- Bertin, L., 1958.** L'appareil digestif des poissons. *In* Grassé, *Traité de zoologie (Anatomie, Systématique, Biologie)*». Agnathes et poissons: Anatomie, éthologie, systématique. Masson (éds.), Paris T.XIII, II: 926- 1812.
- Bilong-Bilong, C. F., 1995.** Les Monogènes parasites des poissons d'eau douce du Cameroun : Biodiversité et spécificité ; biologie des populations inféodées à *Hemichromis fasciatus*. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences, Université de Yaounde, Faculté des Sciences.341 pp.
- Blanc, G., 2007.** Introduction of pathogens in European aquatic ecosystems: Attempt of evaluation and realities. Laboratoire d'Aquaculture et Pathologie, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, France, p: 20.
- Boët, P. H., 1980.** L'alimentation du poisson-chat (*Ictalurus melas* RAF.) dans le lac de Creteil. *Annl. limnol.* 16 (3): 255-270.
- Bomker, J., 1982.** Parasites of South African freshwater fish I. some nematodes of the catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)] from the Hartbeespoort dam. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 49, 41-51.
- Borji, H., Naghibi, A. Nasiri, M.R., Ahmadi, A., 2012.** Identification of *Dactylogyrus* spp. and other parasites of common carp in northeast of Iran. *J. Parasit. Dis.*, 36(2): 234-238.

- Bouallag, C., 2004.** Diversité ectoparasitaire et parasitisme chez trois espèces du genre *Diploodus* (Teleostéen-sparidae) pêchées dans le littoral Est Algérien. Mémoire de Magister en Science de la Mer, Université Badji Mokhtar, Annaba.
- Boualleg, C., Ferhati, H., Kaouachi, N., Bensouilah, M., Trnengo, S., 2010.** The Copepod parasite of the gills of four teleost fishes caught from the gulf of Annaba (Algeria). *Afr.J.Microbiolo.Res*, 4,9:801-807.
- Boucenna, I., Boualleg, C., Kaouachi, N., Allalgua, A. Menasria, A. Maazi, M., Barour, C., Bensouilah, M., 2015.** L'infestation de la population de *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) par les copépodes parasites dans le barrage foug el khanga (souk-ahras, Algérie). *Bulletin de la société zoologique de France.*, 140(3): 163- 179.
- Boudjadi, Z., 2010.** Etat de santé de l'Anguille *Anguilla anguilla* peuplant deux hydro systèmes de l'extrême Nord- Est Algérien (cas de l'estuaire du Mafrag et du lac Oubeira), Thèse de Doctorat, Université Badji-Mokhtar, Annaba, 246p.
- Bouhbouh, S., 2002,** Bioécologie de *Barbus callensis* (Valenciennes, 1842) et *Barbus fritschi* (Günther, 1874) au niveau du réservoir Allal El Fassi (Maroc). Thèse de Doctorat, Faculté des sciences, Fès, Maroc. 197 p.
- Bouhadad, R., 1993.** Distribution des espèces du genre *Barbus* en Algérie. *Cah. Ethol.*,13: 185-188.
- Borisov, E.V., 2013.** Representatives of Dactylogyridae family of the Monogenea class in gold fish (*Carassius auratus auratus*) imported in Bulgaria from Singapore. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 19 (2), 237-242.
- Bozorgnia, A., Youssefi, M.R., Barzegar, M., Hosseinifard, S.M. Ebrahimpour, S., 2012.** Biodiversity of parasites of fishes in Gheshlagh (Vahdat) Reservoir, Kurdistan Province, Iran. *W. J. Fish Mar. Sci.*, 4: 3, 249-253.
- Breton, B., Horoszewicz, L., Billard, R., Bieniarz, K., 1980.** Temperature and reproduction in tench : Effect of rise in the annual temperature regime on gonadotropin level, gametogenesis and spawning. I -The male. *Reprod. Nutr. Develop.*, 20, (1A) 105 -118.
- Britton, J.R., Pegg J., Williams, C.F., 2011.** Pathological and ecological host consequences of infection by an introduced fish parasite. *PLoS One*; 6:e26365.
- Bruslé, J., Quignard, J. P., 2001.** Biologie des poissons d'eau douce européens, Éditions Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 625 p.
- Bush, A.O., Kevin, D.L., Jeffrey, M.L., Allen, W.S., 1997.** Parasitology meets ecology on its own terms. *J. Parasitol*; 83: 575-583.
- Bush, A.O., Fernandez, J., Esch, G., Seed, J., 2003.** The Diversity and Ecology of Animal Parasites. Cambridge University, Cambridge, U.K, 556 p.
- Byrnes, T., 1985.** Two new argulus species (branchiura: Argulidae) found on Australian bream (*Acanthopagrus* spp.) *Austr. Zoologist*.21:579-586.

C

Cannon, L.R.G., 1977. Some larval ascaridoids from south-eastern Queensland marine fishes. *International journal for parasitology*, 7, 233-243.

Chaibi, R., 2014. Contribution de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des Aurès et du Sahara Septentrional avec sa mise en valeur. Thèse es. Science. Université Mohamed kheider Biskra, p: 237.

Chaouachi, B., Ben Hassine, O.K., 1998. Le barbeau *Barbus callensis* valenciennes, 1842 (poisson, teleosteen) de la lagune de l'ichkeul. *archs. i n s t . pasteur tunis*, 75 (3/4), 211-218,211.

Chellappa, S., Huntingford, F.A., Strang, R. H.C., Thomson, R.Y., 1995. Condition factor and hepatosomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback. *Journal of Fish Biology*, 47: 775–787.

Choudhury, A.E., Charipar, P., Nelosn, J.R., Hodgson, S., Bonar, C.R.A., 2006. Update on the distribution of the invasive Asian tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*, in the U. S and Canada. *Comparative parasitology*, 73, 269- 273.

Chubb, C., 1970. La faune parasitaire de l'eau douce en Colombie poissons. *Symposium de Société Britanique de Parasitologie*, 8:119-144.

Chubb, J.C., 1982. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. *Advances in Parasitology*, Academic Press, London, New York, 20: 292.

Copp, G.H., Bianco, P.G., Bogutskaya, N.G., Erős, T., Falka, I., Ferreira, M.T., Fox, J. Freyhof, M.G., Gozlan, R.E., Grabowska, J., 2005. To be, or not to be, a non-native freshwater fish?. *J Appl Ichthyol.*, 21: 242- 262.

Costa, G., Pontes, T., Mattiucci, S., D'Amelio, S., 2003. The occurrence and infection dynamics of *Anisakis* larvae in the black-scabbard fish, *Aphanopus carbo*, chub mackerel, *Scomber japonicus*, and oceanic horse mackerel, *Trachurus picturatus* from Madeira, Portugal, *J.Helmuthol.*, 77 (2) : 163-166.

Combes, C., 1995. Interaction durable. *Ecologie et évolution du parasitisme*. Masson, Paris, collection écologie n° 26, Paris, 524 p.

Crespin, L., Berrebi, P., 1994. L'hybridation naturelle entre le barbeau commun et le barbeau meridional en France : compte rendu de dix années de recherche. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (334) : 177-189.

Crespin, L., Berrebi, P., Lebreto, N J., 1999. Asymetrical introgression in a fresh water fish hybrid zone revealed by a morphological index of hybridization. *Biol. J. Linn. Soc.*, vol 67 (1): 57-72.

Crivelli, A. J. P., L., 2001. La carpe commune. In *Atlas des poissons d'eau douce de France*, vol. 47, 160-163.

D

Dagnelie, E. P., 1970. Théorie et méthode statistiques. Tome 2. Duculot, Gembloux, 451 p.

Dagnelie, P., 1975. Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Tome II. Gembloux, Belgique: Presses agronomiques de Gembloux, 463 p.

Dagnelie, P., 2006. Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. Bruxelles, De Boeck et Larcier, 734 p.

Denis, A., Gabrion, C., Lambert, A., 1983. Présence en France de deux parasites d'origine Est asiatique: *Diplozoon nipponicum* Goto, 1891 (Monogenea) et *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda) chez *Cyprinus carpio* (Teleostei, Cyprinidae). Bull. Fr. Peche Pisc. 289, 128-134.

De Oliveira-Rodrigues, H., Carvalho-Varela, M., Sodre Rodrigues, S., Rigoletto, C., 1975. Nova contribuição para o estudo dos nematodeos de peixes do oceano Atlantico-costa continental Portuguesa e costa do norte da Africa. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 73, 127-134

Desdevises, Y., 2001. Recherche des déterminants de la spécificité parasitaire dans le modèle *Lamellodiscus* (diplectanidae, monogenea) sparidae (telestei) en méditerranée. Thèse de Doctorat, Université Perpignan, 331p.

Djebbari, N., Boudjadi, Z., Bensouilah M., 2009. Infestation de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974 dans le complexe de zones humides d'El Kala (Nord-Est algérien). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie ; 31(1):45-50.

Djebbari, N., Hamza, I., Ladjama, I, Kaouachi, N, Barour, C., Bensouilah, M., 2015. Environmental Parameters and Temporal Dynamics of *Anguillicoides crassus* in Tonga Lake and Mafrag estuary (North-East of Algeria). Research Journal of Fisheries and Hydrobiology, 10(14), Pages: 147-156

Doadrio, I., 1994. Freshwater fish fauna of North Africa and its biogeography. Ann. Mus. R. Afr. Cent., Sci. Zool., 275: 21-34.

Dove, D.M., Ernst, I., 1998. Concurrent invaders four exotic species of Monogenea now established on exotic freshwater fishes in Australia. International Journal for Parasitology, 1755–1764

Dupont, F., Lambert, A., 1986. Study of parasite communities of monogenea *Dactylogyridae* From *Cyprinidae* in lake Mikri Prespa (Northern Greece) description of three species from an endemic Barbus: *Barbus cyclolepis prespensis* Karaman, 1924. Ann. Hum. Compar. Parasitol. 61(6): 597-616.

E

El Gharbi, S., Birgi, E., Lambert, A., 1994. Monogènes Dactylogyridae parasites de Cyprinidae du genre *Barbus* d'Afrique du Nord. *Systematic Parasitology* 27: 45-70.

El Hilali, M., 2007. L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) dans le bas-Sebou: Biologie et infestation par *Anguillicola crassus*. Thèse de Doctorat, Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Rabat, 201p.

Ergonul, M.B., Altindag, A., 2005. The occurrence and dynamics of *Ligula intestinalis* in its Cyprinid fish host tench, *Tinca tinca*, in Morgan Lake (Ankara, Turkey.). Department of Biology, Faculty of Science, Ankara University, Vet: Med-Czech. 50, pp. 537–542.

Esch, G.W., Bush, A.O. Aho, J.M., 1990. Parasite Communities: Patterns and Progresses. London: Chapman and Hall, 1990.

Euzet, L., Combes, C., 1969. Contribution à l'étude de Microcotylidae (Monogenea) parasites de *Mugil cephalus* (Téléostéi). *Parasitologicheskii sbornik*, 24 : 91-105.

Euzet, L. Combes, C., 1980. Les problèmes de l'espèce chez les animaux parasites. Mémoire de la Société Zoologique de France, 40 :239-285.

F

Farahnak,A., Mobedi,I., Tabibi R.,2002. Fish Anisakidae Helminthes in KHuzestan Province, South West of Iran. Iranian J. Publ. Health, Vol. 31, Nos. 3-4, pp.129-132.

Farjallah, S., Busi, M., Ould Mahjoub, M., Slimane, M., Paggi, B.B., Said, L., 2008. Molecular characterization of larval anisakid nematodes from marine fishes off the Moroccan and Mauritanian coasts. *Parasitology International.*, 57: 430-436.

Fazio, G., 2007. Épidémiologie et biologie du parasite invasif *Anguillicola crassus* (Nematoda) et son impact sur la physiologie de son hôte, l'anguille européenne, *Anguilla anguilla*. Thèse de Doctorat, Université de Perpignan Via Domitia. 310 p.

Fernandez–Delgado, C., 1990. Life history patterns of the common carp, *Cyprinus carpio*, in the estuary of the Guadalquivir River in south–west Spain. *Hydrobiologia*, 206, 19–28.

Filippi, J.J., 2013. Étude parasitologique de *Anguilla anguilla* dans deux lagunes de Corse et étude ultrastructurale du tégument de trois digènes parasites de cette anguille. Thèse de Doctorat, Université de Corse-Pascal Paoli, 156 p.

Fomena, A., Lekeufack-Folefack, G.B., Bouix, G., 2010. Deux espèces nouvelles de *Myxidium* (Myxosporaea : Myxidiidae) parasites des poissons d'eau douce du Cameroun. *Parasite*, 17: 9-16

Fryer, G., 1968. The parasitic Crustacea of African freshwater fishes: their biology and distribution. *J.Zool.Lond.* 156:45–95.

Fulton., 1902. Rate of growth of seas fishes. *Sci. Invest. Fish. Div. Scot. Rept.*, 20: 1035–1039.

G

Galli, P., Stefani, F., Zaccara, S., Crosa G., 2002. Occurrence of Monogenea in Italian freshwater fish (Po river basin). *Parassitologia*. 44(3-4):189-97

Garbin, L., Mattiucci, S., Paoletti, F., González-Acuña, M. D., Nascetti, G., 2011. Genetic and morphological evidences for the existence of a new species of *Contracaecum* (Nematoda: Anisakidae) parasite of *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin) from Chile and its genetic relationship with congeners from fish-eating birds. *Journal of Parasitology*. 97: 476-492.

Gargouri-Ben Abdallah, L., Maamouri, F., 2005. Dynamique évolutive des communautés des digènes parasites d'*Anguilla anguilla* dans les lagunes du nord-est de la Tunisie. *Bull. Soc. zool. Fr.* 30, pp. 95-106.

Gayanilo, F.C., Sparre P., Pauly D., 1996. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. FAO Computerized Information Series, Fisheries, 7.

Georges-Nascimento, M.A., Carvajal, J.G., Alcaino, H.C., 1983. Occurrence of *Anisakis* sp. larvae in the Chilean Jack Mackerel, *Trachurus murphyi*, Nichols 1920, *Revista Chilena de Historia Natural*, 56 : 31-37

Gonzalez, T., Acuna, E., 2000. Influence of host size and sex on the endohelminth infracommunities of the Red Rockfish *Sebastes capensis* off Northern Chile, *J. Parasitol.*, 86 (4): 854-857

Granath, W.O., Esch, G.W. 1983. The temperature and other factors in regulating the intrapopulation densities and composition of *Bothriocephalus acheilognathi* in *Gambusia affinis*. *Journal of Parasitology*, 69(1): 116-124.

Guégan, J. F., Lambert, A, Euzet, L., 1988. Etude des monogènes de cyprinidae du genre *Labeo* en Afrique de l'Ouest: genre *Dactylogyrus* Diesing, 1850. *Revue Hydrobiologie tropicale*, 21(2): 135-151.

Guégan, J. F., Lambert, A., Lévêque, C., Combes, C., Euzet, L., 1992. Can host body size explain the parasite species richness in tropical freshwater fishes. *Oecologia*, 90: 197-204.

Guégan, J. F., Morand, S., 1996. Polyploid hosts attractors for parasites. *Oikos*, 7: 366-370.

Guessasma, Z., 2014. Caractérisation des communautés de parasites de quelques poissons d'eau douce (Région du Nord Est de l'Algérie). Mémoire de Magister, département des Sciences de la matière, Université Souk Ahras, Algérie, p: 100.

H

Hadou-Sanoun, G., Arab, A., Lek-Ang, S., Lek. S., 2012. Impact de *Ligula intestinalis* (L.1758) (Cestode) sur la croissance de *Barbus setivimensis* (Cyprinidae) dans un système lacustre Algérien. *C. R. Biologies* 335, 300–309.

Hanzelova, V., Zitan, R., 1985. Epizootiologie l'importance de l'invasion simultanée de monogène de la carpe. *Journal de Hemintologia*, 22:277-283.

Harrison, A., Gault, N., Dick, J., 2006. Seasonal and vertical patterns of egg-laying by the freshwater fish louse *Argulus foliaceus* (Crustacea: Branchiura). *Diseases of Aquatic Organisms*, 68: 167-173.

Hewitt, G.C., 1972. Checklist of parasites of New Zealand fishes and of their hosts. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 6(1/2): 69.

Hoffmann, R.C., 1995. Environmental change and the culture of common carp in medieval Europe. *Guelph Ichthyol Rev.*, 3: 57-85.

Højgaard, D. P., 1998. Impact of temperature, salinity and light on hatching of eggs of *Anisakis simplex* (Nematoda, Anisakidae), isolated by a new method, and some remarks on survival of larvae. *Sarsia*, 83, 21-28.

Huet, M., 1986. Textbook of fish culture. Breeding and cultivation of fish. Second Edition, Fishing News Books Ltd, Farnham, Surrey, England, 439 p.

Hunt, P.C., Jones, J.W., 1975. Apopulation study of *Barbus barbus* L. in the river Severn. England. III. Growth. *J. Fish. Biol.*, 7; 361-376.

Hurst, R. J., 1984. Marine invertebrate hosts of New Zealand Anisakidae (Nematoda). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 18, pp.187-196.

I

Ibrahim, M.M., 2012. Variation in parasite infracommunities of *Tilapia zillii* in relation to some biotic and abiotic factors. *Int. J. Zool. Res.*, 8 (2), 59-70.

Ihaka, R., Gentleman, R.R., 1996. A language for data analysis and graphics. *Computational & Graphical Statistics*. 5: 299-314.

J

Jamet, J.L., Garavaglia, C., Dal molin, R., Sargos, D., 1990. Fécondité, croissance et régime alimentaire de la Perche adulte (*Perca fluviatilis*, L) du lac De Monatte (Italie Du Nord). *Riv. Idrobiol.*, 29, 2.

Jamet, J.L., Lair, N., 1991. An example of diel feeding cycle of two percids, perch (*Perca fluviatilis*) and ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) in eutrophic Lake Aydat (France). *Ann. Sci. Nat, Zool, Paris*. Vol. 12: 99-105.

Jamet, J.L., 1995. Reproduction, condition and food of adult arctic charr (*Salvelinus alpinus*, L) in lake Pavin (Massif central, France). *Hydrobiologia* 300/301: 279-288.

Joadder, M., Hossain, M.D., Eshirin, N., 2009. Fecundity and sex-ratio of Common carp, *Cyprinus carpio* var *communis* (L). *J. bio-sci*; 17: 159-160.

K

- Kabata, Z., 1988.** Guide to the parasites of fishes of Canada. Part II. Crustacea. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 101: 184 p.
- Kabre, G.B., 1997.** Parasite des poissons du Burkina Faso: Faunistique, Ultra structure, Biologie. Thèse de Doctorat, Université d'Ouagadougou, 308p.
- Kanarek, G., 2011.** Population biology of *Contracaecum rudolphii* Sensu Lato (Nematoda) in the Great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) from Northeastern Poland. Journal of Parasitology, 97: 185-191.
- Kartas, F., Quignard, J.P., 1984.** La Fécondité des Poissons Téléostéens. Collection de Biologie des Milieux Marins, n 5: 121p.
- Keith, P., Allardi, J., 2001.** Atlas des poissons d'eau douce de France. Patrimoines Naturels, 47: 387 p.
- Khalaf, G., 1985.** Etude de quelques aspects du régime alimentaire de *Capoeta damascina* (Cyprinidae) dans les cours d'eau Libanais. Verh. Internat. Verein. Limnol. Vol 22: 2631-2635.
- Khalil, L.F., 1971.** Check-list of the Helminths Parasites of African Freshwater Fishes. C.A.B. Techn. Comm. n 42, 80 pp.
- Kennedy, C.R., 1974.** A check-list of British and Irish freshwater fish parasites with notes on their distribution. J. Fish. Biol, 6. 613 - 644.
- Kennedy, C.R., 1975.** Ecological Animal Parasitology. Black well Scientific Publication, Oxford.
- Kennedy, C.R., Burrough, R.J., 1981.** The establishment and subsequent history of a population of *Ligula intestinalis* in roach *Rutilus rutilus* (L.). Journal of Fish Biology, 19, pp. 105-126.
- Kennedy, C.R., Fitch, D. J., 1990.** Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. J. Fish Biol. 36:117-131.
- Kennedy, C.R. Shears, P.C. Shears, J.A., 2001.** Long-term dynamics of *Ligula intestinalis* and roach *Rutilus rutilus*: a study of three epizootic cycles over thirty-one years, Parasitology 123 257–269.
- Kim, Y.G., Kim, J.Y., Chun, S.k., 1985.** Life History of *Bothriocephalus opsariichthydis* Yamaguti (Cestoda; Pseudophyllida) parasitized on Israel carp *Cyprinus carpio* (Linne). 1. First intermediate host and developing procercoïd. Bull. Fisheries Science Institute Kunsan. Fish. Jr. coll., 1: 1-10.
- Kirjušina, M., Briede, I., Lazdane, M., Zolovs, M., Seržants, M., 2013.** Parasitofauna of carp *Cyprinus carpio carpio* L. (Cyprinidae) in aquaculture of Latvia. Acta Biol., 13(2): 75-83.

Kirk, R.S., Kennedy, C.R. Lewis, J.W., 2000. Effect of salinity on hatching, survival and infectivity of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea) larvae. Dis. Aquat. Organ. 40,211-218.

Køie, M., Fagerholm H., 1995. The life cycle of *Contracaecum osculatum* (Rudolphi, 1802) sensu stricto (Nematoda, Ascaridoida, Anisakidae) in view of experimental infections. Parasitol Res 81:481–489.

Körting, W., 1975. Larval development of *Bothriocephalus* sp. (Cestoda: Pseudophyllidea) from carp (*Cyprinus carpio* L.) in Germany. J. Fish. Biol., 7: 727-733.

Koyun, M., Altunel, F.N., 2007. Metazoan parasites of bleak (*Alburnus alburnus*), crucian carp (*Carassius carassius*) and golden carp (*Carassius auratus*) in Enne Dam Lake, Turkey. Int. J. Zool. Res., 1: 2, 1-7.

Koyun, M., 2010. Occurrence of monogeneans on some cyprinid fishes from Murat River in Turkey. A. J. Anim. Vet. Adv. 6(9): 966-970.

Koyun, M., 2011. Seasonal distribution and ecology of some *Dactylogyrus* species infecting *Alburnus alburnus* and *Carassius carassius* (Osteichthyes: Cyprinidae) from Porsuk River, Turkey. African Journal of Biotechnology Vol. 10(7), pp. 1154-1159.

Koyun, M., Ulupinar, M., Gül, A., 2015. Seasonal Distribution of Metazoan Parasites on Kura Barbell (*Barbus lacerta*) in Eastern Anatolia, Turkey. Pakistan J. Zool., Vol. 47(5), pp. 1253-1261.

Kraïem, M. M., 1980. Etude comparative de la condition physique du Barbeau (*Barbus barbus*, L.) (poissons, *Cyprinidae*) dans deux rivières françaises : le Rhône et L'Allier. Bull. Off. Nat. Pêch. de Tunisie., vol 4. (1): 67-81.

Kraïem, M.M., 1983. Les poissons d'eau douce de Tunisie. Inventaire commenté et répartition géographique. Bull. Inst. natnl scient, techn. Océanogr. Pêche Salammbô, 10, 107-124.

Kraïem, M. M., 1994. Systématique, biogéographie et bio-écologie de *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (poisson, *Cyprinidé*) de Tunisie. Thèse Doctorat Es Sciences, Faculté Science. Tunisie : 227.

Kraïem, M.M., 1997. Chronologie de la reproduction et cycle de développement des gonades chez *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Pisces, *Cyprinidae*) de Tunisie. Bull. INSTM, 24, 1,74-88.

L

Lambert, A., 1977. Les Monogènes Monopisthocotylea parasites des poissons d'eau douce de la France méditerranéenne. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. 3e sér. 429, Zool. 299, 177-214.

Leveque, N., 2009. Fiches signalétiques des principaux complexes lagunaires du bassin méditerranéen, Office de l'Environnement de la Corse, 110p.

- Liyod- Morgan, D., 2003.** Distribution and Biology of *Galaxias tructaceus* (Galaxiidae) in south-Western Australia, including first evidence of parasitisme of fishes, in Western Australia by *Ligula intestinalis* (Cestoda). Centre for fish, Fisheries Research, School of Biological Sciences and Biotechnology, Murdoch University, Western Australia 6150, Environ. Biol. 66: 155–167.
- Loot, G., Franscisco, P., Santoul, F., Lek, S. Guégan, F., 2001a.** The three hosts of *Ligula intestinalis* (Cestoda) life-cycle in Lavernose-Lacasse gravel-plit, France. Archiv für Hydrobiologie, 152, 511-525.
- Loot, G., Poulin, R., Lek, S. Guegan, J.F., 2002b.** The differential effects of *Ligula intestinalis* (L.) plerocercoids on host growth in three natural populations of roach, *Rutilus rutilus* (L.), Ecol. Fresh water Fish 11 168–177.
- Loucif, N., Meddour, A., Samraoui, B., 2009.** Biodiversité des Parasites chez *Anguilla Anguilla* Linnaeus, 1758 Dans Le Parc National D'El Kala – Algérie. European Journal of Scientific Research, Vol.25 No.2, pp.300-309
- Lucas, M.C., Batley E., 1996.** Seasonal movements and behaviour of adult barbell *Barbus Barbus*, ariverine cyprinid fish: Implications for river management. J. Appl. Ecol, 33 (6), 1345-1358.
- Lux, E., 1987.** Population dynamics and interrelationships of some *Dactylogyrus* and *Gyrodactylus* species on *Cyprinus carpio*. Angew Parasitol, 31(3):9-143.
- Lymbery, A. J., 1989.** Host specificity, Host range and Host preference- Parasitol. Today 5: 298p.
- Lymbery, A., Doupé, J., Munshi, R. G., M. A., Wong, T. 2002.** Larvae of *Contracaecum* sp. among inshore fish species of southwestern Australia. *Diseases of Aquatic Organisms*, 51, 157-159.

M

- Machordon, A., Bouhadad, R. Doadrio, I., 1998.** Allozyme variation and evolutionary history of North African populations of the genus *Barbus* (Osteichthyes, Cyprinidae). Divers. Distrib, 4: 217-234.
- Maitland, P.S., Crivelli, A.J., 1996.** Conservation of freshwater fish. Arles:Station Biologique de la Tour du Valat. p: 94.
- Manfredi, M.T., Crosa G., Galli, P., Ganduglias, S., 2000,** Distribution of *Anisakis simplex* in fish caught in the Ligurian Sea. Parasitol. Res, 86 (7): 551-553.
- Manilla, G., Albertini, D., Falasca, M.P., 1984.** *Ligula intestinalis* (L., 1758) Gmelin, 1790 (Cestoda: Ligulidae) in *Rutilus rubilio* (Pisces: Cyprinidae) of Campotosto Lake. Rivista di Parasitologia, 45, 263-279.
- Marchand, B., 1994.** Les animaux parasites. Biologie et systématique. Les Nouvelles Editions Africaines du Sénégal: 294p.

- Marcogliese, D.J., Cone, D.K., 1997.** Food webs: a plea for parasites. *Trends in Ecology and Evolution*, 12: 320 - 325.
- Marcogliese, D.J., 2003.** Réseau de surveillance et d'évaluation écologiques (Rese) protocoles de mesures de la biodiversité: les parasites des poissons d'eau douce. Centre Saint-Laurent, ministère de l'Environnement du Canada, Montréal (Québec) Canada.
- Marcogliese, D.J., 2008.** First report of Asian Fish tapeworm in the great lakes. *Journal of Great Lakes research*. 34(3):566-569.
- Mattiucci, S., M. Paoletti, J. Olivero-Verbel, R. Baldiris, B. Arroyo-Salgado, L. Garbin, 2008.** *Contracaecum biocae* n. sp. from the brown pelican *Pelecanus occidentalis* (L) in Colombia (Nematoda: Anisakidae): morphology, molecular evidence and its genetic relationship with congeners from fish-eating birds. *Systematic Parasitology*, 69: 101-121.
- May, R.M., Anderson, R.M., 1979.** Population biology of infectious diseases: Part II. *Nature*, 280: 455 - 461.
- Meddour, A., 1988.** Parasites of freshwater fishes from lake Oubeira, Algeria. Thesis of Master of Science, Department of Zoology. The University of Liverpool, UK, pp: 146.
- Meddour, A., 2009.** Pisciculture et biodiversité de la parasitofaune des poissons dans le Nord-est de l'Algérie. Thèse de Doctorat es sciences, département des Sciences Vétérinaires, Centre universitaire d'El Tarf, Algérie. p: 236.
- Meddour, A., Rouabah, A., Meddour-Bouderda K. Loucif N. Remili A. Khatal, Y., 2005.** Expérimentations sur la reproduction artificielle de *Sander lucioperca*, *hypophthalmichthys molitrix* et *aristichthys nobilis* en Algérie. *Sciences et Technologie*, C – N23, pp. 63-71.
- Melanie, L.J., Stiassny, G.G., Teugels, C. Hopkins, D., 2007.** The fresh and Brackish water fishes of lower Guinea, West-central Africa (Ed. IRD). 791pp.
- Mert, R., Bulut, S., Solak, k., 2008.** Some Biological Characteristics of *Cyprinus Carpio* (L., 1758) Inhabiting Apa Dam Lake (Konya-Turkey). *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 02 47-60.
- Molnar, K., Szekely, C.S., 1997.** An unusual location for *Ergasilus siebolodi* (Copepoda, Ergasilidae) on the operculum and base of pectoral fins of the pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.). *Acta Veterinaria Hungarica* 45(2), pp. 165-175.
- Morand, S, Poulin, R., Rohde, K., Hayward, C., 1999.** Aggregation and species coexistence of ectoparasites of marine fishes. *Int. J. for Parasitology*, 29:663-672.
- Moravec, F., 1994.** Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Dordrecht Netherlands.: Academia and Kluwer Academic Publishers. 477P.
- Morgan, D.L., 2003.** Distribution and biology of *Galaxias truttaceus* (Galaxiidae) in south-western Australia, including first evidence of parasitism of fishes in Western Australia by *Ligula intestinalis* (Cestoda). *Environmental Biology of Fishes*, 66, pp. 155-167.

Munoz, G., Zamora, L., 2011. Ontogenetic variation in parasite infracommunities of the Clingfish *Sicyases sanguineus* (Pisces: Gobiesocidae). *J. Parasitol.*, 97 (1), 14-19.

M.A.D.R.P., 2003. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar, Réserve Intégrale du lac oubeira, Wilaya d'El Tarf, 7p.

N

Nadler, S.A., D'amelio, S., Dailey, M.D., Paggi, L., Siu, S., Sakanari, J.A., 2005. Molecular phylogenetics and diagnosis of *Anisakis*, *Pseudoterranova*, and *Contracaecum* from northern Pacific marine mammals, *J. Parasitol.*, 91 (6): 1413-1429.

NdewDione, E., Diouf, M., Fall, J., Tidiane Bâ, C., 2014 . Seasonal and Spatial Distribution of Nematode Larvae of the Genera *Anisakis* and *Contracaecum* (Anisakidae) in Two Populations of *Mugil Cephalus* (Mugilidae) from Saloum and Senegal Rivers. *Journal of Biology and Life Science*, 5: 1.

Nelson, J.S., 1994. *Fishes of the world*. 3rd ed. John Wiley and Sons, New York, 600 pp.

Nematollahi, A., Ahmadi, A., Mohammadpour, H., Ebrahimi, M., 2013. External parasite infection of common carp (*Cyprinus carpio*) and big head (*Hypophthalmichthys nobilis*) in fish farms of Mashhad, northeast of Iran. *J Parasit Dis.*, 37(1): 131-133.

Nie, P., Kennedy, C.R., 1991. Occurrence and seasonal dynamics of *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin and Sproston) (Monogenes) in eel, *Anguilla anguilla* (L.), in England. *J. F. Biology*, 39: 897-900.

Noble, E.R, King R.E, Jacobs B.L., 1963. Ecology of gill parasites of *Gillichthys mirabilis*. *Ecology*: 44, 295-305.

Noble, E.R Noble, G.A., Schad, G.A., Macinnes, A.J., 1989. *Parasitology of Biology of Animal parasites*. 6th Edition. Lea et Febiger, Philadelphia.

Nuchjangreed, C., Hamzah, Z., Suntornthiticharoen, P., Sorosjinda-Nuntawarasilp, P., 2006. Anisakids in marine fish from the coast of Chon Buri Province, Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medecin Public Health*, 37, 35-39.

O

Ogava, K., Egusa, S., 1982. The first record of *Dactylogyrus minutus* Kulwiec, 1927 (Monogenea: Dactylogyridae) from reared carp (*Cyprinus carpio*) in Japan. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 43:9pp.

Öktener, A., Trilles, J.P., Leonardos, I., 2007. Five Ectoparasites from Turkish Fish. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31 (2): 154-157.

Orecchia, P., Paggi, L., Radujkovic, B., 1988. Sur une nouvelle espèce d'Eoacanthocéphale *Acanthogyrus (Acanthosentis) lizae* n. sp. (Gyracanthocephala, Quadrigyridae) parasite de *Liza aurata* (Risso). Bull. Mus. natn. Hist, nat., section A, n 3: 529-534.

Orain, D.M., 2010. Apport de l'histologie dans la détection d'*Anisakis simplex* et de *Kudoa* sp. dans les poissons et les matières premières utilisées dans l'industrie ou dans les produits finis. Thèse de Doctorat, Université Paul-Sabatier de Toulouse, 97p.

Ould- Rouis, S., Ould-Rouis, A., Micha, J.C., Arab, A., 2012. Biologie de la reproduction du Cyprinidae, *Barbus callensis* dans le lac de barrage Hamiz (Algérie). Tropicultura, 30, 2, 88-93.

Özer, A., O. Erdem, 1999. The relationships between occurrence of ectoparasites, temperature and culture conditions: a comparison of farmed and wild common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in the Sinop region of northern Turkey. Journal of Natural History, 33: 483-491

Özer, A., 2002. Co-existence of *Dactylogyrus anchoratus* Dujardin, 1845 and *D.extensus* Muller and Van cleave, 1932 (Monogenea) parasites of common carp (*Cyprinus carpio*). Helminthologia 39, 1:45-50.

Özer, A., 2010. The relationship between occurrence of ectoparasites, temperature and culture conditions: a comparison of farmed and wild common carp (*Cyprinus carpio* (Linn., 1758) in the Sinop region of northern Turkey. Journal of Natural History 33(4):483 - 491.

Öztürk, M.O., Altunel, F.N., 2001. The occurrence of cestodes in four species (*Blicca bjoerkna*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Vimba vimba*) of Cyprinidae from Manyas Lake. Ankara University, Journal of Veterinary Faculty, 48, 43-50.

Özturk, M.O., Aydogdu, A. Dogan, I., 2002. The occurrence of helminth fauna in sand goby (*Gobius fluviatilis* Pallas, 1811) from Lake Uluabat, Turkey. Acta Vet. Beograd., 52: 5-6, 381-391.

Özturk, M.O., Bulut, S., 2006. An investigation on the metazoan parasite fauna of *Cyprinus carpio* L. (common carp) from Lake Selevir Dam (Afyonkarahisar) (In Turkish with English Summary). Science and Engineering Journal of Fırat University 18(2): 143-149.

Özturk, M.O., 2010. An investigation on *Argulus foliaceus* infection of rudd, *Scardinius erythrophthalmus* in Lake Manyas, Turkey. Scientific Research and Essays Vol. 5(23), pp. 3756-3759,

Özturk, T., Özer, A., 2014. Comparative invasive tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* on the Lower Kizilirmak Delta fishes. Journal of academic for fisheries and aquaculture. 1:1-7.

P

Paperna, I., 1980. Parasites, infections and diseases of fishes in Africa. FAO, CIFA. Tech. Paper. Rome, 7216 p.

Paperna, I., 1982. Parasites, infections et maladies du poisson en Afrique. C.P.C.A., Documents Techniques N 7, F. A. O., Rome, 202 pp.

- Pazooki, J., Nazari-Chamak, F., Masoumian, M., 2012.** New host records for fish nematodes from Iran. *Journal of Cell and Animal Biology*, 6(2): 15-20.
- Pekmezci, G. Z., Yardimci, B.C., Bolukbas, S., Beyhan Y. E., Umur S. 2001.** Mortality due to heavy infestation of *Argulus foliaceus* (Linnaeus, 1758) (Branchiura) in pond-reared carp, *Cyprinus carpio* L., 1758 (pisces). *Crustaceana*, 84 (5-6): 553-557
- Pérez-Bote, J.L., 2000.** Occurrence of *Lernaea cyprinacea* (Copepoda) on three native cyprinids in the River Guadiana (SW Iberian Peninsula). *Res. Rev. Parasitol.*, 60 (3-4), 135-136.
- Petithory, J.C., 2008.** Actualité sur l'anisakidose, *Revue Francophone des Laboratoires*, 399 : 87-93
- Phillipart, J. C., 1975.** Dynamique des populations de poissons d'eau douce non exploitées. In LAMOTTE et BOURLIERE (Ed). *Problèmes d'écologie ; la démographie des populations de Vertébrés. Masson et Cie. Paris : 443.*
- Phillipart, J. C., 1982.** Mise au point de l'alevinage contrôlé du *Barbus barbus* (L.) en Belgique. Perspective pour le repeuplement des rivières. *Cah. Ethol. Appliquée* 2 (2) : 173-202.
- Piasecki, W., Goodwin, A.E., Eiras, J.C., Nowak, B.F., 2004.** Importance of Copepoda in freshwater aquaculture. *Zoological Studies*, 43, 193-205.
- Pippy, J. H., Van Banning, P., 1975.** Identification of Anisakis larva as *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809 det. Krabbe 1878) (Nematoda: Ascaridata). *J. Fish*, 32, pp. 29-32.
- Polyanski, Y.I., 1961.** Ecology of parasites of marine fishes. In *Parasitology of fishes*, Oliver and Boyd, Polyanski, Y.I Edinburgh: 48-83.
- Poncin, P., 1994.** Four years research on the reproductive behaviour and Hybridization of *Barbus barbus* (L., 1758) au *Barbus meridionalis* (Risso, 1826). *bull. fr. pech piscic. N.334* : 169-176.
- Poncin P., Jeandarme, J., Berrebi P., 1994.** A behavioural study of hybridization between *Barbus barbus* and *Barbus meridionalis*. *J. Fish. Biol*, vol 45, (3) : 447-451.
- Poncin, P., Melard, C., Philippart, J.C., 1987.** Utilisation de la température et de la photopériode pour contrôler la maturation sexuelle en captivité de trois espèces de poissons Cyprinidés européens: *Barbus barbus* (L.), *Leuciscus cephalus* (L.) et *Tinca tinca* (L.). Résultats préliminaires. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 304, 1-12.
- Ponton, D., Stroffek, S., 1987.** Régime alimentaire des alevins de Gardon (*Rutilus rutilus* (L.)) dans un port du lac Léman. Comparaison avec la nourriture disponible. *Schweiz. Z. Hydrol.* 49/3 : 329-342.
- Pool, D.W., 1985.** An experimental study of the biology of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda : Pseudophyllidea). Ph.D. Thesis. Department of Zoology. The University of Liverpool, U.K. pp: 196.

Pool, D.W., Chubb, J.C., 1985. A critical scanning electron microscope study of the scolex of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934, with a review of the taxonomic history of the genus *Bothriocephalus* parasitizing cyprinid fishes. *Systematic Parasitology*, 7, 199 – 211.

Poulin, R., 1995. Phylogeny, ecology and richness of parasites communities in vertebrates. *Ecological Monograph*, 65: 283-302.

Pourriot, R., Meybeck, M., 1995. Limnologie générale. Masson, Paris. Collection press, Belle W. Baruch libr. Mar. Sci., II: 1-24.

Prignon, C., Micha, J.C., Gillet, A., 1996. Biological and environmental characteristics of fish passage at the Tailfer Dam on the Meuse river. *Fish Migration and Fish Bypasses*, Fishing News Books : 69-84.

Punt, A., 1941. Recherches sur quelques nématodes parasites de poissons de la Mer du Nord. *Mémoires du Musée. D'histoire naturelle de Belgique*, 98. 110 p.

Q

Quiazon, K.M., Yoshinaga, T., Ogana, K., 2011. Distribution of *Anisakis* species larvae from fishes of the Japanese waters. *Parasitology International*, 60, 223-226.

R

Rafael, Z., Doadrio, I., 1998. Phylogenetic relationships of Iberian Cyprinids: Systematic and biogeographical implications. *Proc. R. Soc Lond. B*, 265: 1365-1372.

Raibaut, A., Ben Hassine, O. K., Prunus, G., 1975. Etude de l'infestation de *Mugil* (*Mugil cephalus* Linné, 1758 (Poisson, Téléostéens, Mugilidés) par le copépode *Ergasilus nanus* Beneden, 1870 dans le lac Ischkeul (Tunisie). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 100 (4) : 427-437.

Raibaut, A., Ben Hassine, O. K., 1977. Les copépodes parasites des Muges en Méditerranée. *Bull. Mus. natn. Hist. Nat., Paris 3ème sér*, n 472, *Zool.*, 329 : 169-197.

Ramdane, Z., 2009. Identification et écologie des ectoparasites Crustacés des poissons téléostéens de la côte Est algérienne. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, 235p.

Ranson, S.P., 2003. L'alimentation de la carpe (*Cyprinus carpio*) dans son biotope et en élevage. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Vétérinaire D'alfort, 120p.

Ricard, R., 1981. Développement des techniques de contrôle de la reproduction de la carpe commune en éclosérie. Synthèse et analyse bibliographique, Mise en place d'une production d'alevins dans une éclosérie en Camargue. Mémoire d'études, CEMAGREF, Montpellier, 149p.

Richiardi, S., 1880. Catalogo sistematico dei crostacei che vivono sul corpo degli animali acquatici. *Catalogo Sez. Ital. espoz. Internaz. di pesca berlino*. 147-152.

Ricker, W.E., 1975. Stock and recruitment. In Reading in Aquatic Ecology, Ford, Hazen (eds), p .397.

Riggs, M.R., Esch, G.W., 1987.The Suprapopulation Dynamics of *Bothriocephalus acheilognathi* in a North Carolina Reservoir: Abundance, Dispersion, and Prevalence.The Journal of Parasitology.877-892.

Ringuelet,R., 1943. Revision de los arguilidos atgentinos (crustacé, branchiura) con catalgo de catalgo de las especies –Trv Mus plata (n.s) Zooln3(19) :43-49,pls 1-13.

Roberts, R.J., 1979. Pathologie du poisson. Malouines s.a .Editeur Paris: 317p.

Rohde, k., 1982. Ecology of Marine Parasites. CAB International. 2nd edition, Wallingford, oxon: 298p.

Rohde, K., Hayward, C., Heap, M., 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. Int. J. Parasitol., **25**, 945-970.

Rohlenova, K., Morand, S., Hyrsl, P., Tolarova, S., Flajshans, M., Simkova, A., 2011.Are fish immune systems really affected by parasites; An immunoecological study of common carp (*Cyprinus carpio*). Parasit. Vectors, **4**, 120.

Rosas-Valdez, R., Domínguez- Domínguez, O., Choudhury, A., Pérez-Ponce De León, G., 2007. Helminth parasites of the balsas catfish *Ictalurus balsanus* (Siluriformes: Ictaluridae) in several localities of the balsas river drainage, Mexico: species composition and biogeographical affinities. Comparative Parasitology, **74**, 204-210.

Rosen, F., 1918. Recherches sur le développement des cestodes I. Le cycle évolutif des Bothriocéphales. Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles, **43**, pp.241-300.

S

Salgado-Maldonado,G., Wilfredo, A., Matamoros, Brian, R., Kreiser, J. M., Caspeta,M., Edgar, F. M.F., 2015. First record of the invasive Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* in Honduras, Central America. Parasite , **22**, 5.

Samraoui, B., Segers, H., Maas, S., Baribwegure, D., Dumont, H.J., 1998. Rotifera, Cladocera Copepoda, and Ostracoda from coastal wetlands in northeast Algeria. Hydrobiologia, **386** : 183-193.

Sasal, P., Morand, S., Guegan, J.F., 1997. Parasite species richness for fish of Mediterranean Sea. Mar. Ecol. Progr. Ser., **149**, 61-71.

Sedaghat, S., Hoseini, S. A., Larijani, M., Shamekhi-Ranjbar, K., 2013. Age and Growth of Common Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in Southern Caspian Sea, Iran World Journal of Fish and Marine Sciences; **5** (1): 71-73.

- Selver, M., Aydogdu, A., Cirak, V.Y., 2009.** Helminth communities of the roach (*Rutilus rutilus*) from Kocadere stream in Bursa, Turkey: occurrence, intensity, seasonality and their infestations linked to host fish size. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 29: 131- 138.
- Shamall, M.A., Kamaran, A., Mama., S, 2011.** Infections of common carp *Cyprinus carpio* with *Dactylogyrus* (Monogenea) from Lesser Zab river in Kurdistan region, Iraq. *Dep. Biology, Coll. Education- Scientific Departments, Univ. Salahaddin, Erbil, Iraq.*
- Shamsi, S., Jalali, B., Aghazadeh-Meshgi, M., 2009.** Infection with *Dactylogyrus* spp. among introduced cyprinid fishes and their geographical distribution in Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Vol. 10, No. 1, Ser. No. 26,
- Shamsi, S., Aghazadeh-Meshgi, M., 2011.** Morphological and genetic characterisation of selected *Contracaecum* (Nematoda: Anisakidae) larvae in Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(2) 356-361.
- Sharma, S.K., Wattal, B.L., 1976.** First record of a cyclopid host-Mesocyclops leuckarti (Claus) for an acanthocephalous worm-Acanthosentis dattai Podder from Delhi (India). *Folia Parasitol (Praha)*. 1976; 23(2):169-73.
- Shiraki, T., 1974.** Larval nematodes of family Anisakidae (Nematoda) in the Northern Sea of Japan as a causative agent of eosinophilic phlegmone or granuloma in the human gastro intestinal tract. *Biologica*, 22, pp.57-98.
- Smith, B. B., Walker, K. F., 2004.** Spawning dynamics of common carp in the River Murray, South Australia, shown by macroscopic and histological staging of gonads. *Journal of Fish Biology*, 64(2), 336–354.
- Song, S-B., Lee, S.R., Chung, H.H., Han, N.S., 1995.** Infection status of anisakid larvae in anchovies purchased from local fishery market near southern and eastern sea Korea, *Korean J. Parasitol.*, 33 (2): 95-99.
- Spillmann, C. J., 1961.** Faune de France: poissons d'eau douce. *Editions chevalier*, P. Fédération Française des sociétés de sciences Naturelles, Paris, 303 pp.
- Stavrescu-Bedivan, M.M., Popa, O.P., Popa, L.O., 2014.** Infestation of *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) in two invasive fish species in Romania, *Lepomis gibbosus* and *Pseudorasbora parva*. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst*, 414, 12, DOI: 10.1051.
- Stojanovski, S., Hristovski, N., Cakic, P., Hristovski, M., Velkova-Jordanoska, L., Blazekovic, D., 2010.** Monogenean trematods of chub (*Leuciscus cephalus albus* Bonaparte, 1838) from lake Ohrid (Macedonia) *Biotechnol. Biotechnol. Eq.* 24 (Special Edition): pp. 623-627.
- Strømnes, E., Anderson, K., 2003.** Growth of whaleworm (*Anisakis simplex*, Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae) third-stage larvae in paratenic fish hosts. *Parasitology Research*, 89, 335-341.

T

Tantanasi, J., Diakou, A., Tamvakis, A., Batjakas, I. E., 2012. *Anisakis* spp. Burden in *Trachurus trachurus*. Helminthologia, 49, 16-20.

Tekin- Özkan, S., Kir, I., Barlas, M., 2008. Helminth parasites of common carp (*C. carpio* L., 1758) in Beyşehir Lake and population dynamics related to month and host size. Turk. J. Fish. Aquat. Sci, 8: 201- 205.

Tempero-Grant, W, Ling, N., Brendan, J., Matthew, W., Osborne, H., 2010. Age composition, growth, and reproduction of koi carp (*Cyprinus carpio*) in the lower Waikato region, New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 40:4, 571-583,

Ternengo, S., 2004. Caractérisation des communautés de parasites des poissons de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio. Thèse de Doctorat, Université de Corse, 210 p.

Terofal, F., 1987. Les Poissons d'eau douce. Edition Solar, Paris 287 pp.

Thiel, A., 1955. Occurrence and survival of the larval nematode *Anisakis* sp. In the flesh of fresh, Frozen, Brined, and Smoked pacific Herring, *Clupea harengus* Pallasi. The Journal of Parasitology, 63, pp. 515-519

Tombi, J., Bilong-bilong, C.F., 2004. Distribution of parasites of the freshwater fish *Barbus martorelli* (Roman, 1971) (Teleostei:cyprinidae) and Monogenea inverse intensity evolution between myxosporidia and Monogeneae as a function of the host age. Revue d'élevage et de médecine vétérinaires des pays tropicaux, 57(1-2): 71-76.

Torres, P., Pequeno, G., Figueroa, L., 1978. Preliminary research on Anisakidae (Raillet & Henry 1912) Skrjabin & Karokhin (1945) in some fish of habitual consumption for the human population from Valdivia, Chile. Boletin Chileno de Parasitologia, 33, pp. 39-46.

U

Umehara, A., Kawakami, Y., Matsui, T., Araki, J., Uchida, A., 2006. Molecular identification of *Anisakis simplex* sensu stricto and *Anisakis pegreffii* (Nematode, Anisakidae) from fish and cetacean in Japanese waters. Parasitology International, 55, 267-271.

V

Valle, A., 1880. Crostacei parassiti dei pesci del mare adriatico. Boll. Soc. Adrit. Sci. Nat. 6: 55-90.

Velázquez-Velázquez, E., González-Solís, D., Salgado-Maldonado, G., 2011. *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda) in the endangered fish *Profundulus hildebrandi* (Cyprinodontiformes), Mexico. Revista de Biología Tropical, 59: 1099–1104.

Vander, W., 1997. Some observations on the fish life in a seasonal sand river. South. Afr. J. Aquat. Sci., Vol 23, (1) 95-102.

Varadi, L., Hidas, A., Varkonyi, E., Horvath, L. 1993. Intersting phenomena in hybridization of carp (*Cyprinus carpio*) and rosy barb (*Barbus conchoniuis*). *Aquaculture*, vol, 129 (1-4) : 211-214.

Vazirzadeh, A., Yelghi, S., 2015. Long-term changes in the biological parameters of wild carp (*Cyprinus carpio carpio*) from the south-eastern Caspian Sea. *Iranian Journal of Science & Technology*, 391-397

Ventura, M.T., Tummolo, R.A., Di Leo, E., 2008. Immediate and Cell-Mediated Reactions in Parasitic Infections by Anisakis simplex. *J. Investig Allergol Clin Immunol*, 18, pp. 253-259.

Vilizzi, L., Tarkan, A.S. Ekmekçi, F.G. 2015. Parasites of the common carp *Cyprinus carpio* L., 1758 (Teleostei: Cyprinidae) from water bodies of Turkey: updated checklist and review for the 1964–2014 period. *Turkish Journal of Zoology*, 39: 545-554.

W

Walther, B.A., Clayton, D.H., Cotgreave, P.C., Gregory, R.D., Price, R.D., 1995. Sampling effort and parasite species richness. *Parasitology Today*, 11: 306-310.

Wanink, J.H., 1988. The pied kingfisher *Ceryle rudis* and daga Rastrineobola argentea: estimating the food-intake of a prudent predator (1992), in: Bennum, L. (Ed.), *Proceedings of 7th Pan-African Ornithological Congress*, Nairobi, Kenya. PAOCC, 28 August-5 September, pp. 403–411.

Wayland, M. T., Gibson, D. I., Sommerville, C., 2004. *Echinorhynchus salmonis* Müller, 1784 (Acanthocephala:Echinorhynchidae) from the Bothnian Bay, Baltic Sea: morphological variability and radial asymmetry of proboscis hooks. *Systematic Parasitology*, 58: 149–158.

Webb, A. C., 2008. Spatial and temporal influences on population dynamics of a branchiuran ectoparasite, *Argulus* sp. a, in fresh waters of tropical northern queensland, Australia. *Crustaceana*, 81 (9): 1055-1067.

Weeks, P.J., Penlington, B., 1986. First records of *Ligula intestinalis* (Cestoda) in rainbow trout, *Salmo gairdneri*, and common bully, *Gobiomorphus cotidianus*, in New Zealand. *Journal of Fish Biology*, 28, pp.183-190.

Weil, C., Fostier, A., Billard, R., 1986. Induced spawning (ovulation and spermatation) in carp and related species. in *Aquaculture of cyprinids*. Billard, R. et Marcel, J. Editeurs, INRA, Paris, 119-137.

Welcomme, R.L., 1988. International Introductions of Inland Aquatic Species, Food & Agriculture Org., p: 318.

Wilson, C.B., 1923. Parasitics copepods in the collection of the riks museum at Stockholm. *Ark. Zool.*, 15 (3): 1-15.

Y

Yamaguti, S., 1934. Studies of the helminth fauna of Japan. Part. 4 . Cestodes of fishes. Japan. J. Zool. 6, 1-112.

Yamaguti, S., 1963. *Parasitic Copepoda and Branchiura of Fishes.* Wiley Interscience Publishers, New York, 1104 p.

Z

Zander, C.D., 1998. Ecology of host parasite relationships in the Baltic Sea. *Naturwissenschaften*, 85:426–436.

Zander, C.D., 2004. Four-year monitoring of parasite communities in gobbid fishes of the southwestern Baltic. II. Infracommunity. *Parasitol. Res.*, 93 (1), 17-29.

Zapata, A., Diez, B., Cejalvo, T., Gutiérrez-De frias, C. Cortés, A., 2006. Ontogeny of the immune system of fish. *Fish Shellfish Immunol*, 20, 126-136.

Zharikova, T.I., 2000. The adaptive reactions of the gill ectoparasites of the bream (*Abramis brama*) and the white bream (*Blicca bjoerkna*) to exposure to an anthropogenic factor in the Ivan'kovo reservoir. *Parazitologiya*. 34(1): 50-55.

Zouakh, D.E., Meddour, A., Bouaziz, A., 2007. Etude bioécologique comparative de *Barbus setivimensis* Cuv. & Val., 1842 (Pisces, Cyprinidae) dans deux milieux aquatiques différents. *Proceedings du Workshop International sur la Gestion des Ressources Halieutiques. ISMAL, Alger, 29-30. Octobre 2007.*

Site internet

<http://cran.r-project.org/web/packages/>.

ANNEXE

Parasites recensés chez les cyprinidés examinés

1. Monogènes

1.1. *Dactylogyrus anchoratus*

L'hôte : Branchies de *Cyprinus carpio*

❖ Position systématique et morpho-anatomie

Embranchement : Plathelminthes

Classe : Monogenea Rudolphi, 1808

Famille : Dactylogyridae Yamaguti, 1963

Genre : *Dactylogyrus* Diesing, 1850

Espèce : *anchoratus* Dujardin, 1845

Dactylogyrus anchoratus est une espèce hermaphrodite, ovipare. La partie antérieure contient les organes sensoriels, 4 taches optiques noires, un pharynx musculueux, un atrium génital et les pièces copulatrices scléreuses. Dans la partie postérieure, le système de fixation Haptor ou Opisthaptor est un disque muni de 14 crochets scléreux marginaux et d'une paire de crochets appelés hamulis ou « ancras » dont la forme et la taille constituent des critères taxonomiques d'identification spécifique des Dactylogyridés.



Figure : Photographie de *Dactylogyrus anchoratus*

Le cycle biologique de *Dactylogyrus anchoratus* est direct. Les vers adultes fixés aux branchies de l'hôte libèrent les œufs non embryonnés. La production d'œufs est fonction de l'âge du monogène. Elle varie de 5 à 25/jours voire 60/jours. Elle est accélérée en réponse de l'adversité de l'environnement (Paperna, 1982).

Le développement des larves s'effectue en 2-3 jours à une température de 28°- 29°C et en 100 jours à 4°C. La larve libre peut survivre dans l'eau de 12 à 48 heures à 20°- 28°C. Elle atteint

sa maturité en se fixant sur les branchies, la surface du corps ou la cavité buccale des poissons. La durée de vie d'un adulte varie entre 5 et 40 jours selon la température de l'eau et les conditions de l'environnement aquatique (Bauer *et al.*, 1969).

1.2. *Dactylogyrus* sp.(Molnar 1964)

L'hôte : Branchies de *Barbus callensis*

❖ Position systématique et morpho-anatomie

Embranchement : Plathelminthes

Classe Monogenea Rudolphi, 1808

Famille : Dactylogyridae Yamaguti, 1963

Genre : *Dactylogyrus* Diesing, 1850

Espèce : *prostae* Molnar 1964

Les individus adultes de cette espèce possèdent un hapter légèrement plus large que le corps ; cet hapter est armé de deux grands crochets avec un manche petit et une lame arquée terminée en pointe, une barre transversale et 14 uncinuli. L'uncinuli est long et disposé en paire symétrique par rapport au plan médian. La bouche est subterminale ventrale avec un pharynx presque sphérique. Un testicule médian allongé ; un pénis formé d'un long tube mince sclérifié enveloppé dans une gaine. Ovaire entourant dorso-ventralement la branche intestinale droite ; Ouverture vaginale latérale droite, au centre d'une zone fibrillaire, en avant du réceptacle séminal. Le conduit vaginal, en forme de tube sclérifié qui diminue progressivement de diamètre ; ce conduit aboutit à la face antérieure d'un réceptacle séminal volumineux situé sur le côté droit en avant de l'ovaire. Follicules vitellins latéraux très développés depuis l'ovaire jusqu'au pédoncule hapterial.



Figure : Photographie de *Dactylogyrus* sp.

2. Crustacés

2.1. *Argulus foliaceus*

L'hôte : Branchies de *Cyprinus carpio* et *Barbus callensis*

❖ Position systématique et morpho-anatomie

Embranchement :	Arthropoda
Classe :	Maxillopoda (Dahl, 1956)
Famille :	Argulidae (Leach, 1819)
Genre :	<i>Argulus</i> (Muller, 1785)
Espèce :	<i>foliaceus</i> (Linnaeus, 1758)

Le corps est aplati dorso-ventralement, sa taille varie de 5 (mâle) à 7 mm (femelle) ; il est couvert par une grande carapace chitineuse. Il est divisé en 3 régions distinctes : céphalothorax, thorax et abdomen. La tête est fondue avec le premier segment du thorax (Bauer *et al.*, 1973) ; elle comporte un rostre qui permet la fixation et l'alimentation. Les maxillaires supérieurs modifiés sont les organes principaux d'attachement chez les Argulidés adultes. Les stades larvaires ne présentent pas les bandes et les appendices ; c'est au stade juvénile que les annexes commencent à apparaître modifiées. Diverses épines, appendices et crochets jouent un rôle important en facilitant la fixation de l'animal à son hôte.



Figure : Morphologie générale d'*Argulus foliaceus* (a : maxillaire, b : œil, c : ventouse, d : abdomen)

Les espèces du genre *Argulus* sont capables de nager librement et peuvent, en effet, se déplacer rapidement dans l'eau. Cette locomotion est assurée par le battement rapide des théropodes thoraciques (Bauer *et al.*, 1973).

Les Argulidés, ou « poux du poisson » (Thurston, 1970), sont parasites dès leur éclosion mais quittent l'hôte lors des mues et de la reproduction et changent d'hôte durant leur vie (Hoffman, 1977). Les mâles comme les femelles sont auto-suffisants à partir de l'âge de quinze jours. Seuls les membres du genre *Chonopeltis* demeurent constamment attachés à leur hôte, sauf pour la ponte. Les femelles quittent leur hôte et déposent les œufs en masse sur des substrats aquatiques (Fryer, 1968).

2.2. *Ergasilus* sp.

L'hôte : Branchies de *Barbus callensis*

❖ Position systématique et morpho anatomie

Embranchement : Arthropode

Classe: Maxillopoda

Famille: Ergasilidae (Nordmann, 1832)

Genre: *Ergasilus* (Nordmann, 1832)

Espèce: *Ergasilus* sp.

L'adulte femelle, le seul stade parasite des ergasilidés, est semblable à un cyclops (le corps est plus étroit postérieurement). La tête et le premier segment thoracique sont fusionnés en un céphalothorax qui est renflé dorsalement et possède un seul œil médian vers l'extrémité antérieure. La tête a deux paires d'antennes segmentées dont la première est petite et garnie de soies tandis que la seconde est grande et en forme de crochet pour agripper les filaments branchiaux et constitue ainsi le critère le plus significatif des ergasilidés. Dans le genre *Ergasilus*, l'antenne se termine par un simple crochet alors qu'elle en a trois chez *Paraergasilus*. Les quatre premiers des six segments thoraciques portent chacun une paire de pattes nageuses; les pattes du cinquième segment sont réduites et des sacs ovigères sont attachés au sixième. L'abdomen tri-segmenté se termine par la furca : une paire de lamelles anales portant de longues soies.

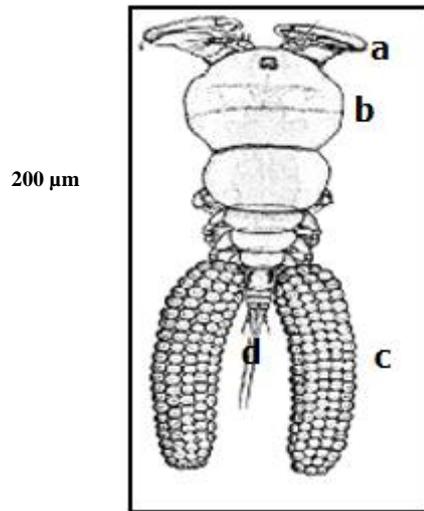


Figure : Représentation schématique d'*Ergasilus* sp.(a : antenne, b :céphalothorax, c : sac viagère, d : spicule) (Ben Hassine, 1983).

3. Cestodes

3.1. *Ligula intestinalis*

L'hôte :Tube digestif de *Cyprinus carpio* et *Barbus callensis*

❖ Position systématique et morpho-anatomie

Embranchement : Plathelminthes

Classe : Cestode, Rudolphi 1808

Famille : Diphylobothriidae, Lühe 1910

Genre : *Ligula*, Bloch 1788

Espèces : *intestinalis*Linnaeus 1758

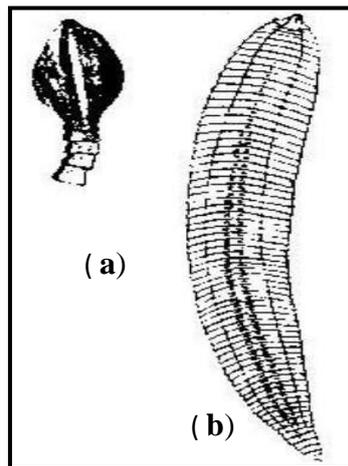


Figure 5 : Représentation schématique de *Ligula intestinalis* (Linné, 1758) (a) Scolex, (b) Ligule.

Le nom du genre *Ligula* est apparu en 1788. Les scientifiques se sont basés tantôt sur des caractères morphologiques et tantôt sur le spectre d'hôtes du parasite. Certains auteurs ont

décrits quasiment une trentaine d'espèces de ligules qu'ils différenciaient en se basant sur les caractères morphologiques donnant naissance aux appellations *Ligula uniserialis* Rudolphi 1810, *L. interrupta*, *L. sparsa*, *L. nodosa*, *L. contortrix*, *L. cingulum* Pallas 1781, *L. intestinalis*, *L. acumminata*, *L. digramma* ou sur les espèces hôtes que recrute la ligule : *Ligula avium* Bloch 1758, *L. mergorum*, *L. soricis moshati*, *L. colymbi*, *L. cristati*, *L. colymbi immeris*. Certains auteurs ont attribués à chaque espèce de poisson une espèce de Ligule caractéristiques correspondante : *Ligula piscium*, *L. salvenili*, *L. salmonis wartmanni*, *L. carpionis*, *L. tincae*, *L. gobionis*, *L. alburni*, *L. leucisci*.

Ligula intestinalis se diffère du reste des Ligules par la présence d'un organe reproducteur pour chaque proglottis.

La Ligule effectue une triple migration. Dans le premier hôte intermédiaire se développe un procercoïde semblable à ceux des Bothriocéphales c'est ainsi que Rosen (1918) a défini le cycle de vie de la ligule. Ce cycle s'inscrit donc dans le cadre d'une transmission à trois hôtes dont deux intermédiaires et un définitif et est donc appelé cycle hétéroxène. Dans le milieu aquatique, l'œuf écloit et se transforme en une larve ciliée libre et mobile : le coracidium. Celui-ci est généralement ingéré par le premier hôte intermédiaire, un copépode (crustacé zooplanctonique). La coracidie se transforme chez ce dernier et donne naissance à la larve procercoïde. Le copépode infesté peut être capturé par un poisson zooplanctonique : deuxième hôte intermédiaire où la larve procercoïde se transforme en pléroceroïde. Cette dernière se loge dans la cavité abdominale du poisson et y séjourne durant une longue période (plus de deux ans), Cela aura pour conséquences, le gonflement de l'abdomen du poisson, une augmentation de sa flottabilité et une grande probabilité de prédation par les oiseaux piscivores.

Enfin ce poisson parasité peut être ingéré par un oiseau ichtyophage : hôte définitif où la larve pléroceroïde acquiert sa forme adulte. Celle-ci arrive à maturité et produit des œufs qui seront relâchés dans l'eau via les fèces de l'oiseau terminant ainsi le cycle et amorçant le cycle suivant. Le temps de séjour du parasite chez l'oiseau aquatique est très court (2 à 5 jours) et le passage de la forme pléroceroïde à la ligule adulte est également très bref.

3.2. *Bothriocephalus acheilognathi*

L'hôte : Tube digestif de *Cyprinus carpio* et *Barbus callensis*

❖ **Position systématique et morpho anatomie**

Embranchement : Plathelminthes

Classe: Cestode, Carus 1863

Famille: Bothriocephalidae, Blanchard 1849

Genre: *Bothriocephalus*, Rudolphi 1808

Espèce: *acheilognathi*, Yamaguti 1934

Bothriocephalusacheilognathi est un cestode qui parasite les poissons d'eau douce, en particulier les cyprinidés (Marcogliese, 2008).



Figure: Photographie de *Bothriocephalus acheilognathi* (Cliché Brahmia, 2012)

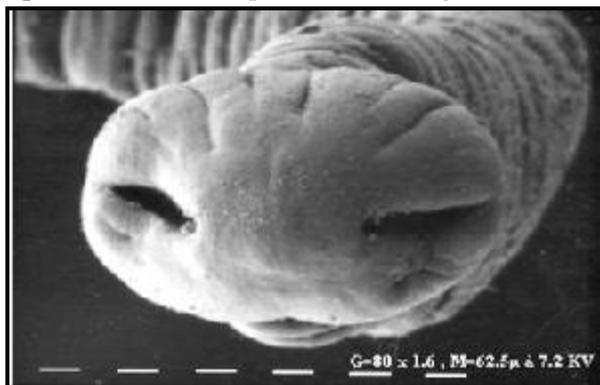


Figure 7 : Microscopie électronique à balayage du scolex de *B. acheilognathi* (Marker = 83,3 µm, 7,2 KV) (Meddour, 2009)

Il peut être identifié par une tête sous forme de flèche avec un disque terminal relativement peu développée, et deux bothria dirigés antéro-externe (en forme de fente ouvertures) qui sont à court et profond (Scholz, 1997). Les proglottis (segments du corps) commencent directement

derrière lescolex, elles sont relativementallongée etbeaucoup plus étroite quele scolex(Scholz, 1997).

Le cycle biologique de *B.acheilognathi* est indirect avec un copéode hôte intermédiaire.

Les œufs libérés dans les fèces des poissons tombent sur le substrat. L'éclosion libère une larve ciliée ou Coracidium, qui nage vers la surface de l'eau où elle est susceptible d'être ingérée par un copéode. Dans l'intestin d'un crustacé, le coracidium se développe en une larve oncosphère qui migre vers la cavité cœlomique pour s'y développer en procercoide. Un copéode peut héberger plusieurs procercoïdes et rester viable. Les poissons s'infestent en ingérant des copépodes contaminés.

4. Nématodes

4.1. *Contracaecum* sp.

L'hôte : tube digestif de *Cyprinus carpio*

❖ Position systématique et morpho anatomie

Embranchement : Némathelminthes

Classe: Secernentea

Famille: Anisakidae

Genre: *Contracaecum* (Railliet et Henry, 1912)

Espèce : *Contracaecum*sp.

Contracaecum sp. partage les particularités communes à tous les nématodes : plan du corps vermiforme, section transversale de forme arrondie et absence de segmentation, et recouverts d'une épaisse cuticule.



Figure : Photographie de *Contracaecum* sp. (a : partie postérieure, b : partie antérieure) (Cliché Brahmia, 2012)

Dans leur cycle de vie, *Contracaecum* sp. infecte les mammifères marins et les oiseaux piscivores comme hôtes définitifs. Les genres les plus répandus sont *Anisakis*, *Pseudoterranova* et *Contracaecum* et ils ont des cycles de vie similaires.

Les œufs rejetés avec les déjections de ces hôtes définitifs embryonnent dans l'eau de mer où ils libèrent des larves. Ils éclosent en libérant une larve qui va infecter un petit crustacé du plancton. Lorsque ceux-ci sont ingérés par le deuxième hôte intermédiaire, poisson ou céphalopode, les larves s'enkystent dans l'épaisseur de la paroi intestinale, parfois aussi dans les muscles ou sous la peau. Quand ce deuxième hôte intermédiaire est dévoré par un de ses prédateurs, mammifère ou oiseau marin, les larves sont libérées dans le tube digestif où elles vont donner de nouveaux vers adultes (Orain, 2010).

Les nématodes adultes du genre *Contracaecum* sont parasites du tube digestif d'oiseaux ayant des poissons dans leur régime alimentaire (comme le grand cormoran *Phalacrocorax carbo*) ou de mammifères marins (Køie, 1988; Moravec, 1994).

4.2. *Anisakis* sp.

L'hôte : cavité générale de *Barbus callensis*

❖ Position systématique et morpho anatomie

Embranchement : Némathelminthes

Classe: Secernentea

Famille: Anisakidae

Genre: *Anisakis* (Dujardin, 1945)

Espèce : *Anisakis* sp.

Les larves sont de couleur rouge foncé ; elles sont plus épaisses dans la moitié postérieure du corps qui se termine à chaque extrémité par 3 lèvres ; des dents (0,012 + 0,002 mm de haut ; 0,008 à 0,014 mm); pore excréteur ventral entre les lèvres subventrales; anneau nerveux à partir de l'extrémité antérieure; oesophage musculaire (pharynx), suivi par un ventricule glandulaire; caecum intestinal bien développé; anus au bout de la queue brusquement arrondie; présence de stries transversales ; cuticule irrégulière. La larve L3 a les caractéristiques suivantes: trois lèvres bilobées, une dorsale et deux ventrolatérales, une dent foreuse ventrale de la bouche et un pore excréteur entre les lèvres ventrolatérales.



Figure : Photographie de la larve L3 d'*Anisakis* fixée sur la chair du barbeau (Cliché Brahmia, 2012)

La larve peut atteindre une longueur de 50mm et un diamètre de 1 à 2mm. (Ventura *et al.*, 2008). La distinction à l'intérieur du genre *Anisakis* est très difficile si on se base sur l'étude morphologique des parasites. Seules les larves de stade 3 permettent d'effectuer une diagnose d'espèces. Les techniques d'analyse génétique peuvent aussi permettre d'effectuer cette diagnose (Nadler *et al.*, 2005) .

Les œufs rejetés avec les déjections de ces hôtes définitifs embryonnent dans l'eau de mer où ils libèrent des larves, qui sont avalées par des crustacés pélagiques. Lorsque ceux-ci sont ingérés par le deuxième hôte intermédiaire, poisson ou céphalopode (calmar, seiche), les larves s'enkystent dans l'épaisseur de la paroi intestinale, parfois aussi dans les muscles ou sous la peau. Quand ce deuxième hôte intermédiaire est dévoré par un de ses prédateurs, mammifère ou oiseau marin, les larves sont libérées dans le tube digestif où elles vont donner de nouveaux vers adultes.

Les larves de l'espèce *Anisakis* présentent plusieurs localisations dans la chair des poissons (hareng, sardine, anguille, merlans, morue, maquereau, lotte...) et des calmars des mers froides.

Le premier cas d'anisakiase fut décrit par Punt (1941) dans la mer du Nord. L'anisakiase a été rapportée dans les pays où l'on consomme du poisson cru (Pays riverains de la Mer du Nord, de la Mer Baltique, au Japon, en Chine, au Pays-Bas, en France, au Chili, aux États-Unis et au Canada). Le nombre de cas avec découverte de larves est de plus de 2500 par an au Japon, pays industrialisé le plus touché. Aux États-Unis, l'incidence serait de 10 cas par an. En Europe, les pays où l'anisakiase est communément rapportée sont l'Espagne, la Norvège, les Pays-Bas et le Royaume-Uni.

5. Acanthocephale

Acanthogyrus sp.

L'hôte : tube digestif de *Barbus callensis*

❖ Position systématique et morpho anatomie

Embranchement : Acanthocephala

Classe: Euacanthocephala

Famille: Quadrigyridae

Genre: *Acanthogyrus* Thapar, 1927

Espèce : *Acanthogyrus* sp.

Les acanthocéphales sont des vers allongés, en forme de sac, avec un proboscis rétractile armé d'un nombre variable d'épines. Le nombre et la disposition des épines sur le proboscis constituent des critères taxonomiques importants. Pour la diagnose au niveau de l'espèce, les vers doivent être fixés avec leur proboscis développé.

Le corps est long et cylindrique, à courbure sur le côté ventral comporte le proboscis et le tronc. Le proboscis (ou rostre) est petit, rétractile, possédant 18 crochets répartis en trois rangées de six crochets. Seule la partie antérieure externe du tronc est parsemée de petits crochets coniques, plus abondants du côté ventral, disposés en 12 à 18 rangées transversales. Leur nombre est inconstant.

L'extrémité postérieure de la femelle est arrondie parfois conique. Chez le mâle elle présente une bourse copulatrice (dimorphisme sexuel). L'hypoderme comporte 10 à 12 noyaux géants de forme irrégulière dont 8 sont situés dorsalement. Les lemnisques sont inégaux, muni de deux noyaux géants. Les glandes à ciment (ou copulatrices) forment un syncytium à six noyaux en arrière du testicule postérieur. Les femelles *A.maroccanus* (5,69 à 15,66 mm de long) sont plus grandes que les mâles (4,33 à 8,45 mm).



Figure :Microscopie électronique à balayage des crochets du proboscis d'*Acanthogyrus* sp. (Marker = 10 μ m)(Meddour, 2009).

Le cycle évolutif est indirect. L'hôte intermédiaire est un copépode du zooplancton. Sharma et Wattal (1976) ont démontré que seules les femelles *Mesocyclops leukarti* interviennent dans le cycle évolutif d'*Acanthogyrus*(*Acanthosentis*) *dattai*. Il faut souligner la haute spécificité des Acanthocéphales vis-à-vis de l'hôte intermédiaire et de l'hôte définitif. Le genre *Mesocyclops* est présent dans le lac Oubeira (Samraoui *et al.*, 1999).

Environmental parameters and parasitism in common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) caught from Oubeira Lake (North-East of Algeria)

¹Brahmia Sarra, ²Barour Choukri, ¹Abbaci Sameh, ²Bouallag Chahinez and ¹Bensouilah Mourad.

¹Laboratory of Ecobiology for Marine Environments and Coastlines. Faculty of Science; Badji Mokhtar University, Annaba, 23000 Algeria.

²Laboratory of terrestrial and aquatic ecosystems; Faculty of Science; Mohamed Cherif Messadia University, Souk Ahras, 41000, Algeria.

Address For Correspondence:

Brahmia Sarra, Laboratory of Ecobiology for Marine Environments and Coastlines. Faculty of Science; Badji-Mokhtar University Annaba, 23000 Algeria.

Received 22 January 2016; accepted 2 March 2016; published 1 April 2016

ABSTRACT

This study pertains to biometry and parasitism of the common carp captured in Lake Oubeira. This involved collection of 360 carp specimens which were weighed and measured before being dissected to harvest the parasites. The size of the carp in Lake Oubeira varied from 11 to 51 cm in length, although more than 70% did not exceed 31 cm in length. This fraction of the studied population exhibited isometric growth, with a condition factor that did not exceed 1.15. The application of the Von Bertalanffy equation shows that Carps of Lake Oubeira have an asymptotic length of 55.65 cm and a maximum length of 53 cm with a growth rate of about 0.22 year⁻¹. The observation of anatomical morphological characters of 869 parasites collected allowed us to identify a Monogenea (*Dactylogyrus anchoratus*), a Crustacea (*Argulus foliaceus*), tapeworms (*Bothriocephalus acheilognathi*) and the larval form of *Ligula intestinalis* and nematode (larvae *Contracaecum* sp.). The latter reported for the first time in the general cavity of *C. carpio* originating from Oubeira Lake. The survey of the evolutionary dynamic parasitism reveals that *Contracaecum* sp. present throughout the year; and affects over 30% of carp. The statistical analysis showed that the distribution of parasites is related to the season and the fish size. The use of principal component analysis shows that water temperature correlated positively with the distribution of *Contracaecum* sp., *D. anchoratus* and *A. foliaceus*. These parasites were more frequent in summer and autumn when water temperature and suspended material present the highest values, in contrast; water temperature is correlated negatively with the distribution of *B. acheilognathi* and *L. intestinalis*. It appears from this study that the water temperature has a great influence on the distribution of parasites.

Key words: *C. carpio*; Lake Oubeira; isometric growth; North east of Algeria; dynamic

INTRODUCTION

The common carp is a freshwater fish that shows a wide distribution in the world [71]. Its natural range extends from the Aral Sea to China and the Amur basin [60]. This global distribution of carp is related to the many introductions around the world to promote the cultivation, aquaculture and sport fishing [36,25,11].

Algeria, like many other countries of the world was affected by the political introductions of new species of fish. The aims of some introductions of fish species includes occupying vacant ecological niches or stocking of watersheds that are deprived of fish (e.g. dams, reservoirs). Introduction of a species, however, also entails introduction of its parasites and associated bacteria [59,24,48,14], doing so can hence result in a range of ecological effects.

Open Access Journal

Published BY AENSI Publication

© 2016 AENSI Publisher All rights reserved

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

To Cite This Article: Brahmia Sarra, Barour Choukri, Abbaci Sameh, Bouallag Chahinez and Bensouilah Mourad., Environmental parameters and parasitism in common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) caught from Oubeira Lake (North-East of Algeria). *Research Journal Of Fisheries And Hydrobiology*, 11(4): 27-36, 2016

In addition to giving rise to problems relating to pathologies [48], introduction of the Chinese carp in Lake Oubeira has resulted in the elimination of a large portion of the aquatic vegetation, as well as a decrease in the autochthonous populations and waterfowl [46].

Villizi *et al.*, [66] report, in common carp inhabit various water in Turkey, the existence of 41 species parasites. Carp is nevertheless likely to be carrier of viruses, bacteria, fungi and parasites [26]. The parasites are causing major problems in fish farms or natural stocks of fish; this is why freshwater fish parasites continue to be the subject of numerous studies [27]. Tombi and Bilong-bilong [65] Tekin-Özan *et al.*, [64]; Loucif *et al.*, [44]; Fomena *et al.*, [29]; Borji *et al.*, [16]; Nematollahi *et al.*, [53]. In Algeria, the studies of parasites of Cyprinidae are few [49,50,34,22,17,3]. The aim of this study is firstly, to determine the structure carp's population, secondly to identify the influence of some environmental factors on the epidemiological parameters (prevalence, intensity of infestation and abundance) of the parasites.

MATERIALS AND METHODS

Lake Oubeira is a fresh water lake, situated in Algeria North-East (N36°50, E08°23) (Fig.1). It covers a surface area of 2,200 hectares, and that has a maximal depth of 4m. It is a designated wilderness area (registered with the RAMSAR Convention) of the Parc National d'El Kala that has the unique distinction of hosting the most important wetland complex of the Maghreb area [18]. The native Ichthyofauna of the Lake Oubeira is represented by *Barbus callensis*, *Pseudophoxinus callensis*, *P. guichenoti*, *P. punicus* and *Gambusia affinis affinis* (Poeciliidae), *Mugil cephalus*, *Liza ramada* (Mugilidae) and eel *Anguilla anguilla* [52].



Fig. 1: Study area

The temperature and dissolved oxygen in the water is measured, monthly, using a multi parameter sensor provided (brand Consort 335); as regards their suspended material is estimated using the differential weighing method [4].

A total of 360 carps (30 specimens per month) were collected between January 2012 and December 2012, by professional fishermen, and then transported live on ice to the laboratory where they were measured (total length, to the nearest centimeter) and weighted with a balance. Fish gills were cut out and examined under a microscope. Vigorously, moving worms were separated from the gills and fixed in 70 % alcohol and carefully examined under stereo microscope (Olympus SZX 10). The carps were opened by a longitudinal incision along the belly. The intestinal tract was cut at each end and lifted out to reveal the parasites. The parasites were then washed and fixed in 70 % alcohol.

The nomenclature adopted in reporting the prevalence the mean intensity and abundance is that customarily used [20].

Linear growth: The growth parameters were determined by the FISAT II software; Asymptotic length L_{∞} and K growth rate of the Von Bertalanffy equation [67] were estimated through d'ELEFEN 1, the linear growth law is expressed by the equation: $L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$ L_t : length at time t (cm), L_{∞} : asymptotic length (cm), K: growth coefficient (year^{-1}), t_0 : age hypothetical theory to zero length.

Relative growth: (length-weight relationship): The length and weight of fish are highly correlated. The relationship between the size and weight of a fish is reflected in the type of formula ($W = a \times L_T^b$); W:

eviscerated weight (g), L_T : total length (cm) a: constant, b: coefficient of allometry. The type of growth is determined according to b (b = 3: isometric growth between weight and length; b < 3: negative allometry b > 3 positive allometry).

Condition factor (k): This coefficient is calculated using the following formula: $K = (W / L_T^b \times 100)$; W: eviscerated weight (g), L_T : total length in cm, b: coefficient of allometry considered equal to 3.

Statistical Analysis:

Statistical analysis of the data was performed under R (R Development Core Team, 2014 Version 3.1.2) developed by Ross Ihaka (1996). The normality condition of the distributions was checked beforehand by applying the Shapiro-Wilk (not shown). Distributions, being usually of asymmetric time, forced us to choose non-parametric alternatives for the statistical analysis.

The correlations between the sets of parameters are evaluated by the non-parametric Spearman correlation coefficient (r) to analyze the intensity of relations between our parameters. Furthermore, comparisons of intensity and the abundance of parasite were performed using the nonparametric test exact of Fisher. Principal component analysis (PCA) was carried out using the package FactoMineR [37] on the normalized data. The principal component analysis (PCA) was used as a descriptive and exploratory method aiming to characterize, through a multivariate approach, the structuring of our inter-months variations and to highlight the contribution of environmental parameters measured on prevalence, mean intensity and abundance of parasites. All packages used were downloaded from the official website of CRAN (The Comprehensive R Archive Network): <http://cran.r-project.org/web/packages/>. Tables and graphs were drew by Excel software.

Results:

Proportions of size classes:

Over the course of 12 months we captured 360 carps, ranging in size from 11cm to 51cm (Fig.2)

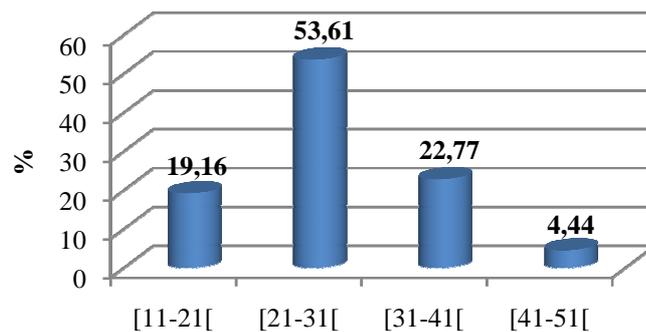


Fig. 2: Size distribution for carps captured

Linear growth:

The application of the Von Bertalanffy equation shows us that the carp of Lake Oubeira have an asymptotic length of 55.65 cm and a maximum length of 53cm with a growth rate of about 0.22 year^{-1} .

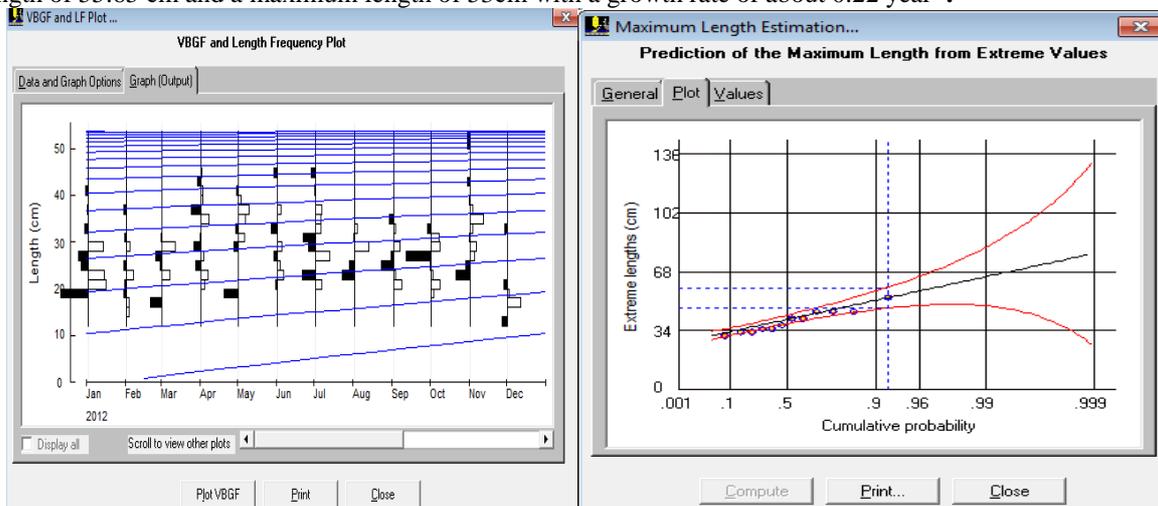


Fig. 3: Frequency distribution of length and maximum length in *C. carpio*.

Relative growth: The estimated relative growth, by the equation relating the total length with eviscerated weight, shows the existence of an isometry of growth with a correlation coefficient $r = 0.929$.

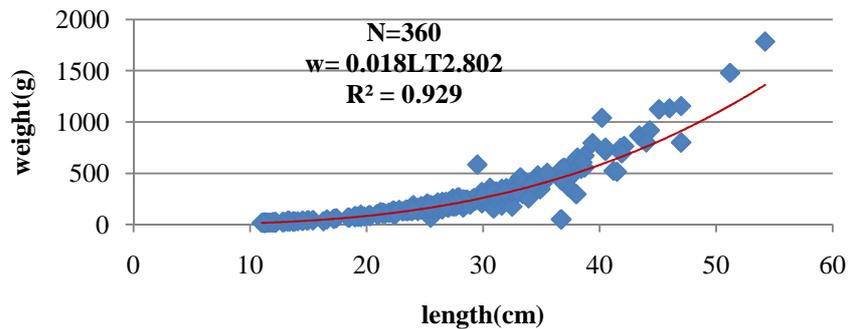


Fig. 4: length-weight relationship in carp of Lake Oubeira.

Coefficient of Condition (K): Condition factor of Carp from Lake Oubeira varies between 0.93 and 1.15; the highest value is recorded in winter (1.15) (Fig. 5) and the lowest value is recorded in the summer.

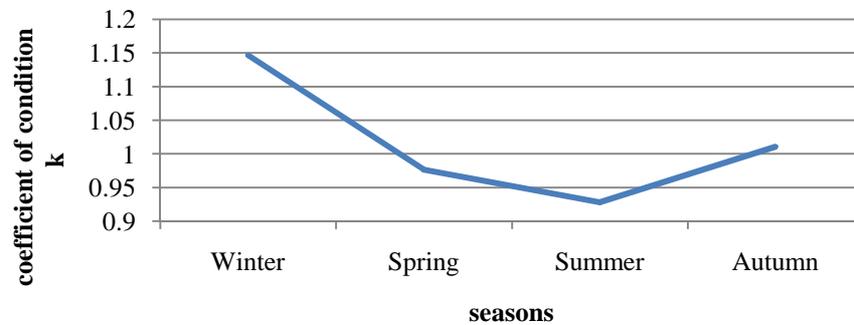


Fig. 5: Seasonal variations in condition factor (k) of carp.

Parasitism:

The examination of 360 specimens of *C. carpio* originating from Oubeira lake revealed the presence of 869 parasites attached to 5 families: Dactylogyridae (*Dactylogyrus anchoratus*), Argulidae (*Argulus foliaceus*), Bothriocephallidae (*Bothriocephalus acheilognathi*), Diphyllbothriidae (plerocercoid larvae of *Ligula intestinalis*) and Anisakidae (*Contracaecum sp* larvae).

Table 1: epidemiological parameters

	<i>Dactylogyrus anchoratus</i>	<i>Argulus foliaceus</i>	<i>Contracaecumsp</i>	<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	<i>Ligula intestinalis</i>
P%	12,5%	1,66%	30,55	3,33%	0,83%
I	3,77	1,16	5,75	4,66	1
A	0,47	0,01	1,75	0,15	0,008

(P%: Prevalence, I: intensity, A: abundance)

From Table 1 it is the nematode *Contracaecum sp* that affects over 30% of carp, against only 12% and 3% for *Dactylogyrus anchoratus* and *Bothriocephalus acheilognathi* respectively. The other 2 species of parasites infest less than 2% of fish numbers. The intensities of infestations are on the order of 5.75, 4.66 and 3.77 for *Contracaecum sp*, *Bothriocephalus acheilognathi* and *Dactylogyrus anchoratus* respectively. This is *Contracaecum sp* is the most abundant (1.75 individual / fish examined) and comes with *Dactylogyrus anchoratus* (0.47 individual / fish examined).

Table 2: Seasonal distribution of parasites found on *C. carpio* in Lake Oubeira

Species	Winter	Spring	Summer	Autumn
<i>Dactylogyrus anchoratus</i> (170 specimens)	4	17	128	21
<i>Argulus foliaceus</i> (7 specimens)	0	0	4	3
<i>Contracaecum sp.</i> (633 specimens)	88	195	200	150
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	53	1	2	0

(56 specimens)				
<i>Ligulaintestinalis</i>	3	0	0	0
(3 specimens)				
Total (869 specimens)	148	213	334	174

Results obtained revealed that *Contracaecum sp* and *Dactylogyrus anchoratus* are present throughout the year; the percentage of parasitic individuals is 92.4%.

Percentage of the individuals *Contracaecumsp* living in the body cavity is also higher in summer and spring. It is reported that the percentage of the individuals of *D. anchoratus* and *A. foliaceus* in the gills is higher in dry season; as to *B. acheilognathi* and *L. intestinalis* are present just for winter. (Tab2).

The Fisher test shows a distribution of dependence $df = 3$, $p\text{-value} < 2.2e-16$, the test is significant that is to say that distribution of parasites depends on the season.

Distribution of parasites depending on class size:

Table 3: Distribution of parasites as a function of the size of carps

Parasites	[11-21[[21 - 31[[31 - 41[[41 - 51[
<i>Dactylogyrus anchoratus</i>	5	6	118	41
<i>Argulus Foliaceus</i>	0	7	0	0
<i>Contracaecumsp.</i>	12	372	205	44
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	53	2	1	0
<i>Ligula intestinalis</i>	3	0	0	0

The parasitic *Contracaecum sp.* and *D. anchoratus* species are encountered in the four size categories that comprise the carp population of Lake Oubeira. However, individuals in the [21 – 31cm] and the [31 – 41cm] size categories harbored the greatest number of specimens of the *Contracaecum sp.* species. In regard to *D. anchoratus*, it is particularly the individuals in the [31 – 41cm] size category that harbored the highest proportion of this parasite (i.e. in 69.4%). While the *B. acheilognathi* parasite was not encountered in carp belonging to the large size category (i.e. [41 – 51cm]), by contrast it was found to be highly prevalent (i.e. in 94.6%) in the small-sized carp (i.e. [11 – 21cm]). The presence of *Argulus foliaceus* and *Ligula intestinalis* parasites was limited to individuals belonging to the [21 – 31cm] and the [11 – 21cm] size categories, respectively.

The Fisher test shows a distribution with $df = 6$ dependency, $p\text{-value} < 2.2e-16$; the test is significant that is to say that the distribution of parasites depends on the class size.

Principal component analysis (PCA):

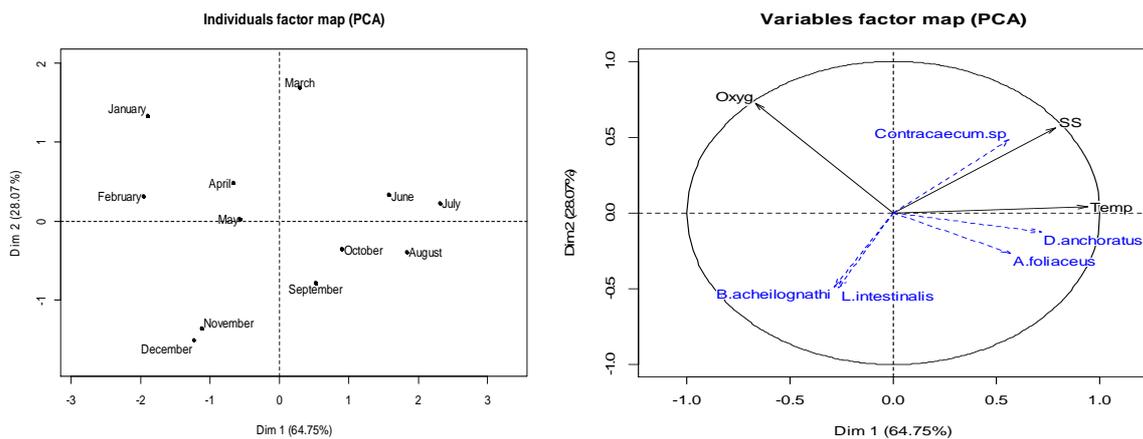


Fig. 6: Projection of months on the first two principal axes. **Fig. 7:** Correlation circle of biotic and abiotic variables with the first two principal axes.

The use of principal component analysis (PCA) as a preliminary and exploratory descriptive approach helped visualizing the structure of the temporal variation in Lake Oubeira according to five measured variables: water temperature, pH, dissolved Oxygen, suspended solids content and distribution of parasites.

PCA also led to investigate the existence of possible similarities between different months and distribution of parasites. It is noteworthy that the distribution of parasites was used as an additional quantitative variable to

achieve the PCA by the Facto MineR package. Moreover, PCA was performed on the reduced-centric data (standard PCA), whose results are summarized in figures (6 and 7).

The first two major components (F1 et F2) contain 86.73% of total variability (64,75 % and 28,07 % respectively).

Axis 1 is defined to the positive pole by water temperature and suspended material with strong relative contribution ($r=0,93$; $\cos^2=0,88$ et $r=0,78$; $\cos^2=0,61$ respectively), and it is the warmest months (june, july, august, september and october) that result in the most pronounced effect. The increase in temperature and suspended material favors the appearance of parasites *D. anchoratus*, *A. foliaceus* and *Contracaecum* sp, these parasites were more frequent in dry and fall season.

Axis 2 is defined to the positive pole by dissolved Oxygen ($r=-0,66$; $\cos^2=0,44$), on this Axis are projected the cold months (january, february, november and december) and *B. acheilognathi* and *L. intestinalis*. So we can say that the decrease in temperature favors oxygenation of water and abundance of parasites *B. acheilognathi* and *Ligula intestinalis*. These parasites were more frequent in wet period.

Discussion:

Of the 360 carps captured during the study period (January to December 2012), ranged from 11cm to 51cm, with a high proportion of the carps falling into the 21- 41cm size range. The application of von Bertalanffy growth equation shows that the carp populations have an asymptotic length of 55.65 cm and a maximum length of 53cm with a growth rate of about 0.22 year^{-1} . In Turkey, Balik *et al.*, [10], report that this species reaches an asymptotic length equal to 130cm with a growth rate of around $0,75 \text{ year}^{-1}$.

The length-weight relationship of the carp population in the Lake oubeira was $W=0.018 \cdot L_T^{2,802}$. The value of the length-weight relationship showed that body weight grows isometrically with length. The length-weight relationship of carp population for the dam Ghrib in Algeria [5] and for the Caspian sea in Iran [63], presents a positive allometric growth; these variations could be attributed to differences in age, maturity and sex, geographic location and associated environmental conditions, such as seasonality, stomach fullness, disease and parasite loads [8].

The mean condition factor of the population was calculated as 1,01; the mean condition factor of carp population in the Lake Karamik (Turkey) as 2.022 [10], It is clear that the mean condition factor of the carp population in the lake oubeira is lower than that of carp population in Turkey. The reason may largely be attributed to feeding opportunities.

In terms of the gills, we observed a predominance of the monogenic *D. anchoratus* over the *A. foliaceus* crustacean. The predominance would be related not only to abiotic parameters such as temperature and salinity but also interspecific competition for the ecological niche; because according to Mackenzie and Ball [45], the competition could be the cause of this dynamic between the different groups that some ecological factors favor one group over another.

Meddour [49], report the presence of three species of monogenea: *D. extensus*, *D. anchoratus* and *Gyrodactylus* sp in the gills of *C. carpio* caught from Lake oubeira. On the same species from Fom El Khanga dam (Souk Ahras) Allalguia *et al.*, [3] report the presence of 5 species of monogenea among which 4 are attached to the genus *Dactylogyrus*. Chaibi [22] report on the gills of *C. carpio* originating from Timgad dam (Algeria), the presence of two species of monogenea *Dactylogyrus* sp and *Gyrodactylus* sp.

The presence of *D. anchoratus* in *C. carpio* is reported in Turkey [56,43], in Kurdistan Iraq [1], in Northeast of Iran [16] and in Latvia [41], this parasite was found for other species such as the *C. auratus* and *L. Barbus esocinus* [1] and the *Auratus auratus* from Bulgaria [15].

In Lake Oubeira, *D. anchoratus* is highly abundant during the summer. Our results are bolstered by those of Borji *et al.*, [16] who showed that infestation by *D. anchoratus* is higher in summer time for the *C. carpio* populating Lake Mashhad in Iran. On the other hand, Allalguia *et al.*, [3] have reported the various species encountered in the *C. carpio* of Fom El Khanga appeared in different seasons, hence suggesting that infestation correlates with changes in temperature.

A. foliaceus, is reported in *C. carpio* captured in river Bounamoussa and Lake Oubeira [49], but in *C. carpio* of Fom El Khanga [17] and of Timgad dam [22] the presence of *Argulus foliaceus* is not reported. This variability in the parasitic abundance is a function of the ecology of the host [51,73], the phylogeny of the host and the parasite [20,62], the water quality [30] and the testing methods [69].

For the Lake Oubeira carp, the 7 specimens of the *Argulus foliaceus* species were collected in summer time and the autumn. Numerous authors have reported regarding the influence of temperature on infestation by *Argulus* species [35,69,70]. In the Czech Republic, Rohlenova *et al.*, [61] have reported that infestation of the *C. carpio* population in the Vodňany fish farm by the two crustaceans *Argulus foliaceus* and *Ergasilus sieboldi* is higher in spring and summer time.

D. anchoratus is present in all four of the size categories, although it is particularly the individuals in the [31 – 41cm] size category that harbor the greatest proportion of this parasite (at 69.4%). Our results are in agreement with those of Allalguia *et al.*, 2015 who report that it is the fish with overall lengths between 37 cm

and 47 cm that are the most infested with parasites. Several investigations indicate that the level of *Dactylogyrus* is often higher in older fish than in younger ones [56,57]. The increase in the parasite infection rate as a function of the size of the host specimen can be explained by the increase in gill surface area with body length [33,13,9,21]. According to these authors, larger-sized fish provide a larger gill surface area that can hence accommodate greater numbers of parasites. Further, the time of exposure of the fish gills to infestation by parasites could explain why larger specimens are more infested.

We report for the first time the presence of the larvae of the nematode *Contracaecum* sp in the general cavity of *C. carpio* populating the lake Oubeira. In Iran, the presence of this larva is reported in *Capoeta damascina* (cyprinidae) in Lake Kerman [58] and in *Barbus lacerta* populating the Gheshlagh reservoir [19]. The survey of the evolutionary dynamic of parasitism reveals that *Contracaecum* sp present throughout the year, the highest infestation is recorded during summer and spring. The high prevalence of the larvae of *Contracaecum* sp in the populations of *Mugil cephalus* from Saloum estuaries means that this nematode more frequent in dry season [54]. The study of the parasitism evolution from a consideration of the size of the host shows that *Contracaecum* sp met in four size classes, with highest number of parasites in individuals from size classes [21-31 [and [31-41 [(58.7% and 32.38% respectively).

The prevalence of *Contracaecum* sp could be explained by the strong presence of birds; final hosts of the parasite [12,28,47,31,39]. These final hosts will deposit the eggs of the parasite in the environment. These eggs hatch in 2 to 3 days with 24°C or in 5 to 7 days with 21°C [6].

The cestode *B.acheilognathi* is essentially present in winter (53 specimens collected); similar findings have been reported for *Gambusi aaffinis* in the southern United States [32]. *B. acheilognathi* is strongly present in young carps (94.6%). The presence of this cestode decreases with the increase of the size of the host. Korting [42] found 60 worms per fish in young carp from Germany. On the other hand, Bachinskii *et al.*, [7], have indicated that older carp remain less prone to infestation. Kim *et al.*, [40] found that for young carp (i.e. ranging in size from 9 to 16 cm) this amounted to 30 to 156 mature worms.

The use of principal component analysis shows relationship between abundance of *D. anchoratus* and *A. foliaceus* and *Contracaecum* sp and temperature; these parasites were more frequent in summer and autumn when water temperature and suspended material present the highest values. The statistical analysis revealed that presence of *B. acheilognathi* would be correlated by decrease of temperature and increase of water oxygenation.

Conclusion:

This study of the *C. carpio* carp captured in Lake Oubeira revealed:

- Relatively poor growth rates compared to those reported in the literature; which appears to reflect a relationship with the availability of food, and possibly other environmental factors linked to the carp's habitat
- A low diversity parasites;
- The distribution of parasites shows a relationship with the temperature and host Size : *D. anchoratus* is strongly present in the summer and in large sized carps; *Contracaecum* sp is present throughout the year, with highest infestation during summer and spring.

We wish to point out; however, that temperature is not the only element that influences the rate and the degree of infestation of the host by these parasites. As for the parasites encountered in this study; the influence of copepods on carp infestation by *B. acheilognathi*, *L. intestinalis*, and that of birds on infestation of these fish by *Contracaecum* sp. and *L. intestinalis* was not negligible.

REFERENCES

1. Abdullah, S.M.A., K.S. Mama, 2011. Infections of common carp *Cyprinus carpio* with *Dactylogyrus* (Monogenea) from Lesser Zab river in Kurdistan region, Iraq. Dep. Biology, Coll. Education-Scientific Departments, Univ. Salahaddin, Erbil, Iraq.
2. Abdullah, Y.S., S.M.A. Abdullah, 2013. Monogenean infections on fishes from Darbandikhan Lake in Kurdistan region, Iraq. Basrah J. Agric. Sc., 26(1): 117-131.
3. Allalgua, A., S. Guerfi, N. Kaouachi, C. Boualleg, I. Boucenna, C. Barour, A. Menasria, M. Bensouilah, 2015. L'infestation de *cyprinus carpio* (cyprinidés) peuplant le barrage foug el-khanga (souk Ahras, Algérie) par les monogènes parasites, Bull. Soc. zool. Fr. 140(3): 217-232.
4. Aminot, A., M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO. Brest., pp: 395.
5. Attal, M., A. Arab, 2013. Estimation de la croissance de la population de *Cyprinus carpio* (Poisson Cyprinidae) du barrage de Ghrib (W. Ain Defla). 4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems (Bechar) Algeria.
6. Al-Zubaidy, A.B., 2009. Prevalence and densities of *Contracaecum* sp. larvae in *Liza abu* Heckel 1843 from different Iraqi water bodies. J. K. A. U. Marine Science, 20: 3-17.

7. Bachinskii, V.P., M.M.K. Rizk, N.F. Gomonenko, 1978. Experimental *Bothriocephalus gowkongensis* infection of carp. Rybnoc Khozyaistvo, Kiev. 26: 70-72.
8. Bagenal, T.B., F.W. Tesh, 1978. Age and Growth. In: T.B. Bagenal, (Ed.) Methods for Assessment of Fish Population in Fresh Waters. IBP Handbook No: 3, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 101-136.
9. Bakke, T.A., P.D. Harris, J. Cable, 2002. Host specificity dynamics: observations on gyrodactylid monogeneans. Int J Parasitol., 32: 281-308.
10. Balik, I., H. Cubuk, R. Özkok, R. Uysal, 2006. Some Characteristics and Size of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) Population in the Lake Karamık (Afyonkarahisar/Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 6: 117-122.
11. Balon, E.K., 2006. The oldest domesticated fishes, and the consequences of an epigenetic dichotomy in fish culture. Aqua J Ichth Aquat Biol., 11: 47-86.
12. Barson, M., B.E. Marshall, 2004. First record of *Contracaecum* spp (Nematoda: Anisakidae) in fish-eating birds from Zimbabwe. 0038-2809 Tydskr. Journal of the South African Veterinary Association., 75: 74-78.
13. Bilong-Bilong, C.F., 1995. Les Monogènes parasites des poissons d'eau douce du Cameroun : Biodiversité et spécificité ; biologie des populations inféodées à *Hemichromis fasciatus*. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences, Université de Yaounde. Faculté des Sciences, pp: 341.
14. Blanc, G., 2007. Introduction of pathogens in European aquatic ecosystems: Attempt of evaluation and realities. Laboratoire d'Aquaculture et Pathologie, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, France, p: 20.
15. Borisov, E.V., 2013. Representatives of Dactylogyridae family of the Monogenea class in gold fish (*Carassius auratus auratus*) imported in Bulgaria from Singapore. Bulg J Agric Sci., 19(2): 237-242.
16. Borji, H., A. Naghibi, M.R. Nasiri, A. Ahmadi, 2012. Identification of *Dactylogyrus* spp. and other parasites of common carp in northeast of Iran. J. Parasit. Dis., 36(2): 234-238.
17. Boucenna, I., C. Boualleg, N. Kaouachi, A. Allalguia, A. Menasria, M. Maazi, C. Barour, M Bensouilah, 2015. L'infestation de la population de *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) par les copépodes parasites dans le barrage foug el khanga (souk-ahras, Algérie). Bulletin de la société zoologique de France., 140(3): 163-179.
18. Boumezbeur, A., 2003. Réserve intégrale du lac oubeira, Wilaya El Tarf. Fiche descriptive sue les zones humides Ramsar. Ministère de l'agriculture et du développement rural.
19. Bozorgnia, A., M.R. Youssefi, M. Barzegar, S.M. Hosseini-fard, S. Ebrahimpour, 2012. Biodiversity of parasites of fishes in Gheshlagh (Vahdat) Reservoir, Kurdistan Province, Iran. W. J. Fish Mar. Sci., 4(3): 249-253.
20. Bush, A.O., K.D. Lafferty, J.M. Lotz, A.W. Shostak, 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. Journal of Parasitology, 83: 575-583.
21. Cable, J., R.C. Tinsley, P.D. Harris, 2002. Survival and embryo development of *Gyrodactylus gasterostei* (Monogenea: Gyrodactylidae). Parasitology, 124: 53-68.
22. Chaibi, R., 2014. Contribution de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des Aures et du Sahara Septentrional avec sa mise en valeur. Thèse es. Science. Université Mohamed kheider Biskra, p: 237.
23. Chubb, J.C., 1981. The Chinese tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Syn *B. gowkongensis* Yeh, 1955) in Britain. Proceedings of the second British Freshwater Fisheries Conference, University of Liverpool., pp: 40-51.
24. Chubb, J.C., 1982. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. Advances in Parasitology, Academic Press, London, New York, 20: 292.
25. Copp, G.H., P.G. Bianco, N.G. Bogutskaya, T. Erős, I. Falka, M.T. Ferreira, M.G. Fox, J. Freyhof, R.E. Gozlan, J. Grabowska, 2005. To be, or not to be, a non-native freshwater fish?. J Appl Ichthyol., 21: 242-262.
26. Cudmore, B., N.E. Mandrak, 2004. Biological synopsis of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science, p: 44.
27. El Gharbi, S., E Birji, A. Lanbert, 1994. Monogènes Dactylogyridae parasites de Cyprinidae du genre Barbus d'Afrique du Nord. Systématique parasitology, 27: 45-70.
28. Farjallah, S., M. Busi, M. Ould Mahjoub, M. Slimane, B.B. Paggi, L. Said, 2008. Molecular characterization of larval anisakid nematodes from marine fishes off the Moroccan and Mauritanian coasts. Parasitology International., 57: 430-436.
29. Fomena, A., G.B. Lekeufack-Folefack, G. Bouix, 2010. Deux espèces nouvelles de *Myxidium* (Myxosporaea : Myxidiidae) parasites des poissons d'eau douce du Cameroun. Parasite, 17: 9-16
30. Galli, P., G. Crosa, L. Mariniello, S. D'amelio, 2001. Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. Hydrobiologia, 452: 173-179.
31. Garbin, L., S. Mattiucci, M. Paoletti, D. González-Acuña, G. Nascetti, 2011. Genetic and morphological evidences for the existence of a new species of *Contracaecum* (Nematoda: Anisakidae) parasite of *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin) from Chile and its genetic relationship with congeners from fish-eating birds. Journal of Parasitology. 97: 476-492.

32. Granath, W.O., G.W. Esch, 1983. The temperature and other factors in regulating the intrapopulation densities and comportion of *Bothriocephalus acheilognathi* in *Gambusia affinis*. Journal of Parasitology, 69(1): 116-124.
33. Guegan, J.F., B. Hugueny, 1994. A nested parasite species subset pattern in tropical fish: host as major determinant of parasite infracommunity structure. Oecologia., 100: 184-189.
34. Gussasma, Z., 2014. Caractérisation des communautés de parasites de quelques poissons d'eau douce (Région du Nord Est de l'Algérie).Mémoire de Magister, département des Sciences de la matière, Université Souk Ahras, Algérie, p: 100.
35. Hakalahti, T., E.T. Valtonen, 2003. Population structure and recruitment of the ectoparasite *Argulus coregoni* Thorell (Crustacea: Branchiura) on a fish farm. Parasitology, 127: 79-85.
36. Hoffmann, R.C., 1995. Environmental change and the culture of common carp in medieval Europe. Guelph Ichthyol Rev., 3: 57-85.
37. Husson, F., J. Josse, 2014. Multiple Correspondence Analysis. In The Visualization and Verbalization of Data, eds., Greenacre and Blasius, Chapman and Hall.
38. Ihaka, R., R.R. Gentleman, 1996. A language for data analysis and graphics. Computational&GraphicalStatistics. 5: 299-314.
39. Kanarek, G., 2011. Population biology of *Contracaecum rudolphii* Sensu Lato (Nematoda) in the Great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) from Northeastern Poland. Journal of Parasitology, 97: 185-191.
40. Kim, Y.G., J.Y. Kim, S.k. Chun, 1985. Life History of *Bothriocephalus opsariichthydis* Yamaguti (Cestoda; Pseudophyllida) parasitized on Israel carp *Cyprinus carpio* (Linne). 1. First intermediate host and developing proceroid. Bull. Fisheries Science Institute Kunsan. Fish. Jr. coll., 1: 1-10.
41. Kirjušina, M., I. Briede, M. Lazdane, M. Zolovs, M. Seržants, 2013. Parasitofauna of carp *Cyprinus carpio* L. (Cyprinidae) in aquaculture of Latvia. Acta Biol., 13(2): 75-83.
42. Körting, W., 1975. Larval development of *Bothriocephalus* sp. (Cestoda: Pseudophyllidea) from carp (*Cyprinus carpio* L.) in Germany. J Fish Biol., 7: 727-733.
43. Koyun, M., 2011. Occurrence of monogeneans on some cyprinid fishes from Murat River in Turkey. Afr J Biotechnol., 10(79): 18285-18293.
44. Loucif, N., A. Meddour, B. Samraoui, 2009. Biodiversité des parasites chez *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) dans le Parc National d'El Kala Algérie. Eur J Sci. Res., (2) 300-309.
45. Mackenzie, A., A.S. Ball, 2000. Essentiel en écologie. ED.Berti, p: 366.
46. Maitland, P.S., A.J. Crivelli, 1996. Conservation of freshwater fish. Arles: Station Biologique de la Tour du Valat. p: 94.
47. Mattiucci, S., M. Paoletti, J. Olivero-Verbel, R. Baldiris, B. Arroyo-Salgado, L. Garbin, 2008. *Contracaecum bioccae* n. sp. from the brown pelican *Pelecanus occidentalis* (L) in Colombia (Nematoda: Anisakidae): morphology, molecular evidence and its genetic relationship with congeners from fish-eating birds. Systematic Parasitology, 69: 101-121.
48. Meddour, A., 1988. Parasites of freshwater fishes from lake Oubeira, Algeria. Thesis of Master of Science, Department of Zoology. The University of Liverpool, UK, pp: 146.
49. Meddour, A., 2009. Pisciculture et biodiversité de la parasitofaune des poissons dans le Nord-est de l'Algérie. Thèse de Doctorat es sciences, département des Sciences Vétérinaires, Centre universitaire d'El Tarf, Algérie. p: 236.
50. Meddour, A., K. Meddour-Bouderda, N.A. Brahim-Tazi, D. Zouakh, S. Mehennaoui, 2010. Microscopie électronique à balayage des parasites des poissons du lac Oubeira-Algérie. European Journal of Scientific Research, pp: 129-141.
51. Morand, S., R. Poulin, K. Rhode, C. Hayward, 1999. Aggregation and species coexistence of ectoparasites of marine fishes. International Journal for Parasitology, 29: 663-672.
52. MPRH, 2004. Rapport expertise sur les lacs du complexe des zones humides d'El Kala (PNEK).
53. Nematollahi, A., A. Ahmadi, H. Mohammadpour, M. Ebrahimi, 2013. External parasite infection of common carp (*Cyprinus carpio*) and big head (*Hypophthalmichthys nobilis*) in fish farms of Mashhad, northeast of Iran. J Parasit Dis., 37(1): 131-133.
54. Ndew Dione, E., M. Diouf, J. Fall, C. Tidiane Bâ, 2014. Seasonal and Spatial Distribution of Nematode Larvae of the Genera *Anisakis* and *Contracaecum* (Anisakidae) in Two Populations of *Mugil Cephalus* (Mugilidae) from Saloum and Senegal Rivers. Journal of Biology and Life Science, 5: 1.
55. Özer, A., O. Erdem, 1999. The relationships between occurrence of ectoparasites, temperature and culture conditions: a comparison of farmed and wild common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in the Sinop region of northern Turkey. Journal of Natural History, 33: 483-491.
56. Özer, A., T. Öztürk, 2005. *Dactylogyrus cornu* Linstow, 1878 (Monogenea) Infestations on *Vimba* [*Vimba vimba tenella* (Nordmann, 1840)] caught in the Sinop Region of Turkey in Relation to the Host Factors. Turk J Vet. Anim. Sci., 29: 1119-1123.

57. Öztürk, M.O., F.N. Altunel, 2006. A study of the metazoan parasite fauna of *Cyprinus carpio* L. (common carp) linked to seasonal changes and host ages in Lake Manyas, Turkey. *Bull Eur Assoc Fish Pathol.*, 26: 252-259.
58. Pazooki, J., F. Nazari-Chamak, M. Masoumian, 2012. New host records for fish nematodes from Iran. *Journal of Cell and Animal Biology*, 6(2): 15-20.
59. Pool, D.W., 1985. An experimental study of the biology of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda : Pseudophyllidea). Ph.D. Thesis. Department of Zoology. The University of Liverpool, U.K. pp: 196.
60. Ricard, J.M., 1981. Développement des techniques de contrôle de la reproduction de la carpe commune en éclosion. Synthèse et analyse bibliographique, Mise en place d'une production d'alevins dans une éclosion en Camargue. Mémoire d'études, *CEMAGREF*, Montpellier, p: 149.
61. Rohlenova, K., S. Morand, P. Hyrsi, S. Tolarova, M. Flajshans, A. Simkova, 2011. Are fish immune systems really affected by parasites? An immunoeological study of common carp (*Cyprinus carpio*). *Parasit Vectors.*, 4 : 120.
62. Sasal, P., 1997. Diversité parasitaire et biologie de la conservation. Le modèle parasite de poissons-espaces marins protégés, Thèse de Doctorat. Université de Provence Aix-Marseille. p: 148.
63. Sedaghat, S., S.A. Hoseini, M. Larijani, K. Shamekhi-Ranjbar, 2013. Age and Growth of Common Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in Southern Caspian Sea. *Iran World Journal of Fish and Marine Sciences*, 5 (1): 71-73.
64. Tekin-Özan, S., I. Kir, M. Barlas, 2008. Helminth Parasites of Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Beyşehir Lake and Population Dynamics Related to Month and Host Size. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8: 201-205.
65. Tombi, J., C.F. Bilong-bilong, 2004. Distribution of parasites of the freshwater fish *Barbus martorelli* (Roman, 1971) (Teleostei:cyprinidae) and Monogenea inverse intensity evolution between myxosporidia and Monogenea as a function of the host age. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaires des pays tropicaux.*, 57(1-2): 71-76.
66. Vilizzi, L., A.S.Tarkan, F.G. Ekmekçi, 2015. Parasites of the common carp *Cyprinus carpio* L., 1758 (Teleostei: Cyprinidae) from water bodies of Turkey: updated checklist and review for the 1964–2014 period. *Turkish Journal of Zoology*, 39: 545-554.
67. Von Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). *Human Biology*, 10(2): 181-213.
68. Walker, P.D., G. Flik, S.E.Wendelaar- Bonga, 2004. The biology of parasites from the genus *Argulus* and a review of the interactions with its host. In: Wiegertjes, G.F., Flik, G. (Eds.), *Host-Parasite Interactions*. Garland Science/BIOS Scientific Publishers, New York, pp: 107-129.
69. Walter, B.A., D.A.Clayton, P.C. Cotgeave, R.A. Price, 1995. Sampling effort and parasite species richness. *Parasitology Today*, 11: 306-310.
70. Webb, A.C., 2008. Spatial and temporal influences on population dynamics of a branchiuran ectoparasite, *Argulus* sp. A, in fresh waters of tropical northern Queensland, Australia. *Crustaceana*, 81(9): 1055-1067.
71. Welcomme, R.L., 1998. International Introductions of Inland Aquatic Species, Food & Agriculture Org., p: 318.
72. Yamaguti, S., 1963. *Systema Helminthe*. Vol. IV. Monogenea and Aspidocotylea. Interscience publishers, J Wiley and Sons, New York, pp: 699.
73. Zharikova, T.I., 2000. The adaptive reactions of the gill ectoparasites of the bream (*Abramis brama*) and the white bream (*Blicca bjoerkna*) to exposure to an anthropogenic factor in the Ivan'kovo reservoir. *Parazitologiya*. 34(1): 50-55 [in russian]. <http://cran.r-project.org/web/packages/>.