

Parasitologie

L'INFESTATION DE LA POPULATION DE *CYPRINUS CARPIO* (LINNAEUS, 1758) PAR LES COPÉPODES PARASITES DANS LE BARRAGE FOUM EL KHANGA (SOUK-AHRAS, ALGÉRIE)

par

Iméne BOUCENNA^{1,2*}, Chahinez BOUALLEG², Nouha KAOUACHI²,
Amel ALLALGUA², Amel MENASRIA², Mohamed Cherif MAAZI²,
Choukri BAROUR² & Mourad BENSOUILAH³

Les poissons constituent une source de protéines à valeur biologique élevée. La carpe commune, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), est apparemment l'espèce de poisson ayant la plus large distribution géographique dans de nombreuses régions du monde. Par suite de son adaptation à une vaste gamme de conditions climatiques et géographiques, elle a été trouvée infestée par un nombre important de presque tous les taxons de parasites. Il est connu que les parasites externes constituent le plus grand groupe d'organismes pathogènes des poissons. Parmi ces parasites, les copépodes peuvent entraîner des effets pathogènes sur les poissons d'eau douce d'élevage. Compte tenu du caractère pathologique des parasites, une meilleure connaissance de la dynamique de la population parasite s'avère indispensable.

1. Laboratoire d'Écologie fonctionnelle et évolutive, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Chadli Ben Djedid El Tarf, BP 73, El-Tarf 36000, Algérie.

2. Laboratoire d'Écosystèmes aquatiques et terrestres, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Mohamed Cherif Messaadia Souk-Ahras, BP 1553, Souk Ahras 41000, Algérie.

3. Laboratoire d'Écobiologie des milieux marins et littoraux, Faculté des sciences, Université Badji Mokhtar Annaba, BP 12, Annaba 23000, Algérie.

Chahinez BOUALLEG : chahinezboualleg@yahoo.fr - Nouha KAOUACHI : nouha_kaouachi@yahoo.fr - Amel ALLALGUA : amel.allalga@gmail.com - Amel MENASRIA : amelmenasria@yahoo.fr - Mohamed Cherif MAAZI : cherifmaazi@yahoo.fr - Choukri BAROUR : barour.c@gmail.com - Mourad BENSOUILAH : bensouilah_mourad@yahoo.fr. Auteur pour la correspondance : < i.boucenna@yahoo.fr >.

Bulletin de la Société zoologique de France 140 (3)

Ce travail s'intéresse à l'étude de l'infestation, par les copépodes ectoparasites, de 120 poissons de l'espèce *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) dans le barrage Foug El Khanga (Souk-Ahras), à raison de 30 individus par saison.

L'examen des branchies de l'ensemble de poissons échantillonnés a permis de recenser 72 copépodes appartenant à trois espèces : *Ergasilus sieboldi* (Nordmann, 1832), *Ergasilus peregrinus* (Haller, 1865) et *Lernea cyprinacea* (Linnaeus, 1758). Il ressort de cette étude que les valeurs des indices parasitaires sont très élevées durant le printemps (P = 53,33 % ; A = 1,3 ; I = 2,44) et l'été (P = 46,66 % ; A = 0,93 ; I = 2) ; cependant, en hiver, aucune infestation parasitaire n'a été enregistrée.

L'analyse statistique multivariée montre l'influence du microhabitat, de la saison et de la taille de *Cyprinus carpio* sur l'infestation de ce poisson par les trois espèces de copépodes récoltées ; par contre, le sexe ne présente aucun effet sur l'infestation parasitaire.

Mots-clés : barrage Foug El Khanga (Souk-Ahras) ; *Cyprinus carpio* ; copépodes parasites ; indices parasitaires ; saison.

Infestation of a population of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) by parasitic copepods at the dam of Foug El Khanga (Souk-Ahras, Algeria)

Fish are a source of biologically valuable proteins. The common carp, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), is apparently the most widely distributed fish species in many regions of the world. Owing to its adaptation to a wide range of climatic and geographical conditions, it has been found infested with a substantial number of almost all major taxa of parasites. It is generally known that external parasites constitute the largest group of pathogenic organisms of fish. Among these parasites, copepods can cause pathogenic effects in fresh-water fish farming. In view of this, a better knowledge of the dynamics of parasite populations is essential.

This work concerns a study of the infestation, by ectoparasitic copepods, of 120 individuals of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) in Foug El Khanga dam (Souk Ahras), at a rate of 30 individual fish per season.

The examination of the gills of all sampled fish allowed the collection of 72 copepods belonging to three species: *Ergasilus sieboldi* (Nordmann, 1832), *E. peregrinus* (Haller, 1865) and *Lernea cyprinacea* (Linnaeus, 1758). It appears from this study that the values of the parasitic indices of the identified copepods are very high during spring (P = 53.33 %; A = 1.3; I = 2.44) and summer (P = 46, 66 %; A = 0.93; I = 2), whereas no infestation by parasites was found in winter.

A Multivariate statistical analysis shows the influence of the microhabitat, the season and the size of *Cyprinus carpio* on the infestation of this fish by the three species of copepods. On the other hand, the host sex shows no correlation with parasitic infestation.

Keywords: Dam Foug El Khanga (Souk Ahras); *Cyprinus carpio*; parasitic copepods; parasitic indices; season.

Les copépodes ectoparasites de la carpe commune

Introduction

Il est connu que les poissons sont une ressource de grande valeur nutritionnelle. En fait, la question de la disponibilité sur le marché de protéines d'origine animale à des prix accessibles étant posée, la pisciculture continentale a pour objectif de diversifier, voire de compléter les apports en viande destinés à la consommation humaine, mais aussi de répondre aux besoins croissants exprimés particulièrement dans les zones intérieures et localités enclavées des Hauts Plateaux et du Sahara algérien. La carpe commune *Cyprinus carpio* est un modèle d'élevage piscicole en raison de sa rusticité, de sa longévité, de sa capacité de résistance à des milieux pauvres et de son régime omnivore lui permettant de dépasser aisément 40 kg (MEDDOUR, 2009).

Le développement de l'aquaculture a entraîné une plus grande attention accordée aux problèmes posés par les parasites conduisant à des contraintes de la productivité de l'aquaculture (KENNEDY, 1994).

Parmi les principaux ectoparasites du poisson, les copépodes sont, la plupart du temps, attachés aux branchies. Ces parasites présentent un grand intérêt à trois niveaux différents. Tout d'abord, dans la nature, ces organismes semblent avoir peu ou pas d'impact sur la mortalité des stocks de poissons, ce qui fait qu'un tel parasitisme passe souvent inaperçu (JOHNSON *et al.*, 2004). Cependant, ceci n'est pas vrai dans un environnement contrôlé, certaines espèces de copépodes pouvant alors affaiblir le poisson hôte et influencer négativement sa prise de poids, sa reproduction, sa croissance, etc. (KABATA, 1958 ; DE KINKELIN *et al.*, 1985 ; NEILSON *et al.*, 1987 ; OBIEKEZIE & TAEGE, 1991 ; JOHNSON *et al.*, 2004 ; RAMDANE *et al.*, 2009). Certaines espèces se révèlent même très pathogènes et induisent une mortalité massive (HEWITT, 1971 ; LIN *et al.*, 1994 ; HO, 2000 ; PIASECKI *et al.*, 2004). D'autre part, les copépodes parasites peuvent constituer des marqueurs pour la taxonomie, la biogéographie et même l'hybridation. Ils peuvent enfin être des bons indicateurs de la qualité de l'eau (PIASECKI *et al.*, 2004).

Les copépodes occupent une place particulière dans le monde des parasites en raison de leur extraordinaire capacité à s'adapter à des hôtes aquatiques très divers (RAIBAUT, 1996 cité par HO, 1998). Ils peuvent entraîner des effets pathogènes chez les poissons d'eau douce d'élevage (KABATA, 1985 ; PIASECKI *et al.*, 2004). Dans la plupart des cas, les plus jeunes individus de poissons sont infestés (PIASECKI *et al.*, 2004). Les effets de ces parasites sur les différents poissons sont nombreux. Certains copépodes parasites provoquent la prolifération des tissus des branchies, tandis que d'autres sont responsables de mortalités massives des stocks (FRYER, 1968 ; JOHNSON *et al.*, 2004 ; RÜCKERT *et al.*, 2009 ; MEDDOUR, 2009). La prévention des infections et des épidémies causées par ces parasites constitue un préalable pour le succès d'une aquaculture en général (EUZET & PARISELLE, 1996). Compte tenu du caractère pathogène des copépodes, une meilleure connaissance de leur taxonomie et de la dynamique des populations parasites s'avère indispensable.

Bulletin de la Société zoologique de France 140 (3)

Sur le continent africain particulièrement, les études écologiques et taxonomiques sur les parasites de poissons d'eau douce sont encore fragmentaires ; en Algérie, elles sont peu nombreuses ; seul MEDDOUR (2009) a fourni des descriptions originales des entités parasitaires découvertes pour la première fois sur l'ichtyofaune d'eau douce. Les auteurs qui ont entrepris des travaux sur les parasites présents chez les poissons d'eau douce, notamment les Cyprinidés, sont MEDDOUR *et al.* (1989) dans l'oued Bounamoussa ; AOUN-KAID & CHAIB (1994) et LOUCIF (2009) dans divers plans d'eau du parc national d'El Kala ; BOUKHALFA (2008) dans l'oued Isser ; MEDDOUR *et al.* (2010) dans le lac Oubeira et CHAIBI (2014) dans divers hydro-systèmes continentaux de la région des Aurès et du Sahara septentrional.

Notre travail sur les parasites des poissons vise à inventorier les copépodes infestant la population de *Cyprinus carpio* peuplant le barrage Foug El Khanga de la région de Souk Ahras (Algérie). Le but de ce travail est d'évaluer l'effet de quelques facteurs biotiques et abiotiques sur l'infestation de la population *Cyprinus carpio* par les copépodes parasites.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

Le barrage de Foug El Khanga est situé sur l'Oued-Charef au lieu-dit Foug El Khanga, sur les communes de Zouabi et Bir Bouhouch, situé à 20 km au sud-ouest de la ville de Sedrata et à 15 km du confluent de l'Oued Charef, dans la Wilaya de Souk Ahras (Figure 1). La superficie du bassin versant de Foug El Khanga est de l'ordre de 1735 km². La capacité actuelle du barrage est de 80 millions de mètres cubes ; ce dernier sert à l'irrigation de 3742 ha de terres agricoles situées entre la Wilaya de Souk Ahras (Zouabi, Sedrata et Bir Bouhouche) et la Wilaya d'Oum Elbouaghi (Agence Nationale des Barrage et des Transferts ANBT, Souk-Ahras, 2014).

Méthodes d'étude

Échantillonnage, identification et dissection des poissons

Un total de 120 individus de *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) ont été échantillonnés aléatoirement à raison de 30 individus par saison au moyen de filets maillants et d'éperviers. Dès leur réception, les poissons capturés sont rapidement acheminés au laboratoire. Après une identification spécifique selon la nomenclature et les critères utilisés par FISHER *et al.* (1987), les poissons ont été pesés et mesurés avant d'être disséqués. Les arcs branchiaux ont été délicatement détachés par deux incisions, une dorsale et une ventrale. L'ordre d'insertion des arcs branchiaux est conservé. Ils sont placés dans des piluliers contenant de l'éthanol à 70 %. Le sexe a été déterminé après dissection de la cavité abdominale.

Les copépodes ectoparasites de la carpe commune

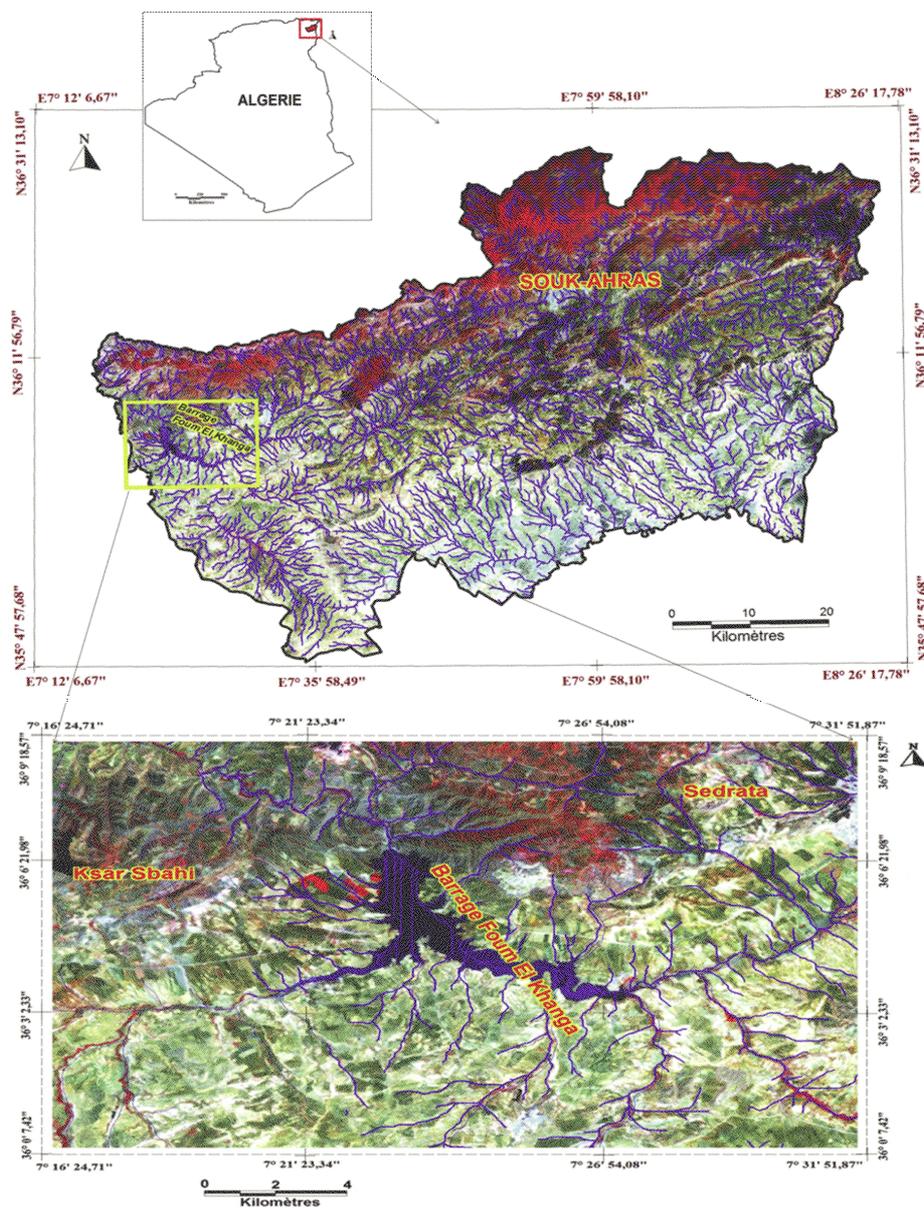


Figure 1

Situation géographique du barrage Foum El Khanga (Souk Ahras, Algérie).
Geographical situation of the Foum El Khanga Dam (Souk Ahras, Algeria).

Bulletin de la Société zoologique de France 140 (3)

Récolte et identification des parasites

Les copépodes parasites, une fois récoltés à partir des branchies, sont fixés par immersion dans du formol à 10 % pendant 24 heures, puis montés dans le baume du Canada et étudiés en utilisant une loupe stéréo-microscopique et un microscope optique.

L'identification des espèces de parasites a été basée sur l'examen des caractéristiques morpho-anatomiques définies par YAMAGUTI (1963).

Traitements des données

Indices parasitaires

Nous utilisons dans cette étude les indices parasitaires proposés par MARGOLIS *et al.* (1982) et BUCH *et al.* (1997).

Analyse statistique

Le test du chi deux (χ^2) a permis la comparaison des prévalences et le test Kruskal Wallis a été utilisé pour comparer les intensités moyennes de plus de deux échantillons. Le test Mann Whitney a été utilisé pour comparer les intensités moyennes de deux échantillons différents.

Les différences ont été considérées significatives au seuil de 5 %. Ces tests ont été réalisés à l'aide du logiciel Statistica (StatSoft, version 8.0) pour Windows.

Résultats

Inventaire et identification

Trois espèces de copépodes *Ergasilus sieboldi* (Nordmann, 1832), *Ergasilus peregrinus* (Haller, 1865) et *Lernea cyprinacea* (Linnaeus, 1758) ont été récoltées sur les branchies de 120 poissons de l'espèce *Cyprinus carpio*.

Indices parasitaires

Variation du parasitisme en fonction des saisons

Les plus fortes valeurs des indices parasitaires des trois copépodes récoltés chez *Cyprinus carpio* ont été observées durant le printemps (P = 53,33 % ; A = 1,3 ; I = 2,44) et l'été (P = 46,66 % ; A = 0,93 ; I = 2). Durant l'automne, les taux d'infestation sont par contre inférieurs à 10 %. Les valeurs des intensités moyennes et des abondances (nombre de parasites par poisson infesté et examiné) ne dépassent pas 0,16 et 1,66 respectivement. Toutefois, en hiver, aucune infestation parasitaire n'a été trouvée (Tableau 1).

L'analyse statistique, en utilisant le test Chi deux, montre que les différences dans les prévalences des trois espèces de copépodes entre les différentes saisons sont significatives ($\chi^2 = 14,14$; ddl = 2 ; p < 0,05). Le test Kruskal Wallis montre que les variations des intensités moyennes ne dépendent pas des différentes saisons (H = 0,072 ; ddl = 2 ; p > 0,05).

Les copépodes ectoparasites de la carpe commune

Tableau 1

Évaluation saisonnière de la Prévalence P (%), de l'Intensité (I) et de l'Abondance (A) des copépodes recensés chez *Cyprinus carpio*.

Seasonal values for the Prevalence (P %), Intensity (I) and Abundance (A) of copepods collected on Cyprinus carpio.

Saison	NHE	NHI	P %	I	A
Printemps	30	16	53,33	2,44	1,3
Été	30	14	46,66	02	0,93
Automne	30	05	10	1,66	0,16
Hiver	30	0	0	0	0

NHE = Nombre d'hôtes examinés, NHI = Nombre d'hôtes infestés.

NHE = Number of hosts examined, NHI = Number of infested hosts.

Tableau 2

Évaluation saisonnière de la Prévalence P (%), de l'Intensité (I) et de l'Abondance (A) des copépodes recensés chez *Cyprinus carpio* en fonction du sexe.

Seasonal values for the Prevalence, Intensity and Abundance of copepods collected on Cyprinus carpio according to host sex.

Saison	Sexe	NHE	NHI	P %	I	A
Printemps	Mâle	14	6	42,85	2,33	1
	Femelle	16	9	56,25	2,55	1,43
Été	Mâle	14	6	42,85	2,33	1
	Femelle	16	7	43,75	2,33	0,87
Automne	Mâle	17	1	5,88	1	0,05
	Femelle	13	2	15,83	1,5	0,23

NHE = Nombre d'hôtes examinés, NHI = Nombre d'hôtes infestés.

NHE = Number of hosts examined, NHI = Number of infested hosts.

Variation du parasitisme en fonction du sexe des poissons hôtes et de la saison

Les valeurs des indices parasitaires sont généralement plus élevées chez les femelles de *Cyprinus carpio* pêchées au printemps (P = 56,25 ; IM = 2,55 ; A = 1,43) et en été (P = 43,75 ; IM = 2,33 ; A = 0,87). Durant l'automne, les femelles sont également, bien que plus faiblement, les plus infestées par les copépodes (P = 15,83 ; IM = 1,5 ; A = 0,23) (Tableau 2).

Le sexe de l'hôte paraît sans influence sur l'infestation par les copépodes ($\chi^2 = 1,27$; ddl = 1 ; $p > 0,05$) pour les prévalences (Mann Whitney: U = 9 ; $p > 0,05$) et pour les intensités moyennes.

Variation du parasitisme en fonction de la taille de l'hôte

Les indices parasitaires des copépodes recensés dans les différentes classes de tailles des poissons-hôtes montrent que ce sont les spécimens de grande de taille

Bulletin de la Société zoologique de France 140 (3)

Tableau 3

Variation de la Prévalence P (%), de l'Intensité (I) et de l'Abondance (A)
des copépodes récoltés en fonction des classes de tailles des poissons-hôtes.

*Variation in the Prevalence, Intensity and Abundance
of the copepods collected on Cyprinus carpio according to the size class of fish host.*

Classes de tailles (cm)	NHE	NHI	P %	I	A
[17-27[	12	2	16,66	3	0,5
[27-37[	33	8	24,24	2,25	0,54
[37-47[	45	19	42,22	2,36	1

NHE = Nombre d'hôtes examinés, NHI = Nombre d'hôtes infestés.
NHE = Number of hosts examined, NHI = Number of infested hosts.

Tableau 4

Variation de la Prévalence P (%), de l'Intensité (I) et de l'Abondance (A)
des copépodes récoltés en fonction des différents arcs et branchies de *Cyprinus carpio*.

*Variation in the Prevalence, Intensity and Abundance of the copepods
collected according to the different arches and gills of Cyprinus carpio.*

Arc	Branchie droite					Branchie gauche			
	NHE	NHI	P %	IM	A	NHI	P %	IM	A
I	120	8	6,66	1,37	0,09	2	1,66	2	0,03
II	120	8	6,66	1,75	0,11	6	5	1,33	0,06
III	120	4	3,33	1,5	0,05	10	8,33	1,3	0,11
IV	120	6	5	1,66	0,08	3	2,5	1,66	0,04

NHE = Nombre d'hôtes examinés, NHI = Nombre d'hôtes infestés.
NHE = Number of hosts examined, NHI = Number of infested hosts.

(plus de 37 cm) qui présentent les taux d'infestations et les abondances les plus élevés (P = 31,66 % ; A = 0,65).

En ce qui concerne l'intensité moyenne, la valeur la plus élevée (I = 3) est notée chez les spécimens des plus petites tailles (classe de taille [17-27]) (Tableau 3).

Le test de Chi deux sur les prévalences et celui de Kruskal Wallis sur les intensités moyennes montrent qu'il existe des différences significatives entre la taille de *Cyprinus carpio* et les taux d'infestation ($\chi^2 = 7,86$; ddl = 2 ; p < 0,05) et les intensités moyennes (H = 2,37 ; ddl = 2 ; p < 0,05) des copépodes récoltés.

Variation du parasitisme en fonction du micro-habitat

La distribution des indices parasitaires de copépodes récoltés par arcs branchiaux montre que les arcs de la branchie droite sont légèrement plus infestés que ceux de la branchie gauche (Tableau 4).

La prévalence et l'intensité moyenne de parasites ne diffèrent pas entre les côtés droit et gauche ($\chi^2 = 1,2$; ddl = 1 ; p > 0,05) et (Mann Whitney : U = 46 ; p > 0,05).

Les copépodes ectoparasites de la carpe commune

Les différentes espèces parasitent les quatre paires d'arcs branchiaux de *Cyprinus carpio*. En effet, la prévalence maximale est enregistrée dans l'arc III de la branchie gauche (P = 8,33 %) suivi de l'arc II (P = 5 %). Dans la branchie droite, les arcs I et II présentent le taux d'infestation le plus élevé (P = 6,66 %).

L'intensité d'infestation des arcs branchiaux varie de 1,33 à 2 parasites par poisson infesté ; les valeurs maximales sont notées dans l'arc I de la branchie gauche (I = 2) et l'arc II de la branchie droite (I = 1,75).

L'abondance des copépodes récoltés est plus élevée dans les arcs I et II de la branchie droite et dans les arcs II et III de la branchie gauche des poissons hôtes.

Le test Chi deux appliqué aux données relatives à la distribution des copépodes au niveau des arcs branchiaux montre qu'il y a une différence significative entre les taux d'infestation relevés dans les différents arcs des deux côtés des branchies droite et gauche de ce poisson hôte ($\chi^2 = 5,68$ et $7,51$; ddl = 3 ; $p < 0,05$) ; ceci confirme l'influence du microhabitat sur le taux d'infestation des poissons. De même, les valeurs des intensités moyenne diffèrent significativement entre les différents arcs branchiaux droit et gauche (respectivement H = 16,72 et 15,96 ; ddl = 3 ; $p < 0,05$).

Discussion

L'observation des caractères morpho-anatomiques des copépodes parasites récoltés sur les branchies de 120 poissons de l'espèce *Cyprinus carpio* peuplant le barrage Foum El Khanga (Souk Ahras, Algérie) a permis de récolter deux espèces de copépodes du genre *Ergasilus* (Nordmann, 1832) : *Ergasilus sieboldi* (Nordmann, 1832) et *Ergasilus peregrinus* (Haller, 1865) et une espèce du genre *Lernaea* (Linnaeus, 1758) : *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus, 1758).

Au Nord-Est de l'Algérie, sur les branchies de *Cyprinus carpio* pêchés dans l'Oued Bounamoussa et le lac Oubeira, MEDDOUR (2009) a signalé la présence de l'espèce *Ergasilus* sp. Chez cette même espèce-hôte, cet auteur a mentionné la présence des espèces *Argulus* sp. et *Argulus foliaceus* et, sur les branchies de *Barbus callensis*, du copépode parasite *Lernaea cyprinacea*.

Plus récemment, CHAIBI (2014) a signalé la présence de l'espèce *Ergasilus* sp. dans le barrage Timgad (Batna) et de *Lernaea* sp. dans l'Oued El Ghaicha (Laghouat) sur les branchies de *Barbus* sp. Ces différences sont probablement dues à la particularité géographique des sites d'étude. Selon SASAL (1997), les études menées à différentes échelles peuvent conduire à des conclusions opposées.

Selon PIASECKI *et al.* (2004), l'infestation par *Ergasilus* sp est une maladie parasitaire majeure pour l'aquaculteur, qui a une distribution mondiale. Ces auteurs ont précisé qu'*Ergasilus sieboldi* n'a pas de spécificité pour l'hôte et peut infester la majorité des poissons d'eau douce. De même MOKHAYER (1981) et JALALI (1998) ont mentionné que *Lernaea cyprinacea* possède une large gamme d'hôtes. *Lernaea cyprinacea* est l'espèce la plus nuisible chez les cyprinidés et a mis en dan-

Bulletin de la Société zoologique de France 140 (3)

ger le succès de la production de poissons (JAZEBIZADEH, 1983 ; JALALI, 1998 ; JALALI & BARZEGAR, 2005 et BORJI *et al.*, 2012).

L'évaluation des indices parasitaires fait apparaître que les trois espèces de copépodes récoltés présentent des variations en relation avec les saisons ; nous notons, en effet, que les taux d'infestation et les charges parasitaires sont plus élevées durant le printemps et l'été et faible en automne alors qu'en hiver aucune infestation parasitaire n'a été trouvée. Nos résultats sont en accord avec ceux d'ANVARIFAR *et al.* (2014), qui rapportent que le taux d'infestation de *Capoeta gracilis* (Pisces : Cyprinidae) par le copépode *Tracheliastes polycolpus* est très élevé au printemps et en été ; ROHLENOVA *et al.* (2011) a rapporté que l'infestation de la population de *Cyprinus carpio* pêchée dans l'étang d'élevage de Vodňany, en République Tchèque, par les deux crustacés *Argulus foliaceus* (Linnaeus, 1758) et *Ergasilus sieboldi* (Nordmann, 1832) est plus élevée durant l'été et le printemps ; NEMATOLLAHI *et al.* (2013) ont trouvé que l'infestation de *Cyprinus carpio* par *Lerneae cyprinacea* dans les centres de pisciculture de Mashhad, au nord-est de l'Iran, a été maximale au printemps et en été et nulle en hiver.

Selon MARCOGLIESE (2003), plusieurs parasites présentent des stades de vie libre (œufs, larves ou les deux) pendant lesquels ils sont exposés à l'environnement externe. Leur distribution et leur abondance pourront donc être affectées par les conditions environnementales. ROHDE *et al.* (1995) et ESCH *et al.* (1990) ont considéré généralement que les changements dans l'abondance de parasite par rapport à leur cycle de vie sont autant influencés par l'environnement de l'hôte que par la physiologie de l'hôte.

BENMANSOUR (2001) rapporte que les saisons jouent un rôle important dans le développement et l'abondance des copépodes parasites ; ainsi, la température serait l'un des facteurs essentiels à l'origine des fluctuations saisonnières des populations de parasites.

Les différences dans la dynamique saisonnière de changements de l'abondance parmi les différents groupes de parasite sont alors prédéterminées par les stratégies de vie de parasite. De plus, la présence et l'efficacité d'hôtes intermédiaires jouent un rôle important dans la transmission des parasites (HANZELOVA & GERDEAUX, 2003). Dans notre étude, nous avons confirmé que la saisonnalité influence l'abondance des copépodes parasites chez *Cyprinus carpio*. Le changement de la température de l'eau (une des répliques principales de la saisonnalité) est généralement considéré comme un des facteurs les plus importants déterminant la présence et l'abondance des parasites (KOSKIVAARA *et al.*, 1991).

Nos résultats démontrant la haute prévalence de toutes les espèces de copépodes au printemps et en été ont confirmé que la température de l'eau est le facteur principal déterminant la haute infestation de *Cyprinus carpio* par les copépodes parasites. De même, la haute prévalence et l'intensité d'infestation par les copépodes durant le printemps et l'été peuvent aussi être liées, comme l'a souligné KOYUN (2011), à la reproduction, notamment des Cyprinidés. Cette conclusion est conforme aux découvertes de THOMAS (1964) qui, de même, tient l'avis que la prévalence et

Les copépodes ectoparasites de la carpe commune

L'intensité maximale de parasites se produisent au cours de la période printanière. À côté de cela, il met l'accent sur trois facteurs susceptibles d'expliquer pourquoi les truites femelles sont physiologiquement moins résistantes aux infections parasitaires au cours de la période de frai : condition plus faible, stress et perturbation dans la production d'œstrogènes. Ainsi, après la période d'hiver, qui est une période de latence, la période de printemps offre des meilleures conditions pour le développement et la reproduction des copépodes, ce qui explique l'augmentation de leur nombre. L'étude statistique confirme l'influence des saisons sur les taux d'infestation de *Cyprinus carpio* par les trois espèces de copépodes récoltés.

Du point de vue de l'étude du parasitisme en fonction du sexe de *Cyprinus carpio*, aucune différence significative des prévalences et des intensités des copépodes récoltés n'a été observée entre les poissons mâles et femelles. Cela indique qu'ils sont infestés de la même manière. L'absence de l'influence du sexe du poisson sur l'infestation parasitaire a déjà été mise en évidence par IBRAHIMI (2012) chez *Tilapia zillii* infesté par *Ergasilus* sp. et *Lernaea cyprinacea*. En revanche, ABDELHUSEIN (2014) a montré que les prévalences de l'espèce *Ergasilus* sp. sont influencées par le sexe de *Cyprinus carpio* et *Oreochromis niloticus*. De même, ANVARIFAR *et al.* (2014) ont trouvé des différences significatives dans l'infestation par le copépode *Tracheliastes polycolpus* entre les deux sexes de *Capoeta gracilis* (Cyprinidae).

L'étude du parasitisme en fonction de la taille de poisson hôte *Cyprinus carpio* permet d'affirmer que les poissons de grande taille (comprise entre 37 et 47 cm) sont les plus parasités. Des observations similaires ont été obtenues par IBRAHIMI (2012) chez *Tilapia zillii* infesté par *Ergasilus* sp et *Lernaea cyprinacea* ; STAVRESCU-BEDIVAN *et al.* (2014) chez *Lepomis gibbosus* infesté par *Lernaea cyprinacea* ; PEREZ-BOTE (2000) chez trois espèces de la famille Cyprinidae, *Leuciscus alburnoides*, *Chondrostoma willkommii*, *Barbus sclateri*, infestés par *Lernaea cyprinacea* ; TALIB MANSOOR & JAWAD AL-SHAikh (2011) chez *Cyprinus carpio* infesté par les deux crustacés *Argulus foliaceus* et *Ergasilus sieboldi*.

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 & ZOMARA, 2011).

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 le plus grand poisson a plus de temps pour accumuler des parasites que celui de petite taille. L'augmentation du degré de parasitisme en fonction de la taille de l'individu-hôte s'explique, comme l'ont souligné GUEGAN & HUGUENY (1994), BILONG-BILONG (1995), BAKKE *et al.* (2002), CABLE *et al.* (2002), par la dimension de

Bulletin de la Société zoologique de France 140 (3)

la surface branchiale. Pour ces auteurs, les poissons de grande taille offrirait une surface branchiale plus grande pour héberger de nombreux parasites.

Selon LUQUE & ALVES (2001), la relation entre la taille de l'hôte, la prévalence du parasite et l'intensité parasitaire est un modèle largement enregistré chez les poissons marins et documenté avec de nombreux cas de poissons d'eau douce et marins. En revanche, POULIN (2000) a déclaré que ce modèle ne peut pas être généralisé car, dans de nombreux systèmes, la relation hôte-parasite est positive, mais faible et non significative. Néanmoins, certaines différences quantitatives et qualitatives sont constatées dans les études des classes de taille pour les poissons.

En ce qui concerne la répartition des parasites en fonction du microhabitat, l'analyse statistique montre l'existence des différences significatives dans la distribution de ces parasites entre les arcs branchiaux. En effet, c'est au niveau de l'arc I et II de la branchie droite et l'arc II et III de la branchie gauche que les taux d'infestation les plus élevés sont enregistrés.

SOYLU *et al.* (2013) ont montré chez *Anguilla anguilla* la préférence pour les arcs III et IV par le copépode *Ergasilus lizae* et pour les arcs I, II, III par *Ergasilus gibbus*. De même, HERMIDA *et al.* (2012) ont trouvé que l'abondance de *Hatschekia pagellibogneravei* varie significativement entre les différents arcs de *Pagellus bogaraveo*, les arcs II et III étant les plus infestés. TIMI (2003), rapporte que *Lernanthropus cynoscicola* occupe différents sites d'attachement chez *Cynoscion guatucupa* et les hautes valeurs des prévalences sont enregistrées dans l'arc IV suivi des arcs III, II et I.

Plusieurs hypothèses sont souvent avancées pour expliquer les répartitions des parasites sur les différentes branchies des poissons téléostéens. Certains auteurs (HANEK & FERNANDO, 1978 ; ADAMS, 1986 ; KOSKIVAARA & VALTONEN, 1991 ; GUTIERREZ & MARTORLLI, 1994 ; LO & MORAND, 2001) pensent que les arcs médians II et III sont les plus infestés du fait du grand volume et des courants ventilatoires d'eau qui les traversent en transportant les larves infestantes ; d'autres, tels KOSKIVAARA *et al.* (1991), estiment que la préférence des arcs médians est liée à la grande surface d'attache qu'ils offrent aux parasites.

Au Cameroun, BILONG BILONG (1995) et TOMBI & BILONG BILONG (2004) considèrent la synergie des deux facteurs « hétérogénéité du système branchial et modèle d'écoulement du courant d'eau respiratoire » pour expliquer les abondances parasitaires sur les arcs branchiaux.

Selon OLIVER (1987), les différences dans la localisation des divers groupes de parasites dans le micro-habitat que représente la branchie s'expliqueraient par les besoins écologiques et physiologiques variés que montre chaque groupe ; des facteurs environnementaux, tels que les courants respiratoires, l'abondance et l'intensité parasitaire, l'habitat de l'hôte et son comportement pourraient avoir un impact sur le choix, par le parasite, de la niche écologique.

Les copépodes ectoparasites de la carpe commune

Conclusion

L'étude des parasites de 120 poissons appartenant à l'espèce *Cyprinus carpio* pêchés dans le barrage Foum El Khanga (Souk Ahras) nous a permis d'identifier trois espèces de copépodes branchiaux : *Ergasilus sieboldi* (Nordmann, 1832), *Ergasilus peregrinus* (Haller, 1865) et *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus, 1758).

Il ressort de l'étude des indices parasitaires que (I) l'infestation de *Cyprinus carpio* par les trois espèces de copépodes récoltés varie en fonction des saisons ; (II) le microhabitat et la taille des poissons hôtes ont une influence sur l'infestation par les trois espèces de copépodes ; (III) le sexe de *Cyprinus carpio* ne présente aucun effet sur l'infestation parasitaire.

Cet inventaire n'est pas exhaustif, mais il offre de nouvelles perspectives de recherche sur les parasitoses tant en milieu naturel que piscicole. Il sera intéressant :
 – d'augmenter l'effort d'échantillonnage car une attention portée sur un nombre plus important d'espèces de poissons aurait sans doute permis de définir plus précisément certaines communautés de parasites et aurait aussi facilité la compréhension des mécanismes structurant les assemblages de parasites ;
 – d'étudier l'effet pathogène des copépodes trouvés sur des poissons faisant l'objet d'activité aquacole, de situer les niveaux d'infestations (prévalence, intensité, abondance), d'évaluer leur impact dans les systèmes piscicoles et de définir la dynamique saisonnière propre à chaque entité parasitaire ;
 – de connaître l'impact de ces copépodes parasites sur la croissance et le développement de leur hôte par l'étude des paramètres biologiques de croissance par sexe et chez les spécimens non parasités et parasités ;
 – d'accroître les connaissances sur les copépodes parasites des poissons d'eaux douces en étendant de pareilles études à d'autres poissons téléostéens qui n'ont pas été retenus au cours de cette investigation afin de compléter l'inventaire de la faune ectoparasitaire des eaux continentales algériennes ;
 – de faire un suivi d'autres facteurs abiotiques et anthropiques (température, salinité, pollution, pH, degré d'eutrophisation...) et d'étudier leur impact sur la diversité parasitaire.

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements et notre meilleure reconnaissance à Messieurs Moundji TOUARFIA et Djamel ANTEUR pour leurs précieuses aides, conseils et encouragements. Nous remercions également tous ceux et toutes celles qui ont participé par leurs riches contributions, de près ou de loin, à la réalisation de cet article. Sans vos soutiens moraux et scientifiques, notre travail reste ordinaire. Nous souhaitons aussi que nos recherches ne se limitent pas seulement à une juste publication, mais à une contribution à enrichir la bibliothèque scientifique.

Bulletin de la Société zoologique de France 140 (3)

RÉFÉRENCES

- ABDULHUSEIN, G.H. & RAMTEKE, P.W. (2014).- Investigations on parasitic diseases in fish of river Yamuna during the summer season. *European Academic Research*, **2** (8), 10057-10097.
- ADAMS, A.M. (1986).- The parasite community on the gills of *fundulus kansae* (German) from the south Patte River, Nebraska (USA). *Acta Parasitol. Polonica*, **31**, 47-54.
- 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.
- AOUN-KAID, L. & CHAIB, F. (1994).- *Actualisation de l'inventaire des parasites de l'ichtyofaune (Cyprinidés et Anguilla anguilla) du lac Oubeira*. Étude épizootologique spécifique. Mémoire d'Ingénieur en Aquaculture, Université d'Annaba, 70 p.
- BAKKE, T.A., HARRIS, P.D. & CABLE, J. (2002).- Host specificity dynamics: observations on *Gyrodactylid monogeneans*. *Int. J. Parasitol.*, **32** (3), 281-308.
- BENMANSOUR, B. (2001).- *Biodiversité et bio-écologie des Copépodes parasites des poissons téléostéens*. Thèse de Doctorat, Université de Tunis El Manar, 454 p.
- 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'État des Sciences, Université de Yaoundé, Faculté des Sciences, 341 p.
- 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.
- BOUKHALFA, M. (2008).- *Biodiversité de la parasitofaune de Barbus setivimensis : Approche préliminaire*. Mémoire d'ingénieur d'État en sciences de la mer, option Aquaculture, ISMAL, Alger, 59 p.
- BUSH, A.O., LAFFERTY, K.D., LOTZ, J.M. & SHOSTAK, A.W. (1997).- Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *J. Parasitol.*, **83** (4), 575-583.
- BUSHA, O., FERNANDEZ, J., ESCHG, W. & SEED, J. (2003).- *Parasitism: The Diversity and Ecology of Animal Parasites*. Cambridge University, Cambridge, U.K, 556 p.
- CABLE, J., TINSLEY, R.C. & HARRIS, P.D. (2002).- Survival and embryo development of *Gyrodactylus gasterostei* (Monogenea: Gyrodactylidae). *J. Parasitol.*, **124**, 53-68.
- CHAIBI, R. (2014).- *Connaissance de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des eaux et du Sahara septentrional avec sa mise en valeur*. Thèse de Doctorat, option Biologie, Université Mohamed Khider, Biskra, 237 p.
- DE KINKELIN, P., MICHEL, C. & GHITTINO, P. (1985).- *Précis de pathologie des Poissons*. INRA-OIE, Paris (Éd.), 348 p.
- ESCH, G.W., BUSH, A.O. & AHO, J.M. (1990).- *Parasite Communities: Patterns and Progresses*. London: Chapman and Hall, 1990.
- EUZET, L. & PARISELLE, A. (1996).- Le parasitisme des poissons Siluroidei : un danger pour l'aquaculture ? *Aquat. Living Resour.*, **9**, 145-151.
- FISCHER W., SCHNEIDER M. & BAUCHOT M.L. (1987).- Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire (Zone de pêche 37), Révision 1, les Vertébrés. *Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture*, Rome, **2**, 763-1579.
- FRYER, G. (1968).- The parasitic Crustacea of African freshwater fishes: Their biology and distribution. *J. Zool.*, **156**, 45-95.

Les copépodes ectoparasites de la carpe commune

- GUEGAN, J.F. & HUGUENY B. (1994).- A nested parasite species subset pattern in tropical fish: Host as a major determinant of parasite infracommunity structure. *Oecologia*, **100**, 184-189.
- GUTIERREZ P.A. & MARTORELLI S.R. (1994).- Seasonality, distribution and preference sites of *Demidospermus valenciennesi* Gutiérrez et Suriano, 1992 (Monogenea: Ancytocephalidae) in catfish. *Res. Rev. Parasitol.*, **54** (4), 259-261.
- HANEK, G. & FERNANDO, C.H. (1978).- The role of season, habitat, host age and sex on gill parasites of *Lepomis gibbosus* (L.). *Can. J. Zool.*, **56** (6), 1247-1250.
- HANZELOVA, V. & GERDEAUX, D. (2003).- Seasonal occurrence of the tapeworm *Proteocephalus longicollis* and its transmission from copepod intermediate host to fish. *Parasitol. Res.*, **91**, 130-136.
- HERMIDA, M., CRUZ, C. & SARAIVA, A. (2012).- Distribution of *Hatschekia pagellibogneravei* (Copepoda: Hatschekiidae) on the gills of *Pagellus bogaraveo* (Teleostei: Sparidae) from Madeira, Portugal. *Folia Parasit.*, **59** (2), 148-152.
- HEWITT, G.C. (1971).- Two species of *Caligus* (Copepoda: Caligidae) from Australian water, with a description of some developmental stages. *Pac. Sci.*, **25**, 145-164.
- HO, J.S. (1998).- Cladistics of the Lernaeidae (Cyclopoida), a major family of freshwater fish parasites. *J. Mar. Syst.*, **15**, 177-183.
- HO, J.S. (2000).- The major problem of cage aquaculture in Asia relating to sea lice. In: Liao, I.C. and Lin, C.K. Lin (Eds.), Proceedings of the 1st International Symposium on Cage Aquaculture in Asia: 2-6 Nov. 1999, Tungkan, Manila: Asian Fisheries Society and Bangkok: World Aquaculture Society-Southeast Asian Chapter, 13-19.
- 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.
- JALALI, B. (1998).- *Parasites and parasitic diseases of fresh water fishes of Iran* (In Persian). Iranian Fisheries Co, 564 p.
- JALALI, B. & BARZEGAR, M. (2005).- A Survey on Parasites of Gills of Fishes of Vahdat Reservoir (In Persian). *Iran J. Vet. Sci.*, **3**, 41-50.
- JAZEBIZADEH, K. (1983).- *Study on parasitic diseases of Fishes of Zarivar lake*. Environmental Protection Organization of Iran Publication, 19-26 (in Persian).
- JOHNSON, S.C., TREASURER, J.M., BRAVO, S., NAGASAWA, K. & KABATA, Z. (2004).- A review of the impact of parasitic copepods on marine aquaculture. *Zool. Stud.*, **43** (2), 229-243.
- KABATA, Z. (1958).- *Lernaocera obtuse* n. sp. Its biology and its effect on the haddock. *Mar. Res. Dept. Agri., Fish. Scotl.*, **3**, 1-26.
- KABATA, Z. (1985).- *Parasites and diseases of fish cultured in the tropics*. Taylor & Francis Publishers, London, 318 p.
- KENNEDY, C.R. (1994).- Foreword. In: Pike, A.W., Lewis, J.W. (Eds.), *Parasitic Diseases of Fish*. Samara Publishers, Tresaith, Dyfed, UK, pp. 1-2.
- KOSKIVAARA, M. & VALTONEN, E.T. (1991).- *Paradiplozoon homoion* (Monogenea) and some others gill parasites on Roach (*Rutilus rutilus*) in Central Finland. *Aqua Fenn.*, **21**, 137-146.
- KOSKIVAARA, M., VALTONEN, E.T. & PROST, M. (1991).- Seasonal occurrence of Gyrodactylid Monogeneans on the roach (*Rutilus rutilus*) and variations between four lakes of differing water quality in Finland. *Aqua Fenn.*, **21** (1), 47-55.
- KOYUN, M. (2011).- Occurrence of monogeneans on some cyprinid fishes from Murat River in Turkey. *Afr. J. Biotechnol.*, **10** (79), 18285-18293.
- LIN, C.L., HO, J.S. & CHEN, S.N. (1994).- Two species of *Caligus* (Copepoda: Caligidae) parasitic on black sea bream (*Acanthopagrus schlegeli*) cultured in Taiwan. *Fish Pathol.*, **29**, 253-264.

Bulletin de la Société zoologique de France 140 (3)

- LO, C.M. & MORAND, S. (2001).- Gill parasites of *Cephalopholis argus* (Teleostei: Serranidae) from Moorea (French Polynesia): site selection and coexistence. *Folia Parasitol.*, **48**, 30-36.
- LOUCIF, N. (2009).- *Parasites de l'anguille Anguilla Anguilla (Linné, 1845) du Lac Tonga, Parc National d'El Kala*. Thèse de Doctorat, Département des Sciences de la Mer, Université Badji Mokhtar Annaba, 100 p.
- LUQUE, J.L. & ALVES, D.R. (2001).- Ecologia das comunidades de metazoários parasites do xaréu *Caranx hippos* (L.) e do xerelete *Caranx latus* Agassiz (Osteichthyes, Carangidae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Brasil. Zool.*, **18** (2), 399-410.
- 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 H2Y2E7.
- MARGOLIS, L., ESCH, G.W., HOLMES, J.C., KURIS, A.M. & SCHAD, G.A. (1982).- The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of parasitologists). *J. Parasitol.*, **68**, 131-133.
- MEDDOUR, A., HADJ-AMMAR, L., MEHELLOU, H. & DJAAFRIA, S., (1989).- Les parasites affectant l'ichtyofaune de l'oued Bou Namoussa, Wilaya de Tarf. Quatrième Journées Nationales de Parasitologie, Annaba, Société Algérienne de Parasitologie, Institut Pasteur, Alger, 2 p.
- MEDDOUR, A. (2009).- *Pisciculture et Biodiversité de la Parasitofaune des Poissons dans le Nord-Est de l'Algérie*. Thèse de Doctorat, Option Sciences Vétérinaires, Centre Universitaire de Tarf, 236 p.
- MEDDOUR, A., MEDDOUR, B., BRAHIM-TAZI, N.A., ZOUAKH, D. & MEHENNAOUI, S. (2010).- Microscopie électronique à balayage des parasites des poissons du lac Oubeira, Algérie. *Eur. J. Sci Res.*, **48** (1), 129-141.
- MOKHAYER, B. (1981).- Survey of fish parasites of sefidroud. *Vet. Faculty Lett.*, **4**, 60-72.
- MUNOZ, G. & ZAMORA, L. (2011).- Ontogenetic variation in parasite infracommunities of the Clingfish *Sicyases sanguineus* (Pisces: Gobiesocidae). *J. Parasitol.*, **97** (1), 14-19.
- NEILSON, J.D., PERRY, R.I., SCOTT, J.S. & VALERIO, S.P. (1987).- Interactions of caligid ectoparasites and juvenile gadids on Georges Bank. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **39**, 221-232.
- 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.*, **37** (1), 131-133.
- OBIEKEZIE, A.I. & TAEGER, M. (1991).- Mortality in hatchery-reared fry of the African catfish, *Clarias gariepinus* caused by *Gyrodactylus groschaffii* Ergens, 1973. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, **11** (2), 82-85.
- OLIVER, G. (1987).- *Les Diplectanidae Bychowsky, 1957 (Monogenea, Monopisthocotylea, Dactylogyridae) systématique. Biologie. Ontogénie. Écologie essai de phylogénèse*. Thèse d'État, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier II, 434.
- 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.
- PIASECKI, W., GOODWIN, A.E., EIRAS, J.C. & NOWAK, B.F. (2004).- Importance of copepoda in freshwater aquaculture. *Zool. Stud.*, **43** (2), 193-205.
- POULIN, R. (2000).- Variation in the intraspecific relationship between fish length and intensity of parasitic infection: biological and statistical causes. *J. Fish. Biol.*, **56** (1), 123-137.
- RAIBAUT, A. (1996).- Copépodes II. Les Copépodes parasites. In : *Traité de Zoologie. Crustacés VII*, fasc. 2. J. Forest, Éd. Masson, Paris, 639-718.
- RAMDANE, Z., BENSOUILAH, M.A. & TRILLES, J.P. (2009).- Étude comparative des crustacés isopodes et copépodes ectoparasites de poissons marins algériens et marocains. *Cybiu*, **33** (2), 123-131.

Les copépodes ectoparasites de la carpe commune

- 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 immunoeological study of common carp (*Cyprinus carpio*). *Parasit. Vectors*, **4**, 120.
- RUCKERT, S., KLIMPEL, S., AL-QURAIISHY, S., MEHLHORN, H. & PALM, H. W. (2009).- Transmission of Fish parasites into grouper mariculture (Serranidae: *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822) in Lampung Bay, Indonesia. *Parasitol. Res.*, **104**, 523-532.
- 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 I, France, 148 p.
- SASAL, P., MORAND, S. & GUEGAN, J.F. (1997).- Determinants of parasite species richness in Mediterranean Marine fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **149**, 61-71.
- SOYLU, E., ÇOLAK, S.O., ERDOGAN, F., ERDOGAN, M. & TEKTAS, N. (2013).- Microhabitat distribution of *Pseudodactylogyrus anguillae* (Monogenea), *Ergasilus gibbus* and *Ergasilus lizae* (Copepoda) on the gills of European Eels (*Anguilla anguilla*, L.) *Acta zool. Bulg.*, **65** (2), 251-257.
- 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/kmae/2014024.
- TALIB-MANSOOR, N. & JAWAD AL-SHAIKH, S.M. (2011).- Isolate two Crustaceans which infect *Cyprinus carpio* L. from Bab Al-Muatham fish markets, Baghdad City. *Iraq J. Vet. Med.*, **35** (1), 52-59.
- THOMAS, J.D. (1964).- A comparison between the helminth burdens of male and female brown trout *Salmo trutta* L., from a natural population in the River Teify, West Wales. *Parasitology.*, **54**, 263-272.
- TIMI, J.T. (2003).- Habitat selection by *Lernanthropus cynoscicola* (Copepoda: Lernanthropidae): host as physical environment, a major determinant of niche restriction. *Parasitology*, **127**, 155-163.
- TOMBI, J. & BILONG BILONG, C.F. (2004).- Distribution of gill parasites of the freshwater fish *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Teleostei: Cyprinidae) and tendency to inverse intensity evolution between Myxosporidia and Monogenea as a function of the host age. *Rev. Élev. Méd. Vet. Pays Trop.*, **57** (1-2), 71-76.
- YAMAGUTI, S. (1963).- *Parasitic Copepoda and Branchiura of Fishes*. Wiley Interscience Publishers, New York, 1104 p.
- ZANDER, C.D. (2004).- Four-year monitoring of parasite communities in gobbid fishes of the south-western 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.

(reçu le 09/05/2015 ; accepté le 24/08/2015)