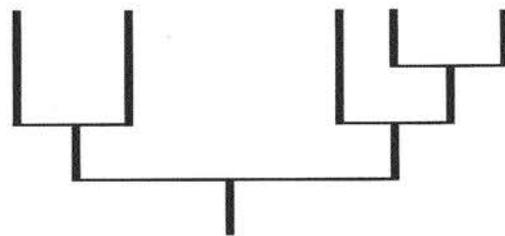


Bulletin de la Société Zoologique de France

SZF

Zoologie-Evolution-Biodiversité
Zoology-Evolution-Biodiversity
Zoologie-Evolution-Biodiversität
Zoología-Evolución-Biodiversidad
Zoologia-Evoluzione-Biodiversità



SZF • Paris • 195, rue Saint-Jacques
Tome 143, 2018, N° 4 • ISSN 0037-962 X

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Fondée le 8 juin 1876,
reconnue d'utilité publique

Siège social : *Institut Océanographique*
195, rue Saint-Jacques, 75005 PARIS
Tél. 01 44 32 10 70
CCP Paris 1021-83Z
<http://www.snv.Jussieu.fr/zoologie/>

Tarifs

Le Bulletin de la Société Zoologique de France
est désormais une revue en ligne et en accès libre,
et les frais de composition sont facturés aux auteurs
selon la taille de leur manuscrit

Cotisation des membres de la Société zoologique de France (à verser en **début d'année**)

- tarif normal..... 32 euros
- tarif étudiant..... 8 euros

Parasitologie

L'INFESTATION DE *LUCIOBARBUS CALLENSIS* (CYPRINIDÉS) PAR LES COPÉPODES PARASITES DANS LE BARRAGE FOUM EL KHANGA (SOUK-AHRAS, ALGÉRIE)

par

Iméne BOUCENNA^{1,2*}, Naima KHELIFI², Chahinez BOUALLEG²,
Amel ALLALGUA², Mourad BENSOUILAH³ & Nouha KAOUACHI²

La maladie parasitaire chez les poissons est l'un des facteurs les plus importants limitant la production aquacole et sa viabilité économique. Les conditions pathologiques résultant de l'infection parasitaire atteignent souvent des proportions importantes dans des conditions naturelles et contrôlées en aquaculture. Malgré des progrès considérables dans la parasitologie des poissons au cours des dernières décennies, des lacunes majeures subsistent dans la connaissance de la taxonomie, de la biologie, de l'épizootiologie et la lutte contre les parasites des poissons, y compris les ectoparasites comme les copépodes qui sont responsable de la perte de poids, perturbation de la reproduction ou impuissance, cécité, comportement anormal, lésions épithéliales, déformations des branchies et autres symptômes.

Ce travail s'intéresse à l'étude de l'infestation, par les copépodes ectoparasites, de 341 poissons de l'espèce *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) dans le barrage Foug El Khanga (Souk-Ahras), à raison de 30 individus par mois.

L'examen des branchies de l'ensemble de poissons échantillonnés a permis de recenser 170 copépodes parasites. L'observation des critères morpho-anatomiques des

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.

*Auteur pour la correspondance : <i.boucenna@yahoo.fr >.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

parasites récoltés révèle la présence de sept espèces appartenant à trois genres : *Ergasilus* (*E. sieboldi* von Nordmann, 1832, *E. briani* Markewitsch, 1933, *E. peregrinus* Heller, 1865), *Neoergasilus* (*N. japonicus* (Harada, 1930), *N. longispinosus* Yin, 1956, *N. sp*) et *Lernaea* (*L. cyprinacea* Linnaeus, 1758). L'étude de la distribution des indices épidémiologiques montre que l'infestation parasitaire varie d'une saison à l'autre. Nous notons en effet que les taux d'infestation sont plus élevés en été ($P = 44,56\%$) et en automne ($P = 37,5\%$) alors que les charges parasitaires sont plus importantes durant l'hiver ($I = 3,6$; $A = 0,72$) et l'automne ($I = 1,9$; $A = 0,71$). L'analyse statistique montre l'influence du microhabitat, de la saison et de la taille de *Luciobarbus callensis* sur l'infestation de ce poisson par les sept espèces de copépodes récoltées.

Mots-clés : Copépodes parasites, *Luciobarbus callensis*, Barrage Foum El Khanga, Indices parasitaires, Saison.

Infestation of *Luciobarbus callensis* (Cyprinidae) by parasitic copepods at the reservoir of Foum El Khanga (Souk-Ahras, Algeria)

Parasitism of fishes is one of the most important factors limiting aquaculture production and its economic viability. The pathological conditions resulting from parasitic infection often reach a significant level under both natural and controlled conditions in aquaculture. Although significant advances in fish parasitology have been made around the world in recent decades, important gaps still exist in our knowledge of identification (taxonomy), epizootiology and the control of fish parasites, including external parasites like copepods, which can cause weight reduction, interruption of reproduction or impotency, visual deficiency, erratic behaviour, epithelial sores, deformation of the gills and other conditions.

This work studies infestation by ectoparasitic copepods of 341 fish of the species *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) in Foum El Khanga dam (Souk Ahras), based on an examination of 30 individual fish per month.

Examination of the gills of all sampled fish allowed the collection of a total of 170 parasitic copepods. The morpho-anatomical examination of the harvested parasites revealed the presence of seven species, belonging to three genera: *Ergasilus* (*E. sieboldi* von Nordmann, 1832, *E. briani* Markewitsch, 1933 and *E. peregrinus* Heller, 1865), *Neoergasilus* [*N. japonicus* (Harada, 1930), *N. longispinosus* Yin, 1956 and *N. sp*] and *Lernaea* (*L. cyprinacea* Linnaeus, 1758). The distribution of parasitic indices shows that the infestation varied from one season to another. Infestation rates were higher in summer ($P = 44.56\%$) and autumn ($P = 37.5\%$), while parasite loads were higher during winter ($I = 3.6$; $A = 0.72$) and autumn ($I = 1.9$; $A = 0.71$).

Statistical analysis shows the influence of microhabitat, season and size of *Luciobarbus callensis* on infestation by the seven species of copepods.

Keywords: Parasitic copepods; *Luciobarbus callensis*; Foum El Khanga Reservoir (Souk Ahras); parasitic indices; season.

Introduction

Les poissons sont importants pour l'homme en tant que sources de protéines dans son régime alimentaire mais aussi en tant que vecteurs de certains agents pathogènes humains (BORJI *et al.*, 2012). *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) est une importante espèce de Cyprinidés dans le monde pour l'aquaculture en raison de

Copépodes parasites de *Luciobarbus callensis* dans le barrage Foum el Khanga

son abondance, sa disponibilité (toute l'année), son prix abordable et sa valeur économique (MIMÈCHE *et al.*, 2013). En élevant le poisson dans de bonnes conditions environnementales, la santé optimale des poissons peut être atteinte (WINTON, 2001). À côté des conditions environnementales défavorables qui menacent les poissons, les facteurs pathogènes sont très importants dans la santé des poissons et à l'origine de pertes économiques significatives (NEMATOLLAHI *et al.*, 2013).

Les parasites sont parmi les facteurs importants responsables de la perte de poids, de la perturbation de la reproduction, de la cécité, d'un comportement anormal, de lésions épithéliales, de déformations des branchies et autres symptômes qui entraînent des pertes économiques dans l'industrie du poisson (AZARI TAKAMI, 1997).

Les Copépodes sont parmi les principaux ectoparasites des poissons. Ils 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). Les Copépodes peuvent entraîner des effets pathogènes chez les poissons d'eau douce d'élevage. 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 (JOHNSON *et al.*, 2004 ; RÜCKERT *et al.*, 2009). La connaissance des maladies et des parasites des poissons est donc essentielle à la réussite de l'aquaculture (RAMESHKUMAR & RAVICHANDRAN, 2010).

En Algérie, les études écologiques et taxonomiques sur les parasites de poissons d'eau douce sont peu nombreuses ; les auteurs qui ont entrepris des travaux sur les parasites présents chez les poissons des eaux continentales algériennes, notamment les cyprinidés, sont MEDDOUR *et al.* (1989) dans l'oued Bounamoussa ; MEDDOUR *et al.* (2010) dans le lac Oubeira ; BRAHMIA *et al.* (2016) dans le lac Oubeira. Dans le barrage de Foum El Khanga (Souk Ahras), les seuls travaux réalisés sont ceux de BOUCENNA *et al.* (2015) et ALLALGUA *et al.* (2015).

Ce travail a donc pour objectif d'évaluer le parasitisme par les Copépodes d'une espèce de poisson sub-endémique à l'Algérie *Luciobarbus callensis* dans le barrage Foum El Khanga. Le but est de mettre en évidence l'effet de quelques facteurs biotiques et abiotiques sur la distribution de ces parasites.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

Le barrage de Foum El Khanga est situé sur l'Oued-Charef au lieu-dit Foum 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 Foum El Khanga est de l'ordre de 1 735 km². La capacité actuelle du barrage est de 80 millions de mètres

cubes ; ce dernier sert à l'irrigation de 3 742 ha de terres agricoles situées entre la Wilaya de Souk Ahras (Zouabi, Sedrata et Bir Bouhouche) et la Wilaya d'Oum El Bouaghi.

Méthodes d'étude

Échantillonnage, identification et dissection des poissons

Pour la réalisation de cette étude, 341 individus du barbeau du Maghreb *Luciobarbus callensis* ont été échantillonnés aléatoirement au moyen de filets maillants et d'éperviers à raison de 30 spécimens par mois. Après une identification spécifique selon la nomenclature et les critères utilisés par LÉVÊQUE *et al.* (1990, 1992), 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 a été conservé. Ces derniers sont placés dans des piluliers contenant de l'éthanol à 70 %. Après dissection de la cavité abdominale, le sexe a été déterminé par l'observation des gonades.

Récolte, traitement 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. Certaines de nos observations ont été réalisées sur du matériel frais. L'identification des espèces de parasites a été basée sur l'examen des caractéristiques

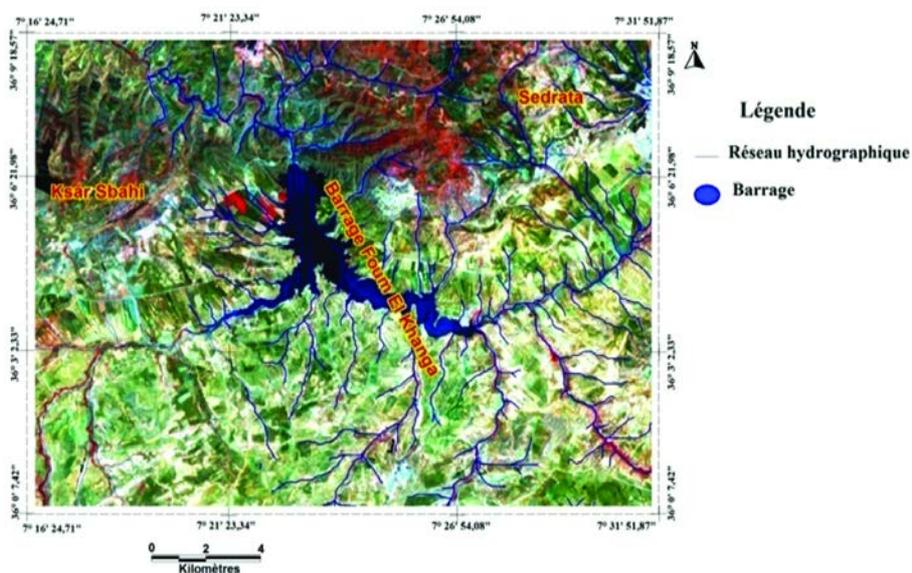


Figure 1

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

Copépodes parasites de *Luciobarbus callensis* dans le barrage Foum el Khanga

morpho-anatomiques définies par HARDING (1950), YAMAGUTI (1963), FRYER (1982), KABATA (1985) et HAYDEN & ROGERS (1998).

Traitements des données

Indices parasitaires

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

Analyse statistique

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel Statistica (StatSoft, version 8.0) pour Windows. La condition de normalité des distributions a été vérifiée au préalable en appliquant le test Shapiro-Wilk (non montré). Les distributions, étant habituellement de temps asymétrique, nous ont forcés aux alternatives non-paramétriques pour l'analyse statistique.

Pour vérifier l'indépendance entre les indices parasitaires et les différents facteurs étudiés : saisons, classes de taille, sexe et arcs branchiaux, nous avons utilisé le test (χ^2) pour comparer les prévalences et les tests statistiques non paramétriques (Mann Whitney et Kruskal-Wallis) pour comparer les intensités moyennes. Les différences ont été considérées significatives au seuil de 5 %.

Résultats

L'étude des Crustacés parasites des poissons de l'espèce *Luciobarbus callensis* peuplant le barrage Foum El Khanga de la région de Souk-Ahras a permis de récolter 170 copépodes parasites. L'observation des critères morpho-anatomique des parasites récoltés nous a permis d'inventorier 7 espèces de copépodes rattachées à deux familles et trois genres (Tableau 1).

Tableau 1

Liste des espèces de Copépodes identifiées.

List of identified copepod species.

Familles	Genres	Espèces parasites
Ergasilidae Nordmann, 1832	<i>Ergasilus</i> Nordmann, 1832	<i>Ergasilus sieboldi</i> Nordmann, 1832 <i>Ergasilus peregrinus</i> Heller, 1865 <i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1933
	<i>Neoergasilus</i> Yin, 1956	<i>Neoergasilus japonicus</i> (Harada, 1930) <i>Neoergasilus longispinosus</i> Yin, 1956 <i>Neoergasilus</i> sp.
Lernaeidae Cobbold, 1879	<i>Lernaea</i> Linnaeus, 1758	<i>Lernaea cyprinacea</i> Linnaeus, 1758

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

Parasitisme en fonction des saisons

L'évaluation des indices parasitaires des copépodes parasites recensés par saisons chez *Luciobarbus callensis* montre que la prévalence est maximale durant la période estivale (P = 44,56 %), alors que les charges parasitaires les plus élevées sont enregistrées durant la période hivernale (IM = 3,6 ; A = 0,72) suivie de l'automne (IM = 1,9 ; A = 0,71) et de l'été (I = 1,14 ; A = 0,5) (Tableau 2). Les résultats de l'analyse statistique montrent que les saisons influent significativement sur les prévalences ($\chi^2 = 20,55$; df = 3 ; p = 0,000) et l'intensité moyenne (K = 15,48 ; df = 3 ; p = 0,001).

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 taille moyenne qui présentent les taux d'infestation et les valeurs des abondances les plus élevés (P = 25,98 ; A = 0,56), alors que l'intensité moyenne la plus élevée (IM = 2,2) est notée chez les spécimens ayant des tailles supérieures à 36 cm (Tableau 3). Le test Chi 2 sur les prévalences montre qu'il existe des différences significatives entre les différentes

Tableau 2

Évaluation saisonnière de la prévalence P (%), de l'intensité moyenne (IM) et de l'abondance (A) des copépodes recensés chez *Luciobarbus callensis*.

Seasonal values for Prevalence (P %), Mean Intensity (IM) and Abundance (A) of copepods collected on Luciobarbus callensis.

SAISONS	NHE	NHI	NP	P%	IM	A
Hiver	75	15	54	20	3,6	0,72
Printemps	94	9	11	9,57	1,22	0,12
Été	92	41	48	44,56	1,17	0,52
Automne	80	30	57	37,5	1,9	0,71
Total	341	95	170	27,86	1,79	0,50

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

Tableau 3

Variation de la Prévalence P (%), de l'Intensité moyenne (IM) et de l'Abondance (A) des Copépodes récoltés sur *Luciobarbus callensis*, en fonction des classes de taille des poissons-hôtes.

Variation in Prevalence, Mean Intensity and Abundance of copepods collected on Luciobarbus callensis according to size class of fish host.

Classes de Taille (cm)	NHE	NHI	NP	P%	IM	A
[26 - 31[	85	22	45	25,88	2,04	0,53
[31 - 36[	204	53	114	25,98	2,15	0,56
[36 - 41[	52	5	11	9,61	2,2	0,21

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

Copépodes parasites de *Luciobarbus callensis* dans le barrage Foum el Khanga

classes de tailles de *Luciobarbus callensis* ($\chi^2 = 6,64$; ddl = 2 ; p = 0,03). De même, le test Kruskal Wallis montre qu'il existe des différences significatives entre les intensités moyennes des différentes classes de tailles des hôtes (K = 0,12 ; ddl = 2 ; 0,05).

Parasitisme en fonction du sexe de l'hôte

Les valeurs des indices parasitaires sont généralement plus élevées chez les mâles de *Luciobarbus callensis* (P = 25,44 % ; IM = 2,31 ; A = 0,58) (Tableau 4). Le sexe de l'hôte paraît sans influence sur l'infestation par les Copépodes ($\chi^2 = 2,91$; ddl = 3 ; p = 0,08) pour les prévalences et pour les intensités moyennes (Mann Whitney : U = 508 ; ddl = 1 ; p = 0,3).

Parasitisme en fonction du microhabitat

La distribution des indices parasitaires de copépodes récoltés par arcs branchiaux montre que les taux d'infestation sont presque égaux dans les arcs de la branchie droite et gauche (P = 15,83 % et 15,25 % respectivement). Par ailleurs, les charges parasitaires les plus élevées sont notées dans les arcs du côté gauche (IM = 1,65 ; A = 0,25) (Tableau 5).

Tableau 4

Variation de la Prévalence P (%), de l'Intensité moyenne (IM), et de l'Abondance (A) des copépodes recensés chez *Luciobarbus callensis* en fonction du sexe.

Variation in Prevalence, Intensity and Abundance of copepods collected on Luciobarbus callensis according to host sex.

Sexe	NHE	NHI	NP	P%	IM	A
Mâle	228	58	134	25,44	2,31	0,59
Femelle	113	19	36	16,81	1,89	0,32

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

Tableau 5

Variation de la Prévalence P (%), de l'Intensité moyenne (IM) et de l'Abondance (A) des copépodes récoltés en fonction du microhabitat de *Luciobarbus callensis*.

Variation in Prevalence, Mean Intensity and Abundance of copepods collected according to microhabitat on Luciobarbus callensis.

Micro-habitat	NHE	NHI	NP	P%	IM	A
Branchie droite	341	54	84	15,83	1,55	0,24
Branchie gauche	341	52	86	15,25	1,65	0,25
Arc I	341	24	51	7,03	2,12	0,14
Arc II	341	18	44	5,27	2,44	0,12
Arc III	341	17	36	4,98	2,11	0,1
Arc IV	341	24	39	7,03	1,62	0,11

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

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

La prévalence et l'intensité moyenne de parasites ne diffèrent pas entre les côtés droit et gauche ($\chi^2 = 0,24$; ddl = 1 ; p = 0,2) et (Mann Whitney : U = 46 ; p > 0,23).

Les différentes espèces parasitent les quatre paires d'arcs branchiaux de *Luciobarbus callensis*. En effet, le taux d'infestation le plus élevé est enregistré dans l'arc I (P = 7,03 %) suivi de l'arc II (P = 5,27 %) et la valeur de l'intensité moyenne est maximale dans l'arc II (IM = 2,44). Par ailleurs, l'abondance est légèrement plus élevée dans l'arc I (A = 0,14) suivi de l'arc II (A = 0,12) (Tableau 5).

Le test Chi 2 sur les taux d'infestation montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les arcs branchiaux de *Luciobarbus callensis* ($\chi^2 = 1,92$; ddl = 3 ; p = 0,58). En revanche, le test Kruskal-Wallis sur les intensités moyennes révèle l'existence de différences significatives entre les différents arcs branchiaux.

Discussion

L'observation des caractères anatomiques et biologiques des copépodes parasites récoltés à partir des branchies de 341 poissons nous a permis de récolter sept espèces, dont trois sont rattachées au genre *Ergasilus* (*E. sieboldi* von Nordmann, 1832, *E. briani* Markewitsch, 1933, *E. peregrinus* Heller, 1865), trois sont rattachées au genre *Neoergasilus* [*N. japonicus* (Harada, 1930), *N. longispinosus* Yin, 1956, *N. sp.*] et une espèce appartenant au genre *Lernaea* (*L. cyprinacea* Linnaeus, 1758).

Au Nord-Est de l'Algérie, une étude menée par MEDDOUR (2009) sur les branchies de *Luciobarbus callensis* pêchés dans l'Oued Bounamoussa et le lac Oubeira, montre la présence du genre *Ergasilus*. Chez cette même espèce-hôte, cet auteur a mentionné la présence des espèces *Lernaea cyprinacea* (Copepoda), *Argulus* sp. et *Argulus foliaceus* (Branchiura). Par ailleurs, CHAIBI (2014) a signalé la présence de l'espèce *Ergasilus* sp. dans le barrage Timgad (Batna), et *Lernaea* sp. dans l'Oued El Ghaicha (Laghouat) sur les branchies de *Barbus* sp. Cette différence taxonomique est probablement due à la particularité géographique des sites d'étude. Selon SASAL (1997), en effet, les études menées à différentes échelles peuvent conduire à des conclusions opposées.

Dans le barrage Foum El Khanga, BOUCENNA *et al.* (2015) ont montré la présence des deux espèces du genre *Ergasilus* (Nordmann, 1832) ainsi que la présence de l'espèce *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus, 1758) chez l'espèce de poisson *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. Selon PIASECKI *et al.* (2004), l'infestation par *Ergasilus* sp. est une maladie parasitaire majeure pour l'aquaculteur, dont la distribution est mondiale. Ces auteurs ont précisé qu'*Ergasilus sieboldi* von Nordmann 1832 n'a pas de spécificité pour l'hôte et peut infester la majorité des poissons d'eau douce. De même JALALI (1998) a mentionné que *Lernaea cyprinacea* possède une large gamme d'hôtes.

Selon ZANDER (1998), les variables du milieu extérieur, comme la température ou la salinité, peuvent modifier la spécificité du parasite. Cela peut être dû, selon

Copépodes parasites de *Luciobarbus callensis* dans le barrage Foum el Khanga

DESDEVISES (2001), à des modifications de la physiologie des parasites ou à un changement des interactions compétitives avec les autres espèces parasites qui peuvent être moins tolérantes à ces variations environnementales.

L'évaluation des indices parasitaires fait apparaître que les Copépodes parasites récoltés sur les branchies de *Luciobarbus callensis* du barrage Foum El Khanga enregistrent les taux d'infestation les plus élevés durant l'été et l'automne, et les charges parasitaires les plus élevées durant l'hiver et l'automne. L'étude statistique confirme l'influence des saisons sur les taux d'infestation et les intensités des copépodes parasites récoltés.

Ces résultats sont en accord avec ceux d'AL-NIAEEM *et al.* (2015) dans la province de Basrah (Irak), qui ont montré que les prévalences et les intensités moyennes des copépodes infestant les différentes populations de *Canthopagrus arabicus*, *Acanthobrama marmid*, *Alburnus mossulensis*, *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus*, *C. gibelio*, *C. luteus*, *Chelon subviridis*, *Gambusia affinis*, *Garra variabilis*, *Leuciscus vorax*, *Liza abu*, *Nematalosa nasus*, *Oreochromis aureus*, *Poecilia latipinna*, *Silurus triostegus*, *Tenualosa ilisha*, *Thryssa mystax* et *Tilapia zillii*, échantillonnées dans trois stations, sont plus élevées durant l'hiver et l'automne. De même KOYUN *et al.* (2007) ont montré que la prévalence d'infestation et l'intensité moyenne du Copépode *Paraergasilus longidigitus* Yin, 1954 récolté chez *Alburnus alburnus* en Turquie présente des variations saisonnières avec des niveaux d'infestation plus élevés en automne et en hiver.

HOOLE *et al.* (2001) ont rapporté que le cycle de vie de l'espèce *Ergasilus sieboldi* dépend de la température, il peut y avoir trois générations par an avec la production d'œufs de mars à novembre. Les femelles qui s'installent tard en automne hivernent avant de produire des œufs au printemps suivant.

Par ailleurs, MIRZAEI *et al.* (2016) montrent la prévalence du Copépode parasite *Neoergasilus japonicus* de décembre à mai (26,31 ; 27,69 ; 26,19 ; 14 ; 18,75 et 7,5 %, respectivement). En revanche, une étude sur les Copépodes Ergasilidés en Finlande centrale n'a pas révélé un phénomène saisonnier régulier, indiquant que *N. japonicus* pourrait se reproduire ou recruter des hôtes de poissons non seulement à des températures plus élevées, mais aussi en automne et en hiver (TUUHA *et al.*, 1992).

Selon HANZELOVA & GERDEAUX (2003), 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.

L'étude du parasitisme en fonction de la taille de poissons-hôtes fait apparaître que ce sont généralement les spécimens de taille moyenne et de grande taille qui sont les plus parasités. Des observations similaires ont été obtenues par : IBRAHIM (2012) chez *Tilapia zillii* infesté par *Ergasilus* sp. et *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*. De même, nos résul-

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

tats sont en accord avec ceux rapportés par : BOUCENNA *et al.* (2015) chez *Cyprinus carpio* infesté par les Copépodes parasites dans barrage Foum El Khanga et BRAHMIA *et al.* (2016) chez *C. carpio* du lac Oubeira. L'augmentation du degré de parasitisme en fonction de la taille de l'individu-hôte s'explique, comme l'ont souligné BAKKE *et al.* (2002), par la dimension de la surface branchiale. Pour ces auteurs, les poissons de grande taille offrent une surface branchiale plus grande pour héberger de nombreux parasites. SASAL *et al.* (1997) proposent que les hôtes de grande taille soient 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 sexuellement mature aura été exposé plus longtemps aux parasites, augmentant ainsi la probabilité qu'il soit infesté par une plus grande diversité de parasites. En conséquence, les plus grands poissons peuvent avoir davantage, ou différentes, espèces de parasites que les poissons de plus petite taille (MUNOZ & ZAMORA, 2011).

L'étude du parasitisme en fonction du sexe des poissons-hôtes ne montre aucune différence significative des prévalences et des intensités entre les deux sexes de poissons étudiées. 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 KOYUN *et al.* (2007) chez *Alburnus alburnus* de Lac Enne Dam (Turquie) infesté par *Paraergasilus longidigitus* ; par IBRAHIMI (2012) chez *Tilapia zillii* infesté par *Ergasilus* sp et *Lernaea cyprinacea* ; par ALLALGUA *et al.* (2015), chez *Cyprinus carpio* infesté par les monogènes parasites dans le barrage Foum El Khanga et par BOUCENNA *et al.* (2015) chez cette même espèce. Selon ROHDE (1993), seules de très rares espèces de parasites ont une préférence en ce qui concerne le sexe de l'hôte. En revanche, ABDULHUSEIN *et al.* (2014) ont montré que les prévalences de l'espèce *Ergasilus* sp ont été influencées par le sexe de *Cyprinus carpio* et *Oreochromis niloticus*.

La distribution des indices parasitaires de copépodes chez *Luciobarbus calensis* ne montre pas une différence significative entre les deux côtés des branchies des poissons, nous notons en effet que les arcs de la branchie gauche sont légèrement plus infestés que ceux de la branchie droite. Plusieurs auteurs, comme GUTIERREZ & MARTORELLI (1994) ; NACK *et al.* (2010) et TOMBI *et al.* (2010) ont formulé la même observation. De même, SOYLU *et al.* (2013) ont mentionné que la distribution des deux Copépodes *Ergasilus gibbus* et *E. lizae* ne diffère pas significativement entre les deux côtés des branchies de l'hôte *Anguilla anguilla*. Ces auteurs ont suggéré que la compétition interspécifique influence la distribution des parasites entre les deux côtés des branchies droit et gauche.

Du point de vue de l'étude du parasitisme en fonction des arcs branchiaux, nos résultats montrent que les arcs I et II sont généralement les plus infestés. SOYLU *et al.* (2013) ont montré chez *Anguilla anguilla* la préférence des deux arcs III et IV par le copépode *Ergasilus lizae* et des arcs I, II, III par *E. 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

Copépodes parasites de *Luciobarbus callensis* dans le barrage Foum el Khanga

étant les plus infestés. 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.

Conclusion

L'étude des parasites de 341 poissons appartenant à l'espèce *Luciobarbus callensis* pêchés dans le barrage Foum El Khanga (Souk Ahras) a permis d'identifier sept espèces de copépodes branchiaux : *Ergasilus sieboldi*, *E. briani*, *E. peregrinus*, *Neoergasilus japonicus*, *N. longispinosus*, *N. sp.*, *Lernea cyprinacea*.

Il ressort de l'étude des indices parasitaires que (1) l'infestation de *Luciobarbus callensis* par les sept espèces de copépodes récoltés varie en fonction des saisons ; (2) le microhabitat et la taille des poissons hôtes ont une influence sur l'infestation par les sept espèces de copépodes ; (3) le sexe de *Luciobarbus callensis* ne présente aucun effet sur l'infestation parasitaire.

RÉFÉRENCES

- ABDULHUSEIN, J.A.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.
- AL-NIAEEM, K.S., AL-SABOONCHI, A.A. & AHMED, R.A. (2015).- Effect of water quality on fishes infected with copepods from three stations in Basrah province, Iraq. *Journal of International Academic Research for Multidisciplinary*, **3** (4), 428-436.
- ALLALGUA, 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 Foum El-Khanga (Souk Ahras, Algérie) par les monogènes parasites. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **140** (3), 217-232.
- AZARI TAKAMI, G. (1997).- *Health management, prevention and treatment methods of fish diseases*. Parivar Publication, Iran, 304 p. (in Persian).
- BAKKE, T.A., HARRIS, P.D. & CABLE, J. (2002).- Host specificity dynamics: observations on *Gyrodactylid monogeneans*. *Int. J. Parasitol.*, **32** (3), 281-308.
- 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.
- BOUCENNA, I., BOUALLEG, C., KAOUACHI, N., ALLALGUA, A., MENASRIA, A., MAAZI, M.C., BAROUR, C. & BENSOUILAH, M. (2015).- L'infestation de la population de *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) par les copépodes parasites dans le barrage Foum El Khanga (Souk Ahras, Algérie). *Bull. Soc. zool. Fr.*, **140** (3), 163-179.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

- BRAHMIA, S., BAROUR, C., ABBACI, S., BOUALLEG, C. & BENSOUILAH, M. (2016).- 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.
- 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.
- 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.
- DESDEVEISES, Y. (2001).- *Recherche des déterminants de la spécificité parasitaire dans le modèle Lamellogadus (Diplectanidae, Monogenea)- Sparidae (Teleostei) en Méditerranée*. Thèse de Doctorat, Université Montréal, 315 p.
- FRYER, G. (1982).- *The parasitic Copepoda and Branchiura of British Freshwater Fishes*. A handbook and key. Vol. 46, Fresh Biol Assoc Sc Publ., pp. 1-87.
- 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.
- HARDING, J.P. (1950).- On some species of *Lernaea*. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*, **1**, 3-27.
- HAYDEN, K.J. & ROGERS, W.A. (1998).- *Neoergasilus japonicus* (Poecilostomatoida: Ergasilidae), a parasitic copepod new to North America. *J. Parasitol.*, **84**, 88-93.
- 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.
- HO, J.S. (1998).- Cladistics of the Lernaeidae (Cyclopoida), a major family of freshwater fish parasites. *J. Mar. Syst.*, **15**, 177-183.
- HOOLE, D., BUCKE, D., BURGESS, P. & WELLBY, I. (2001).- *Diseases of Carp and Other Cyprinid Fishes*. Fishing News Books, Oxford, 264 p.
- 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.
- 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. (1985).- *Parasites and diseases of fish cultured in the tropics*. Taylor & Francis Publishers, London, 318 p.
- KOYUN, M., ALTUNEL, F.N. ET ÖKTENER, A. (2007).- *Paraergasilus longidigitus* Yin, 1954 (Copepoda: Poecilostomatoida) Infestations in the Bleak, *Alburnus alburnus* Lin., 1758 from Enne Dam Lake. *Türkiye Parazitoloji Dergisi.*, **31** (2), 158-161.
- LÉVÊQUE, C., PAUGY, D. & TEUGELS, G.G. (1990).- *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest*. Tome I. Faune Tropicale XXVIII, MRAC-Tervuren, ORSTOM Éditions, Paris, 384 p.
- LÉVÊQUE, C., PAUGY, D. & TEUGELS, G.G. (1992).- *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest*. Tome II. Faune tropicale, XXVIII, MRAC-Tervuren, ORSTOM Éditions, Paris, 902 p.
- 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.

Copépodes parasites de *Luciobarbus callensis* dans le barrage Foum el Khanga

- 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., 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., 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.
- MIMÈCHE, F. BICHE, M., RUIZ-NAVARRO, A. & OLIVA-PATERNA, F.J. (2013).- Population structure, age and growth of *Luciobarbus callensis* (Cyprinidae) in a man-made lake from Maghreb (NE, Algeria). *Limnetica*, **2**, 391-404.
- MIRZAEI, M., KHOVAND, H. & KHEIRANDISH, R. (2016).- The prevalence of non-indigenous parasitic copepod (*Neoergasilus japonicus*) spreads with fishes of pet trade in Kerman, Iran. *J. Parasit Dis.*, **40** (4), 1283-1288.
- MUNOZ, G. & ZAMORA, L. (2011).- Ontogenetic variation in parasite infracommunities of the Clingfish *Sicyases sanguineus* (Pisces: Gobiesocidae). *J. Parasitol.*, **97** (1), 14-19.
- 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. Parasitol.*, **37** (1), 131-133.
- 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.
- RAIBAUT, A. (1996).- Copépodes II. Les Copépodes parasites. In *Traité de Zoologie. Crustacés VII*, fasc. 2. J. Forest, Éd. Masson, Paris, 639-718.
- RAMESHKUMAR, G. & RAVICHANDRAN, S. (2010).- *Cymothoa indica* (Isopoda; Cymothoidae) and *Alitropus typus* (Isopoda; Aegidae) on freshwater fish *Tilapia mossambica* (Cichlidae) in Vellar estuary, Southeast coast of India. *Biotemas*, **23** (3), 67-70.
- ROHDE, K. (1993).- *Ecology of marine parasites*. CAB International 2nd edition, Wallingford, Oxon, 298 p.
- 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.
- 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.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

- TUUHA, E., VALTONEN, E.T. & TASKINEN, J. (1992).- Ergasilid copepods as parasites of perch and roach in Central Finland; seasonality, maturity and environmental influence. *J. Zool.*, **228** (3), 405-422.
- WINTON, J.R. (2001).- *Fish health management*. In Wedemeyer, G.A., editor. Fish Hatchery Management, 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 559-640.
- YAMAGUTI, S. (1963).- *Parasitic Copepoda and Branchiura of Fishes*. Wiley Interscience Publishers, New York, 1 104 p.
- ZANDER, R.H. (1998).- A phylogrammatic evolutionary analysis of the moss genus *Didymodon* in North America north of Mexico. *Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci.*, **36**, 81-115.

(reçu le 09/06/2018 ; accepté le 22/07/2018)

Ichtyologie

ÉTUDE DE LA CROISSANCE DU CARASSIN COMMUN *CARASSIUS CARASSIUS* (LINNAEUS, 1758) DU BARRAGE BENI HAROUN (MILA, ALGÉRIE)

par

Naima KHELIFI¹, Iméne BOUCENNA², Chahinez BOUALLEG¹,
Nouha KAOUACHI¹, Fatiha SAHTOUT¹, Mourad BENSOUILLAH³

L'étude de la croissance des poissons constitue une donnée indispensable pour une bonne compréhension de la biologie générale et la dynamique des populations, et réaliser des analyses démographiques peut servir également à comparer des populations d'une même espèce géographiquement distantes.

Le présent travail porte sur l'étude de la croissance de l'espèce *Carassius carassius* (LINNAEUS, 1758) qui appartient à la famille des cyprinidés, introduite dans le barrage Béni Haroun Mila (Algérie).

Cette étude a fait l'objet d'un échantillonnage mensuel de 334 individus durant l'année 2015 (de janvier à décembre). L'âge des poissons a été déterminé par scalimétrie. Le sexe des espèces était macroscopiquement déterminé et la proportion des mâles était plus faible que celle des femelles.

Nos résultats montrent une longévité maximale de 7 ans, les paramètres de croissance déterminés sont : sexes combinés : $L_{\infty} = 34,10$ cm ; $K = 0,61$, $t_0 = -1,17$ années ; $\emptyset = 2,81$. Femelles : $L_{\infty} = 34,10$ cm ; $K = 0,57$, $t_0 = -1,20$ années $\emptyset = 2,82$. Mâles : $L_{\infty} = 31,78$ cm ; $K = 0,49$, $t_0 = -1,24$ années $\emptyset = 2,69$. Les valeurs obtenues s'ajustent bien au modèle de croissance de Von Bertalanffy.

L'évolution du poids total de nos spécimens par rapport à leur taille présente une allométrie minorante ($b < 3$) (avec et sans distinction du sexe).

Mots-clés : *Carassius carassius*, Modèle de Von Bertalanffy, Modélisation de croissance, Barrage Béni Haroun, Mila, Algérie.

1. 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.

2. Laboratoire d'Écologie fonctionnelle et évolutive, Université Chadli Ben Djedid El Tarf, Algérie.

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

*Auteur pour la correspondance : < naimakhelifi@yahoo.fr >.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

Study of growth of the Crucian Carp, *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), in Beni Haroun reservoir (Mila, Algeria)

The present work deals with the biology of the carp species *Carassius carassius* Linnaeus (1758) (family Cyprinidae), introduced into the Beni Haroun reservoir, Mila (Algeria).

The study of fish growth is a prerequisite for an understanding of the general biology and population dynamics, and demographic analyses can also be used to compare geographically distant populations of the same species.

This study is based on 317 specimens obtained by monthly sampling during the year 2015 (from January to December). The age of fish was determined by scale reading. The sex was macroscopically determined and the proportion of males was lower than that of females.

Our results show a maximum life span of 7 years. The growth parameters obtained are: (mixed sexes: $L_{\infty} = 34.10$ cm; $K = 0.61$, $t^0 = -1.17$ years, $\emptyset = 2.81$. Females: $L_{\infty} = 34.10$ cm; $K = 0.57$, $t^0 = -1.20$ years $\emptyset = 2.82$. Males: $L_{\infty} = 31.78$ cm; $K = 0.49$, $t^0 = -1.24$ years $\emptyset = 2.69$). These values fit well with the von Bertalanffy growth model.

The evolution of the total weight of our sample compared to the total length (with and without irrespective of sex) has an upper bound allometry ($b > 3$).

Keywords: *Carassius carassius*, von Bertalanffy model, growth modelling, Beni Haroun reservoir, Mila, Algeria.

Introduction

Le carassin est un poisson d'eau douce vivant dans toutes sortes de plans d'eau. Il est plus fréquent dans les petits lacs et étangs, et vit normalement dans la couche inférieure de la colonne d'eau. Comparativement à d'autres poissons, il peut tolérer une large gamme de conditions environnementales. C'est un poisson sédentaire, qui se reproduit naturellement dans différents plans d'eau, tels que les rivières et les lacs (SZCZERBOWSKI *et al.*, 1997 ; COPP *et al.*, 2008a). Il est sensible aux eaux froides et, en raison de son caractère thermophile, il recherche les eaux chaudes (15-20°C), supporte jusqu'à 30°C et plus, présente une grande résistance au manque d'oxygène, à l'acidité des eaux (pH = 4,5) et aux pollutions (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

C. carassius est considéré comme une nouvelle espèce en Algérie, trouvée pour la première fois dans le réservoir d'Ain Zada (Nord East de l'Algérie), et fait probablement partie des introductions des capes en 2006 (KARA, 2012).

L'étude de la croissance revient à décrire un changement moyen par unité de temps. La croissance d'une population ou d'un individu est souvent représentée par des modèles mathématiques. PUTTER (1920, *in* SPARRE & VENEMA, 1996) a élaboré un modèle de croissance dans lequel on peut voir la base de la plupart des autres modèles, y compris le modèle mathématique de croissance individuelle pour la longueur ou le poids élaboré par VON BERTALANFFY (1938).

Malgré l'importance écologique de cette espèce et sa large répartition en Algérie, les informations sur l'âge et la croissance sont peu disponibles. Dans le

Croissance du carassin commun du barrage Béni Haroun (Mila, Algérie)

monde, quelques travaux sur la relation taille poids ont été établies (COPP *et al.*, 2006 ; TARKAN *et al.*, 2009 ; TARKAN *et al.*, 2016 ; ZARGAR *et al.*, 2012).

La méconnaissance des paramètres biologiques de base, tels que la croissance des carassins, constitue le fondement de la présente étude. Les résultats obtenus pourraient servir de support pour l'aménagement de cette pêcherie qui se développe de plus en plus. La présente étude s'intéresse à l'estimation de l'âge du carassin du barrage Béni Haroun à travers la lecture directe des écailles, en vue d'estimer les paramètres biologiques relatifs à la croissance de cette espèce selon le modèle de VON BERTALANFFY, et l'étude de la relation taille/poids.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

Le barrage de Béni Haroun constitue actuellement le plus imposant aménagement hydraulique réalisé en Algérie (BENAYACHE, 2014), Il fait partie du vaste programme de mobilisation des eaux de surface et de leur transfert inter-bassins en vue de pallier les fortes inégalités hydrologiques (MEBARKI *et al.*, 2005). Il est situé à l'aval de la confluence d'oued Rhumel et oued Endja au nord-ouest de la région de Grarem, wilaya de Mila, et à une quarantaine de kilomètres au nord de Constantine et une distance équivalente par rapport à l'embouchure de Oued Kébir (wilaya de Jijel) (Figure 1). Sa mise en eau a commencé en août 2003. Il permet d'emmagasiner 960 millions m³ d'eau, avec un volume utile de 732 hm³, entre les cotes 172 et 200 m. Le barrage Béni Haroun permet de régulariser un apport annuel d'eau de

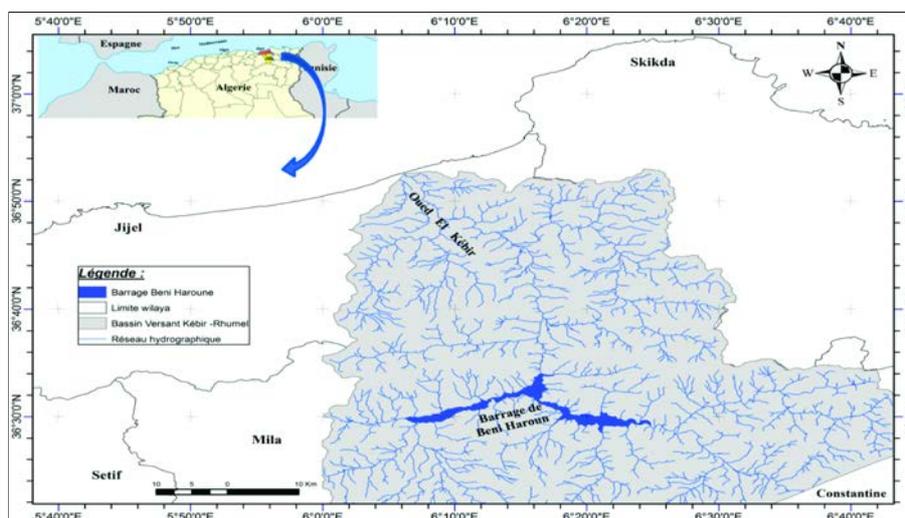


Figure 1

Situation géographique du barrage de Béni Haroun Mila, Algérie.
Geographical location of Béni Haroun reservoir (Mila, Algeria).

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

435 millions de mètres cubes. Le rapport entre la capacité de la retenue et sa surface donne une lame d'eau moyenne de 24 m (BARKAT, 2016). La salinité et la température ont été mesurées à l'aide respectivement d'un réfractomètre et d'un thermomètre.

Échantillonnage

Un ensemble de 334 individus provient d'échantillons commerciaux qui ont été récoltés mensuellement au niveau du barrage Béni Haroun (Mila) durant une période s'étalant entre janvier 2015 à décembre 2015. Cet échantillonnage couvre presque l'ensemble de gamme de tailles du carassin, allant de 16,2 à 32,4 cm.

Les longueurs sont mesurées à l'aide d'un ichtyomètre au millimètre près, les poids total est déterminé au moyen d'une balance de précision avec une précision de 0,01 g.

Tous les individus de notre échantillon ont été sexés à l'œil nu en se basant sur la forme et la couleur des gonades.

L'âge et les paramètres de croissance

L'âge est déterminé par scalimétrie (lecture directe des écailles). Les écailles ont été prélevées au niveau de la partie latéro-dorsale, où l'apparition de ces dernières est la plus précoce (BOET & LOUARN, 1985). Après leur prélèvement, elles ont été nettoyées à l'eau courante, frottées entre le pouce et l'index pour les débarrasser des fragments de tissu et du mucus qui les couvrent, puis triées sous la loupe binoculaire (BOUHBOUH, 2002).

En vue de réaliser la meilleure estimation possible de l'âge et réduire les éventuelles erreurs d'analyse des écailles, trois lectures ont été effectuées par trois observateurs différents. L'âge adopté est celui qui présente une meilleure concordance entre les différentes lectures.

Pour cette présente étude, on s'intéresse au modèle mathématique de croissance individuelle élaboré par VON BERTALANFFY (1938) qui est le plus utilisé puisqu'il a été démontré qu'il est d'une part, conforme à la croissance observée de la plupart des espèces de poissons et, d'autre part, qu'il sert de sous-modèle dans des modèles plus complexes décrivant la dynamique des populations des poissons (SPARRE & VIENEMA, 1996). Le modèle mathématique décrit par la formule suivante exprime la longueur L en fonction de l'âge t (ou le temps), généralement exprimé en années.

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

Les paramètres L_{∞} , K et t_0 caractérisent l'ajustement réalisé. Les définitions actuelles que l'on peut en donner sont les suivantes :

- L_t : la longueur du poisson au temps t (l'âge) ;
- L_{∞} : la longueur moyenne des poissons très âgés, aussi appelée la longueur asymptotique de L lorsque t tend vers l'infini. Elle ne doit pas être confondue avec la longueur maximale réellement atteinte par l'espèce étudiée.

Croissance du carassin commun du barrage Béni Haroun (Mila, Algérie)

Il est possible de situer la valeur de la longueur asymptotique L^∞ par la relation empirique de PAULY (1985) :

$$L^\infty = L_{\max}/0,95$$

– K : constante de croissance ou paramètre de courbure représentant la pente de la droite d'ajustement entre la longueur et l'accroissement instantané. Elle traduit la vitesse de la croissance ;

– t_0 : paramètre de condition initiale, c'est l'âge théorique où le poisson a une longueur nulle ; ce qui n'est pas le cas dans la réalité.

Selon PAULY (1979), la détermination de t_0 se fait en utilisant l'équation empirique suivante :

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \times \text{Log}_{10} L^\infty - 1.038 \times \text{Log}_{10} K$$

Le test utilisé pour comparer les paramètres de croissance de la même espèce du même stock ou de stocks différents est le test phi prime (Φ') (PAULY & MUNRO, 1984), désigné par l'expression suivante :

$$\Phi' = \log K + 2 \log L^\infty$$

Ce test repose sur la découverte de PAULY (1979) qui a montré que les valeurs de Phi-prime sont très semblables à l'intérieur des taxa voisins et qu'elles ont des distributions normales étroites (SPARRE & VENEMA, 1996). Les paramètres de croissance de l'équation de VON BERTALANFFY, L^∞ , K et t_0 ont été déterminés par la méthode de FORD WALFORD (1946), en utilisant le logiciel Statistica version 8.

Relation taille/poids

Les données de la relation taille/poids sont analysées par le modèle suivant :

$$P = a L^b$$

Où :

P : est le poids en grammes,

L : la taille en cm,

a : une constante,

b : le coefficient d'allométrie.

Pour obtenir les paramètres (b et a) de l'équation précédente, on introduit les couples de données (P_t , L_t) dans le logiciel Statistica 8.

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

$$t_{obs} = \frac{|b^2 - b_0^2| \sqrt{n-2}}{2b_0 \times b \sqrt{1-r^2}}$$

Avec :

t_{obs} : t observé.

n : Effectif.

b : Pente.

b_0 : Pente théorique ($b_0 = 3$).

r : Coefficient de corrélation.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

Trois cas peuvent alors se présenter :

- $t_{\text{obs}} \leq$ théorique, il y a une isométrie ($b = 3$)
- $t_{\text{obs}} >$ théorique il y a 2 cas :
 - si $b < 3$, l'allométrie est minorante,
 - si $b > 3$, l'allométrie est majorante.

La différence de la relation taille-masse entre les deux sexes a été testée par l'ANCOVA (DAGNELIE, 1975).

Résultats

Salinité et température

Les plus faibles valeurs des salinités ont été mesurées au printemps ($S = 721,33$ mg/L), par ailleurs les valeurs les plus élevées ont été enregistrées en automne ($S = 807,33$). Par contre, la température était la plus basse en hiver ($T = 9,25^\circ\text{C}$) et la plus élevée en été ($T = 26,13^\circ\text{C}$) (Figure 2).

Structure des tailles de la population de *C. carassius*

La distribution des fréquences de taille a été établie avec des classes de 1 cm, la figure 3 représente la structure de la population échantillonnée dans le milieu étudié. Les distributions de fréquence de tailles des spécimens récoltés s'échelonnent entre 16,20 cm et 32,40 cm. Pour l'ensemble des captures, la classe la plus importante se situe à [23-24] cm ($F = 24,85\%$). Les mâles présentent un pic ($F = 28,97\%$), situé sur l'intervalle [22-23] cm. Nous notons par ailleurs que la valeur la plus importante de la fréquence des femelles ($F = 25,22\%$) est présente au niveau de la classe [23-24].

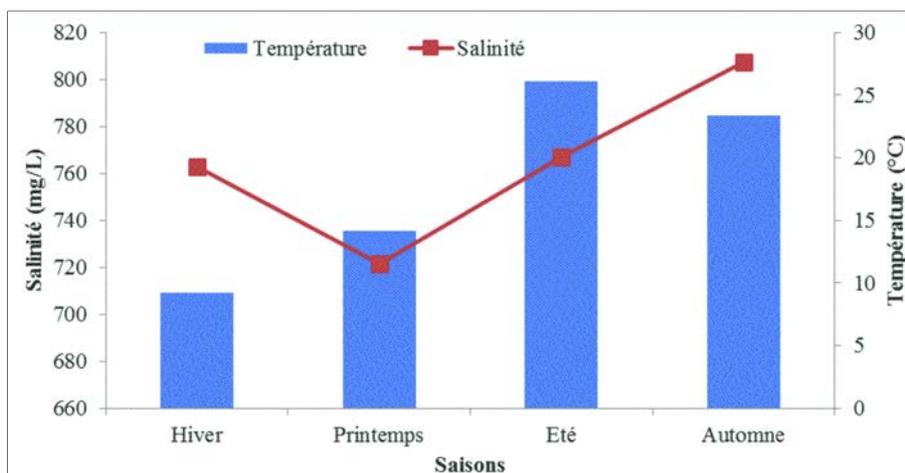


Figure 2

Évolution saisonnière de la température et de la salinité dans le barrage Béni Haroun.
Seasonal changes in temperature and salinity in Beni Haroun reservoir.

Croissance du carassin commun du barrage Béni Haroun (Mila, Algérie)

Détermination de l'âge

La méthode de scalimétrie nous a permis de décomposer l'ensemble des spécimens de *C. carassius* capturés dans le barrage Béni Haroun en sept classes d'âge (de 1 à 7 ans) (Figure 4), dont la troisième classe d'âge est dominante pour la population totale (F = 31,73 %) et les femelles (F=21,85 %) alors que la deuxième classe d'âge est la dominante pour les mâles (F = 10,17 %).

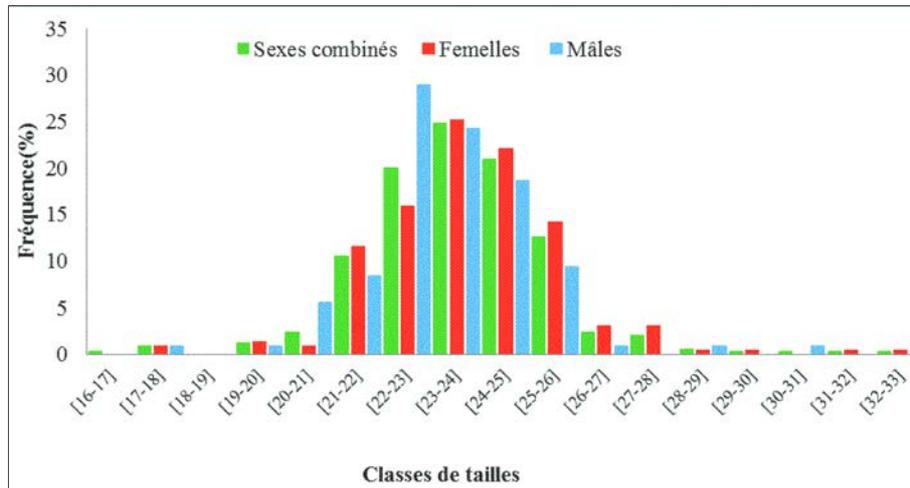


Figure 3

Distribution des fréquences des tailles du *C. carassius* du Barrage Béni Haroun.
Length frequency distribution of *C. carassius* from Beni Haroun reservoir.

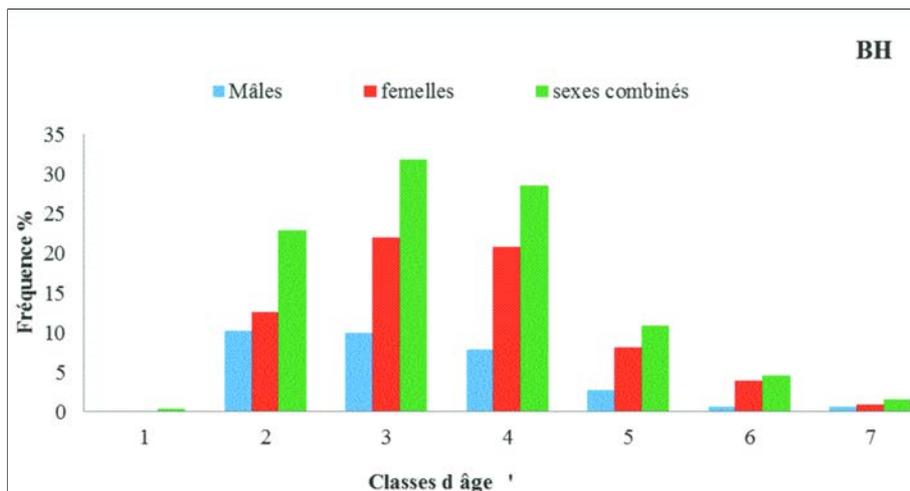


Figure 4

Composition âge de la population du *C. carassius* du barrage Béni Haroun.
Age composition of *C. carassius* in Beni Haroun reservoir.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

Tableau 1

Paramètres de croissance de Von Bertalanffy pour les mâles, les femelles
et sexes combinés chez *C. carassius*.

Von Bertalanffy growth parameters for males, females, and both sexes combined of C. carassius.

Barrage Béni Haroun						
Paramètres	L_{∞}	K	t ₀	Ø	L_{\min} - L_{\max}	Equation
Mâles	31,78	0,49	-1,24	2,69	17,7- 30,2 cm	$Lt = 31,78 (1-e^{-0,49(t+1,24)})$
Femelles	34,10	0,57	-1,20	2,82	17,6-32,4 cm	$Lt = 34,10 (1-e^{-0,57(t+1,20)})$
Sexes combinés	34,10	0,61	-1,17	2,85	16,3-32,4 cm	$Lt = 34,10 (1-e^{-0,61(t+1,17)})$

Croissance

Le tableau 1 présente les valeurs des paramètres de croissance L_{∞} , K, t₀ et l'indice de performance de croissance Ø estimés pour notre espèce, puis remplacés dans l'équation de VON BERTALLANFY (1938).

Relation taille/poids

Dans le barrage de Béni Haroun, la relation taille/poids est caractérisée par une allométrie minorante pour toute la population car les valeurs estimées de **b** sont inférieures à 3 (Tableaux 2, 3 et Figure 5).

Les pentes (ou les valeurs de **b**) de la relation taille-poids diffèrent statistiquement entre les sexes [analyse de covariance ANCOVA relation taille/poids totale (F = 5678,133 et p = 0,03) ; F = 324,13, p = 0,03].

Facteur de condition K

Les valeurs du facteur de condition K varient entre 1,44 à 1,61 chez les femelles et 1,47 et 1,48 chez les mâles. Il existe une phase de bonne condition remarquable en automne chez les femelles avec un pic estimé à $1,61 \pm 0,30$ et en été $1,48 \pm$

Tableau 2

Paramètres de la relation taille/poids du *C. carassius*.
Length-weight relationship parameters of C. carassius.

Sexe	N	a	b	r	r ²	t (obs)	Signification	Allométrie
Sexes combinés	334	0,024	2,85	0,87	0,76	3,04	(+)	Minorante
Femelles	227	0,025	2,84	0,88	0,79	4,23	(+)	Minorante
Mâles	106	0,028	2,80	0,81	0,66	5,59	(+)	Minorante
ANCOVA						F = 5678,133 ; p = 0,03*		

Tableau 3

Relation taille/ poids du *C. carassius*.
Length-weight relationship of C. carassius.

Sexe	Pt = a x Lt ^b
Sexes combinés	Pt = 0,024L _T ^{2,85}
Femelles	Pt = 0,025L _T ^{2,84}
Mâles	Pt = 0,028L _T ^{2,80}

Croissance du carassin commun du barrage Béni Haroun (Mila, Algérie)

0,14 chez les mâles. Le test de Levene montre qu'il y a une différence significative entre les valeurs moyennes de K ($F = 10,67$, $p < 0,05$) (Tableau 4).

Tableau 4

Évolution saisonnière de facteur de condition K du *C. carassius*.
Seasonal changes in condition factor (K) values of *C. carassius*.

	Femelles	Males
Hiver	$1,48 \pm 0,21$	$1,47 \pm 0,15$
Printemps	$1,44 \pm 0,20$	$1,47 \pm 0,18$
Eté	$1,53 \pm 0,14$	$1,48 \pm 0,14$
Automne	$1,61 \pm 0,30$	$1,47 \pm 0,16$

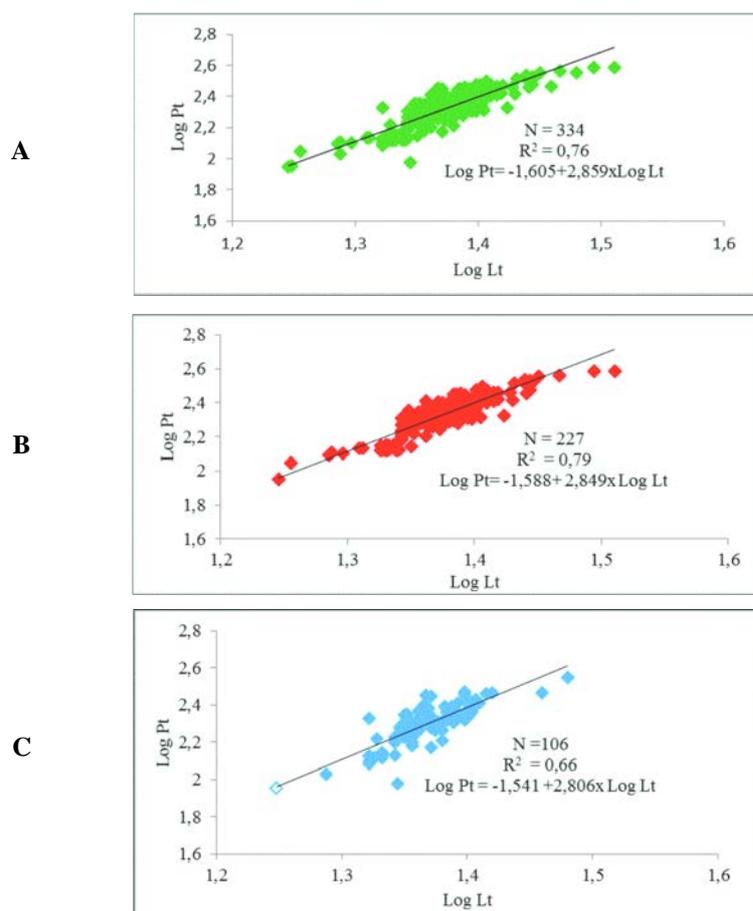


Figure 5

Relation taille /poids (A) Sexes combinés, (B) femelles, (C) mâles du *C. carassius*.
Length-weight relationship (A) both sexes combined, (B) females, (C) males of *C. carassius*.

Discussion

Ce travail constitue la première étude sur la croissance de *C. carassius* dans le barrage Béni Haroun. En raison de manque d'études sur cette espèce, nous avons comparé nos résultats avec une espèce congénère, *Carasius gibelio*.

La taille maximale pour l'ensemble de nos échantillons était 32,40 cm contrairement à celle rapportée par ZARGAR *et al.* (2012) dans le Lac Anchar (Lt max = 18,9 cm), dans le lac Dal (Lt max = 18,3 cm) et dans le lac Manasbal (Lt max = 18,9 cm) en Turquie. DENİZ (2012) soulignent une taille maximale (Lt = 30,5 cm) dans l'estuaire de la rivière Aksu en Turquie, pour *Carassius gibelio*.

Les variations de la croissance du carassin commun sont généralement liées aux conditions environnementales telles que la taille de l'étang, la température, la prédation, la disponibilité et la qualité de la nourriture et son occurrence (HOLOPAINEN *et al.*, 1988 ; SZCZERBOWSKI *et al.*, 1997).

La méthode de scalimétrie effectuée sans distinction entre les sexes indique que le carassin peut vivre jusqu'à sept ans. D'autres études ont rapporté un âge maximum de six ans pour le carassin prussien : citons celles de BALIK *et al.* (2004), TARKAN *et al.* (2006), SARI *et al.* (2008) et LEONARDOS *et al.* (2008). Dans les eaux européennes, la durée de vie de *C. gibelio* dépasse rarement sept ans (LEONARDOS *et al.*, 2008).

Les valeurs de la longueur asymptotique (L_{∞}) de *C. carassius* pour les deux sexes combinés étaient 34,10 cm, ainsi que la valeur L_{∞} des femelles ($L_{\infty} = 34,10$ cm) est plus élevée que celle des mâles ($L_{\infty} = 31,78$ cm). Ces résultats sont en accord avec ceux observés par DENİZ (2012) dans l'estuaire de la rivière Aksu (Antalya-Turquie), BALIK *et al.* (2004) dans le lac Egirdir ; ÇINAR *et al.* (2007) dans le lac Beyşehir ; SARI *et al.* (2008) dans le Lac Buldan pour l'espèce *C. gibelio* (Tableau 5).

Le coefficient de croissance (K) enregistré dans le barrage Béni Haroun pour la population totale ($K = 0,61 \text{ ans}^{-1}$) ; les valeurs de K des femelles ($K = 0,57 \text{ ans}^{-1}$) sont plus élevées que celles des mâles ($K = 0,49 \text{ ans}^{-1}$). Nos résultats concernant le coefficient de croissance (K) sont comparables avec ceux du BALIK *et al.* (2004) dans le Lac Egirdir. Selon DENİZ (2012), le taux de croissance est influencé par les variations de la salinité et la température de l'eau, ainsi que les habitudes alimentaires des poissons. Néanmoins, la température est peu probablement la principale raison de la variation de la croissance.

Le changement du rythme de croissance entre les mâles et les femelles est influencé par la maturité sexuelle. L'inversion du taux de croissance entre les mâles et les femelles à la limite de la maturité sexuelle peut être expliquée par la différence du métabolisme entre les deux sexes, comme la différence de la consommation de l'oxygène (PAULY, 1997) et/ou la différence de niveau d'excès d'énergie entre la reproduction et la croissance somatique (RIJNSDORP & IBELINGS, 1989). La différence de croissance entre les deux sexes permet aux femelles d'atteindre des tailles plus grandes que les mâles pour les mêmes âges (GODINHO, 2001).

Croissance du carassin commun du barrage Béni Haroun (Mila, Algérie)

Les estimations de l'indice de performance fournissent un indicateur de la fiabilité des résultats, car il est suggéré que les valeurs sont similaires pour les mêmes espèces et genres. La valeur de l'indice de performance de croissance obtenue dans cette étude dans les barrages Béni Haroun est 2,69 respectivement, indiquant un bon échantillonnage et une sélection uniforme des spécimens de *C. carassius*. En effet, selon BAIJOT *et al.* (1994), les résultats de l'étude des populations ne sont fiables que si les valeurs de l'indice de performance de croissance sont comprises entre 2,65 et 3,32.

Les valeurs des coefficients d'allométrie montrent que la croissance est caractérisée par une allométrie minorante, qui traduit que la croissance de la longueur est plus rapide que la croissance du poids. Dans le but d'une comparaison avec les résultats d'autres auteurs, le tableau 5 résume les paramètres de la croissance relative mentionnée dans différentes régions ; nos résultats rejoignent ceux de (ZARGAR *et al.*, 2012 ; TARKAN *et al.*, 2009) pour la même espèce, et celle de (KIRANKAYA & EKMEKCI, 2013) pour *Carassius gibelio*.

L'étude de la relation taille-poids répond généralement en halieutique à deux objectifs: la détermination du poids des individus dont nous connaissons leur taille ou inversement et la description des formes, de l'embonpoint et de ses variations au cours de la croissance. Ces paramètres présentent un intérêt pratique dans les problèmes d'exploitation raisonnée des populations animales où il importe, pour obtenir un rendement maximum, de savoir traduire la taille en poids ou le poids en taille et de disposer d'un paramètre aisément calculable qui caractérise l'embonpoint des spécimens et son évolution au cours de l'année ou de leur vie (BELHOUCINE, 2012).

Tableau 5

Comparaison des paramètres de la relation taille-poids du *C. carassius* avec les données de la littérature.
Comparison of length-weight parameters of C. carassius with literature data.

Pays	Référence	Région	Sexe	a	b	Allométrie
Turquie	ZARGAR <i>et al.</i> , 2012	Lac Anchor	M	0,021	2,72	Minorante
			F	0,031	4,18	Majorante
			M+F	0,026	3,13	Majorante
		Lac Dal	M	0,032	3,20	Majorante
			F	0,031	2,83	Minorante
			M+F	0,030	3,02	Majorante
		Lac Manasbal	M	0,023	2,98	Minorante
			F	0,024	3,22	Majorante
			M+F	0,022	3,29	Majorante
Turquie	DENIZ <i>et al.</i> , 2012	Estuaire de la rivière Aksu	M+F	0,013	3,11	Majorante
Angleterre	TARKAN <i>et al.</i> , 2009	Epping Forest	M+F	0,0268	3,11	Majorante
Algérie	Présente étude	Barrage Béni Haroun	M	0,024	2,85	Minorante
			F	0,025	2,84	Minorante
			M+F	0,028	2,80	Minorante

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

La comparaison des pentes et des positions des droites de régression de la relation taille/poids total entre les individus mâles et femelles, montre que les lois de la croissance relative chez les deux sexes sont identiques ; mais à tailles égales, les femelles ont une masse pleine plus importante que celle des mâles. Ainsi, les femelles grossissent plus que les mâles.

Dans ce sens, des études récentes de croissance par des techniques de marquage et recapture ont montré qu'à partir d'un âge de deux ans, les femelles croissent plus rapidement que les mâles (PONTUAL *et al.*, 2006 ; MELLON-DUVAL *et al.*, 2010). Les valeurs ajustées de a et b serviront de données d'entrée dans les modèles d'évaluation des stocks.

Les variations saisonnières du coefficient de condition (k) montrent que chez le carassin de barrage des côtes est algériennes, les valeurs les plus faibles sont observées au printemps. Ceci montre que notre poisson rend disponibles pendant la période de reproduction les réserves énergétiques qu'il a emmagasinées durant le repos sexuel (automne).

Conclusions

Il ressort de cette étude que :

- La méthode scalimétrie montre l'existence de sept classes d'âge pour les carassins du barrage Béni Haroun.
- Les paramètres de croissance de VON BERTALANFFY (1938) diffèrent entre les sexes, avec des valeurs différentes de la longueur asymptotique (L_{∞}), du coefficient de croissance (K) et de l'indice de performance (Φ') entre les deux sexes.
- Nous trouvons une croissance rapide de la population des carassins peuplant le barrage Béni Haroun.
- Pour la relation taille/poids, la population de *C. carassius*, se caractérise par une allométrie minorante (la taille croît plus vite que le poids).

RÉFÉRENCES

- BAIJOT, E., MOREAU J., BOUDA S. (1994).- Aspects hydrobiologiques et piscicoles des retenues en zone soudano-sahélienne. CTA, Wageningen, 250 p.
- BALIK, İ., ÖZKÖK R., ÇUBUK H. & UYSAL R. (2004).- Investigation of some biological characteristics of the silver crucian carp, *Carassius gibelio* (Bloch 1782) population in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Zoology*, **28** (1), 19-28.
- BARKAT K. (2016).- *Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du barrage Béni Haroun*. Mémoire de Master en Écologie. Univ. Mentouri, Constantine, 35 p.
- BELHOUCINE, F. (2012).- *Étude de la biologie de la croissance et de la reproduction d'un poisson téléostéen le merlu (Merluccius merluccius L., 1758) et son utilisation comme indicateur biologique de la pollution par les métaux lourds (Zinc, Plomb et Cadmium) dans la baie d'Oran (Algérie)*. Thèse de doctorat en sciences de l'environnement, Univ. d'Oran. Algérie, 95 p.

Croissance du carassin commun du barrage Béni Haroun (Mila, Algérie)

- BENAYACHE, N., (2014).- *Évaluation du niveau de la pollution organique des eaux des barrages Hammam Grouz et Béni Haroun*. Mémoire de Master 2 en Écologie et Écotoxicologie. Université de Constantine, 43 p.
- BOET, P., & LOUARN H. (1985).- La croissance du poisson. Techniques d'étude. In : *Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles*, D. Gerdeaux et R. Billard eds., INRA, Paris, 125-142.
- BERTALANFFY, L. VON (1938).- A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*, **10** (2), 181-213.
- BOUHBOUH, S. (2002).- *Étude bioécologique de deux espèces de barbeau (Barbus callensis Valenciennes 1842) et Barbus fritschii (Günther 1874) au niveau du réservoir Allal El Fassi*. Thèse de doctorat, Fac. Sci. Fés, Maroc, 167 p.
- ÇINAR, Ş., ÇUBUK, H., ÖZKÖK, R., TÜMGELİR, L., ÇETINKAYA, S., EROL, K.G. & CEYLAN, M. (2007).- Beyşehir Gölü'ndeki gümüşi havuz balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) popülasyonunun buyume özellikleri. [Growth features of silver crucian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) population in Lake Beyşehir.] *Turk. Sucul. Yaşam Dergisi*, **3-5** (5-8), 401-409.
- COPP, G., ČERNÝ, J. & KOVÁČ, V. (2006).- Growth and morphology of an endangered native freshwater fish, crucian carp *Carassius carassius*, in an English ornamental pond. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **16**, 1-12.
- COPP, G.H., ČERNÝ, J. & KOVÁČ, V. (2008).- Growth and morphology of an endangered native freshwater fish, crucian carp *Carassius carassius*, in an English ornamental pond. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **18**, 32-43.
- DAGNELIE, P. (1975).- *Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques*. Tome II. Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, 463 p.
- DENİZ, İ. (2012).- Age and growth properties of *Carassius gibelio* (Cyprinidae) living in Aksu River Estuary (Antalya-Turkey). *Rev. Hydrobiol.*, **5** (2), 97-109.
- FORD-WALFORD, L.A. (1946).- A new graphic method of describing the growth of animals. *Biological Bulletin*, **90** (2), 141-147.
- GODINHO, M.L., AFONSO, M.H. & MORGADO, C. (2001).- Age and growth of hake *Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758 from the Northeast Atlantic (ICES Division IXa). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, **17**, 255-262.
- HOLOPAINEN, I.J., TONN, M., PASZKOWSKI, C.A. & PITKANEN, A.K. (1988).- Habitat use, diel activity, and growth of crucian carp in a manipulated pond. *Verhandlungen Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, **21**, 1743-1750.
- KARA, H.M. (2012).- Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. *Eur. J. Wildlife Res.*, **58**, 243-253.
- KIRANKAYA, Ş.G. & EKMEKCI, F.G. (2013).- Life-history traits of the invasive population of Prussian carp, *Carassius gibelio* (Actinopteri: Cypriniformes: Cyprinidae), from Gelingullu Reservoir, Yozgat, Turkey. *Acta Ichthyol. Piscat.*, **43** (1), 31-40.
- KOTTELAT, M. & FREYHOF, J. (2007).- *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin, 646.
- LEONARDOS, I.D., TSIKLIRAS, A.C., ELEFTHERIOU, V., CLADAS, Y., KAGALOU, I., CHORTATOU, R. & PAPIGIOTI, O. (2008).- Life history characteristics of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) in Chimaditis Lake. Northern Greece Journal of Applied Ichthyology, **24**, 213-217.
- MEBARKI, A. (2005).- *Hydrologie des bassins de l'Est Algérien : ressources en eau, aménagement et environnement*. Thèse d'état en Hydrogéologie. Université Mentouri, Constantine. 306 p.
- MELLON-DUVAL, C., DE PONTUAL, H., METRAL, L. & QUEMENER, L. (2010).- Growth of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions based on conventional tagging. *ICES J. Mar. Sci.*, **67**, 62-70.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

- PAULY, D. (1979).- Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of Von Bertalanffy's growth formula. *Ber. Inst. Meereskd. Christian-Albrechts Univ. Kiel*, **63**, 156 p.
- PAULY, D. (1985).- Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO Doc. Tech. Pêches*, **234**, 56.
- PAULY, D. & MUNROJ, L. (1984).- Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, **2**, 1-21.
- PONTUAL, H. GROISON, A.L., PIÑEIRO, C. & BERTIGNAC, M. (2006).- Evidence of underestimation of European hake growth in the Bay of Biscay, and its relationship with bias in the agreed method of age estimation. *ICES J. Mar. Sci.*, **63**, 1674-1681.
- RIJNSDORP, A.D. & IBELINGS, B. (1989).- Sexual dimorphism in the energetics of reproduction and growth in North Sea plaice, *Pleuronectes platessa* L. *J. Fish. Biol.*, **35** (3), 401-415.
- SARI, H.M., BALIK, S., USTAOĞLU, R. & İLHAN, A. (2008).- Population structure, growth and mortality of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Buldan Dam Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **8** (1), 25-29.
- SPARRE, P. & VENEMA, S.C. (1996).- *Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie : Manuel*. FAO Document technique sur les pêches, n° 306/, Rev. 1. Rome, FAO, 401 p.
- SZCZERBOWSKI, A., ZAKES, Z., ŁUCZYNSKI, M.J. & SZKUDLAREK, M. (1997).- Maturation and growth of a stunted form of crucian carp *Carassius carassius* (L.) in natural and controlled conditions. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, **44**, 171-180.
- TARKAN, A.S., ALMEIDA, D., GODARD, M.J., GAYGUSUZ, Ö., RYLANDS, M., SAYER, C.D., ZIĘBA, G. & COPP, G. (2016).- A review and meta-analysis of growth and life-history traits of a declining European freshwater fish, crucian carp *Carassius carassius*. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **26**, 212-224.
- TARKAN, A.S., COPP, G.H., ZIĘBA, G., GODARD, M.J. & CUCHEROUSSET, J. (2009).- Growth and reproduction of threatened native crucian carp *Carassius carassius* in small ponds of Epping Forest, south-east England. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, **19**, 797-805.
- TARKAN, A.S., GAYGUSUZ, Ö., GÜRSOY, Ç., ACIPINAR, H. & BILGE, G. (2006).- Marmara Bölgesi'nde yeni bir istilacı tür *Carassius gibelio* (Bloch, 1782): Başarılı mı, Başarısız mı? [A new invasive species *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Marmara Region: successful or unsuccessful?]. *National fish introduction and reservoir management symposium, 7-9 February 2006, Antalya, Turkey*, 2006, 193-203.
- ZARGAR, U.R. YOUSUF, A.R., BASHARAT, M. & DILAFROZA, J. (2012).- Length-weight relationship of the Crucian carp, *Carassius carassius* in relation to water quality, sex and season in some lentic water bodies of Kashmir Himalayas. *Turkish Journal of Fisheries and aquatic Sciences*, **12**, 683-689.

Biosystématique

RÉFLEXIONS SUR LE POLYPHYLÉTISME PLAUSIBLE DES BRYOZOAIRES CHEILOSTOMES

par

Jean-Loup D'HONDT¹

Rappel et réévaluation des caractères larvaires et reproductifs justifiant l'hypothèse du polyphylétisme des Bryozoaires Cheilostomona. Données historiques et actualisation des connaissances sur les Malacostegidea, les Scrupariidea, les Inovicellatidea et les Thalamoporellidae.

Mots-clés : Bryozoaires Cheilostomes, polyphylétisme, Malacostèges, *incertae sedis* groups.

Considerations on the potential polyphyly of the cheilostomatous Bryozoa

Larval and reproductive characters justifying the hypothesis of the polyphyly of cheilostomatous Bryozoa are reevaluated. These include historical data and updated knowledge of Malacostegidea, Scrupariidea, Inovicellatidea and Thalamoporellidae.

Keywords: Cheilostomatida, Bryozoa, polyphyly, Malacostegidea, *incertae sedis* groups.

Introduction historique

Les Bryozoaires tels qu'ils sont actuellement définis appartenaient naguère aux Zoophytes, collectif créé par Aristote et devenu sans valeur systématique, mais qui avait encore été repris (1558) par Guillaume Rondelet, auteur de la première illustration connue d'un Cheilostome. Il opposait les Zoophyta aux Insecta. Mais la

1. Muséum national d'Histoire naturelle, Département « Adaptations du Vivant », F - 55, rue Buffon, 75005 Paris

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

première définition zoologique des Zoophytes a été proposée par le britannique George JOHNSTON (1847) : « *They were of a "middle nature" , not because of their outward resemblance to plants, but because they were deficient in the more obvious qualities of animals. Almost insensible [...]. Zoophytes are all aquatic, avertebrate, inarticulate, soft, irritable and contractile, without a vascular or separate respiratory or nervous system [...]. Zoophytes are compound animals, viz. each Zoophyte consists of an indefinite number of individuals or polypes organically connected, and placed [...] in cases or cells* ». Pour cet auteur, les Zoophytes constitueraient l'une des divisions primaires du règne animal.

Parmi les classes qu'il distingue à l'intérieur des Zoophytes, JOHNSTON (1847) crée celle des Polyzoa, définie comme suit : « *Body elongate, syphonal, non-contractile, and unsymmetrical ; mouth and anus separate : oviparous* ». Dans les Polyzoa, il identifie le groupe des Polyzoa Infundibulata, dont le corps est contenu dans une cellule, qui n'en vit jamais séparément, et qui sont « *Natives of the sea. Polypes compound, the mouth surrounded with ciliated filiform retractile tentacula, which form an uninterrupted circle ; ova ciliated* ». (N. B. : ce qu'il interprète comme des œufs sont en fait les larves). Il partage ses Polyzoa Infundibulata selon quatre subdivisions, dont trois qu'il crée dans son ouvrage : Tubuliporina, Celleporina, Halcyonellea (reprenant le terme d'Ehrenberg) et Vesicularina.

Les taxons Cyclostomata, Cheilostomata et Ctenostomata ont été créés par BUSK (1852) qui leur a accordé le rang de sous-ordres, substituant les deux premiers aux entités de statut parfois imprécises, et souvent hétérogènes, respectivement désignées par JOHNSTON (1847) sous les noms de Tubuliporina [catégorie probablement déjà reprise de MILNE-EDWARDS (1838)] et de Celleporina, et en créant de *novo* le troisième, conçu pour regrouper plusieurs groupes de « Zoophytes » (taxon déjà défini comme ordre par LINNÉ, 1735), dont les Halcyonacea associés à quelques autres taxons aux affinités auparavant incertaines. En vertu de la loi de priorité, SCHOPF (1967, 1968) a établi que le terme de Bryozoa, créé par EHRENBERG (1831), strictement limité aux seuls Bryozoaires et en excluant les Entoproctes dont le plan d'organisation était nettement différent, devait faire autorité, et WATERS (1880) que le taxon Bryozoa, créée quelques mois après celui de Polyzoa, celui-ci dû à THOMPSON (1830), mais qui englobait également d'autres organismes phylogéniquement éloignés et correspondait donc à une entité hétérogène, devait avoir priorité sur lui.

Ces trois sous-ordres ont respectivement été définis par BUSK (1852) comme suit :

- *Cyclostomata* : « *round, simple opening to the cell* » (Figure 1) ;
- *Cheilostomata* : « *opening of the cell filled up by a usually thin, membranaceous or calcareous velum, and with a crescentic mouth provided with a moveable lip* » ;
- *Ctenostomata* : « *including the Halcyonellea of Ehrenberg, as well the Vesiculariadae, distinguished by the existence of a more or less well-marked fringe of setae (sometimes only rudimentary) around the opening of the cell when the animal is protruded* ».

Polymorphisme des Bryozoaires Cheilostomes

Ces définitions, à replacer évidemment dans le contexte de l'époque, sont très partielles et ne sont fondées que sur la forme de l'orifice (sans faire mention des dispositifs aperturax que sont les lyrules, les cardelles, etc.) et son mode d'occlusion lorsqu'il existe ; elles ne font aucune mention de la nature, ni des caractères, ni de la structure de l'exosquelette, ni de l'anatomie, ni du mode de reproduction, ni de l'existence de coénozoécies. D'autre part, il existe des genres de Cheilostomes à orifice circulaire (par exemple dans la famille Margarettidae) et ce caractère n'est donc pas exclusif.

Dans le volume qu'il a consacré en 1884 à l'étude des Cheilostomes récoltée de la campagne du « Challenger », BUSK ne donne aucune définition de ce taxon (alors qu'il redéfinira les Cténostomes, en faisant remarquer la nature de leur exosquelette, dans le volume qu'il leur consacra dans le cadre de la même campagne), ce qui signifie sans doute que celle qu'il en avait précédemment donnée était suffisante.

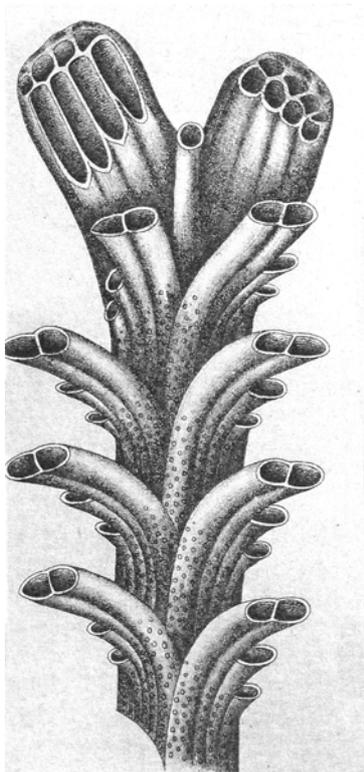


Figure 1

Dessin d'une portion de colonie d'un Cyclostome, montrant la forme caractéristique de l'orifice zoécial.

D'après CALVET (1902).

Drawing of part of a cyclostome colony, showing the characteristic form of the zoecial opening. After CALVET (1902).

Par la suite, la définition des Bryozoaires a été précisée par une succession d'auteurs qui y ont de plus en plus inclus de caractères biologiques. Pour nous limiter aux bryozoologues auteurs de monographies majeures, nous rappellerons celles de :

– HINCKS (1880) qui reste fidèle à la diagnose reposant sur des caractères anatomiques zoéciaux : « *Orifice of the zoecium closed by a movable opercular valve. Ova usually matured in external marsupia. Appendicular organs (avicularia and vibracularia) frequently present* » ;

– LEVINSEN (1909) qui se limite à une définition des Bryozoaires n'intégrant que les caractères de l'exosquelette, sans mention de l'orifice, mais s'intéressant surtout aux caractères présentés par les hétérozoécies et les pores de communication interzoéciaux (rosettes). Sa définition des Malacostèges incluant des organismes nettement éloignés phylogénétiquement a été légitimement critiquée par PRENANT et BOBIN (1966) ;

– HARMER (1926) qui fournit un glossaire d'une page et demie de terminologie concernant les Cheilostomes, mais n'y joint aucune définition. Sa conception des Malacostèges, très améliorée par rapport à celle de Levinsen, a été légèrement remaniée par SILEN (1941) ;

– BASSLER (1953) qui donne une définition reposant presque exclusivement sur les caractères apportés par l'exosquelette, n'intégrant aucun caractère portant sur l'orifice, à l'exception de l'opercule ;

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

- PRENANT et BOBIN (1966) qui ne proposent aucune définition des Cheilostomes, mais détaillent en 48 pages (dont 14 sur la reproduction et l'incubation, suivies d'un glossaire de 7 pages) les caractères généraux des Cheilostomes. Ils en avaient antérieurement présenté (1956) quelques-uns des caractères biologiques ;
- HAYWARD & RYLAND (1998) qui proposent une définition, p. 7, longuement commentée dans « parties molles » et à la reproduction : « *Zooids calcified, typically box-shaped. Orifice frontal or subterminal, closed by a hinged flap, the operculum. Heterozooids commonly present, often polymorphic within a species. Embryos brooded in a specialised brood chamber (ovicells), in membranous internal ovisacs, in modified gonozooids, within the tentacle sheath, or frontally beneath a lattice of overarched spines. Almost exclusively marine* ».

Une redéfinition générale réactualisée des Bryozoaires a été proposée par d'HONDT, sous deux versions, l'une détaillée (2005), l'autre abrégée (2003), en mettant l'accent sur les caractères biologiques et morphogénétiques les plus ancestraux et les plus significatifs, mais néanmoins sans oublier les caractères apomorphes portant sur la morphologie et l'exosquelette ; ceci bien que cette dernière n'apporte que des informations fragmentaires et, dans quelques cas, fallacieuses. Dans la continuité de cette redéfinition, il a ensuite (1997) fait le choix de caractériser les Cheilostomes de la façon la plus concise possible, en une douzaine de lignes, en ne se limitant qu'aux critères fondamentaux qui les caractérisent au sein des Bryozoaires (tant sur l'orifice que sur les caractères zoariaux et zoéciaux, la biologie et le développement). Reconsidérant l'importance relative à apporter à tel ou tel caractère discriminatif (d'HONDT, 2001, 2010, 2012, 2015), il a enfin reconsidéré le niveau systématique des taxons de façon à aboutir à une classification la plus logique possible de l'embranchement, élevant les Cheilostomes au rang de sous-classe sous le nom de Cheilostomona (d'HONDT, 2001, 2016). JEBRAM (1973) avait essayé de son côté, à partir des caractères biologiques, mais encore incomplètement, de débroussailler la classification évolutive des Cténostomes.

Depuis une vingtaine d'années, depuis la première note de d'HONDT (1997) introduisant l'ontogenèse dans la classification des Bryozoaires, la systématique des Cheilostomes a commencé à évoluer et à reposer essentiellement sur des caractères ultrastructuraux (d'HONDT, 1979) et biologiques : embryologie, homologies entre lignées cellulaires de larves différentes, structures respectives des larves, métamorphose, morphogenèse post-larvaire, correspondant à un ensemble de paramètres à considérer en corrélation les uns avec les autres et en synergie ; donc des caractères ontogénétiques plésiomorphes, mais sans omettre néanmoins ceux qui permettent l'identification de taxons subordonnés identifiables caractérisant les fins de lignées évolutives. Les Malacostèges (appartenant autrefois au groupe hétérogène et sans valeur systématique des Anascina) sont maintenant opposées aux Néocheilostomes Pseudomalacostèges (la plupart des Anascina et la totalité des Ascophorina). Quelques incertitudes demeurent néanmoins encore, comme celles concernant les familles Aeteidae, et Scrupariidae, au développement presque inconnu.

Polymorphisme des Bryozoaires Cheilostomes

Récemment, OSTROWSKY (2013) a créé de nouvelles subdivisions au sein des Cheilostomes « ex-Anascina » (= tous les Cheilostomes, à l'exception des Ascophorida), suite au démembrement de ce dernier taxon, mais sur la seule base de caractères morphologiques zoariaux ou zoéciaux ; des subdivisions que nous admettons, et en fonction desquelles nous avons remanié la classification d'ensemble des Bryozoaires (d'HONDT, 2016). Une réflexion ultérieure serait à entreprendre sur la nécessité d'améliorer cette classification phylogénétique des Bryozoaires en tenant compte des caractères génétiquement programmés qui sont propres à chaque lignée, en modelant tant la structure de la larve que les modalités de sa métamorphose dans chacune d'entre elles.

Le diphylétisme fondamental des Cheilostomes

Dans le cadre d'une ré-évaluation du statut taxinomique relatif des grandes subdivisions systématiques des Bryozoaires, fondée à la fois sur des caractères morphogénétiques et structuraux, les Eurystomes ont été élevés (d'HONDT, 2016) au rang de classe, les Cténostomes et les Cheilostomes à celui de sous-classe, ces derniers scindés en six super-ordres dont les Inovicellatidea, les Malacostegidea (Figure 2), les Scrupariidea et les Neocheilostomidea, ceux-ci partagés entre deux ordres, Flustrida (quatre sous-ordres, dont les Pseudomalacostegina et les

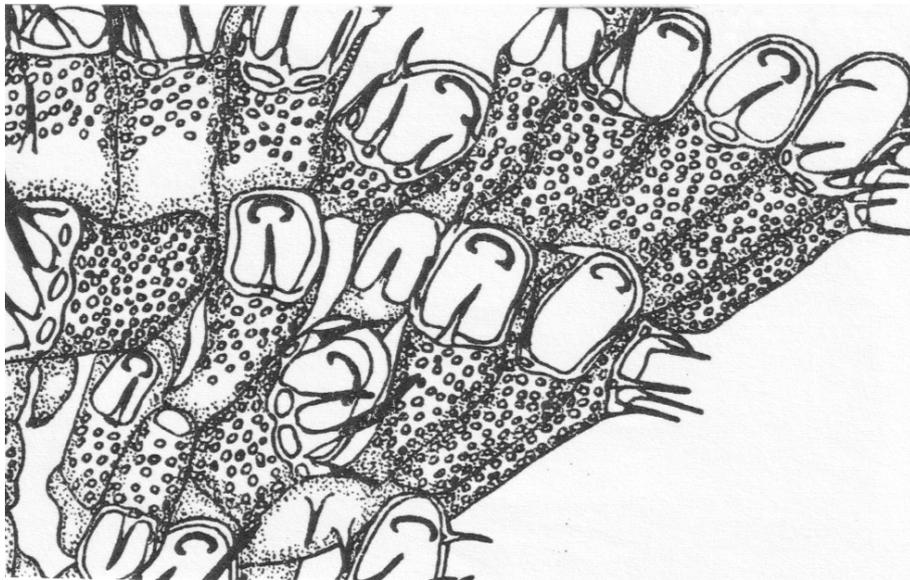


Figure 2

Portion d'une colonie d'un Cheilostome Malacostège. D'après BOBIN & PRENANT (1960, modifié).
Part of a malacostegous cheilostome colony. After BOBIN & PRENANT (1960, modified).

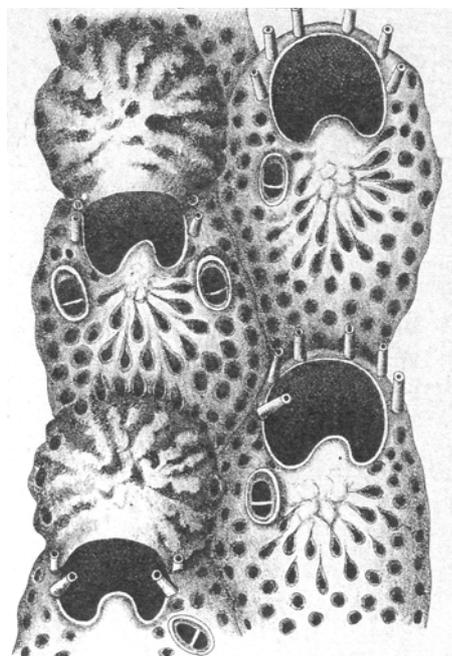


Figure 3

Portion d'une colonie d'un Cheilostome
Ascophorida. D'après CALVET (1902).
Part of an ascophorid cheilostome colony.
After CALVET (1902).

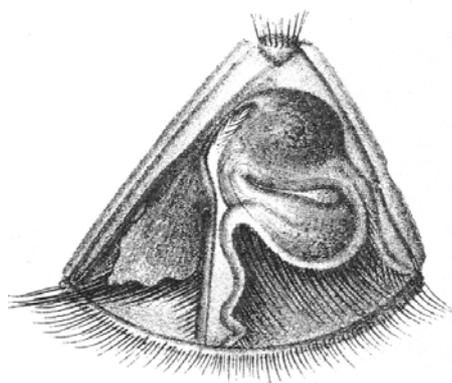


Figure 4

Larve cyphonaute d'un Malacostège.
D'après BARROIS (1877).
Cyphonaut larva of a Malacostegidea.
After BARROIS (1877).

Thalamoporellina) et Ascophorida (quatre sous-ordres) (Figure 3). Cette nouvelle classification intègre différents nouveaux taxons ou élevés à un rang plus élevé, notamment en se fondant sur leurs dispositifs d'incubation respectifs.

PRENANT & BOBIN (1966) ont défini les Malacostèges par des caractères négatifs, comme les taxons restants après que l'on ait extrait des Cheilostomes les groupes d'espèces indéniablement apparentées et bien caractérisés et après soustraction des taxons homogènes facilement identifiables et délimitables. À notre avis, la scission de ce groupe peut être poursuivie, puisque les genres *Conopeum*, *Membranipora* et *Electra* constituent trois directions évolutives indépendantes bien qu'apparentées, ce qui implique d'isoler chacun d'entre eux dans une famille distincte (voir plus loin).

1. Le cas des Malacostèges

Outre la possession d'une capacité de bourgeonnement frontal, interprétée comme un caractère primitif, et l'absence de toute coenozoécie (aviculaires, ovicelles, etc.) à l'exception des *Conopeum*, les Malacostèges sont fondamentalement caractérisés par leurs morphologie et anatomie larvaires qui les différencient des autres Cheilostomes : la larve est planctonique (Figure 4), recouverte d'une coquille bivalve, les deux valves étant calcifiées et reliées entre elles par une musculature transversale qui assure leur coordination, mais leur crochet n'est que très incomplètement différencié et non co-adapté ; elles sont aplaties dans le sens latéro-latéral,

Polymorphisme des Bryozoaires Cheilostomes

pourvues d'un tube digestif fonctionnel, ce qui a permis de conclure qu'elles étaient planctotrophes contrairement à celles des autres Cheilostomes (lécittotrophes) (Figure 5) ; le zoarium est encroûtant, la frontale souvent peu calcifiée, et il n'existe le plus souvent pas d'hétérozoécies. Les jeunes embryons sont incubés dans la loge-mère, qui les émet à une taille inférieure à leurs dimensions définitives et à un stade morphologiquement indifférencié. Au cours de leur croissance, susceptible *a priori* de s'étendre sur quelques mois, les embryons se transforment en larves, acquièrent leur forme et leurs dimensions définitives, tandis que la différenciation de l'anatomie interne (dont le tube digestif) s'achève. Elles poursuivront leur développement dans le plancton, où elles sont présumées pouvoir survivre pendant plusieurs semaines grâce à leur capacité à se nourrir, et seront emportées par les courants ; leur déplacement est apparemment moins rapide que celui des Neocheilostomidea. Comme les autres larves de Bryozoaires, y compris la plupart des autres espèces de Cheilostomes (corps nu, forme cylindrique, métamorphose devant subvenir rapidement en raison de leur lécithotrophie, nage active) dont la durée de vie larvaire sera courte, réduite à quelques heures, sans doute devront-elles acquérir une maturité physiologique (ce qui, dans le cas présent, est sans doute un phénomène relativement rapide), les rendant aptes à se métamorphoser sous une influence neuro-hormonale dont le déclenchement est inconnu.

Les Scrupariines présentent des caractères intermédiaires entre les Malacostèges et les Pseudomalacostèges. Mais certains de ces caractères entrant spécifiquement dans la définition de chacun de ces deux groupes empêchent de les fusionner avec l'un ou l'autre, et particulièrement avec les Malacostèges dont ils seraient apparemment les plus affines. Malacostèges et Scrupariines présentent en commun la capacité du bourgeonnement frontal, ce qui est à l'origine de rameaux dressés à partir d'une base ; les rameaux sont souvent unisériés et, en cas de bisériation, les zoécies sont situées dos à dos au même niveau (Eucrateidae) ; mais selon les genres il existe ou non (comme chez les Malacostèges) une oviceille mais, dans les genres chez lesquels elle se forme, elle est à l'origine bivalve et se forme donc diffé-

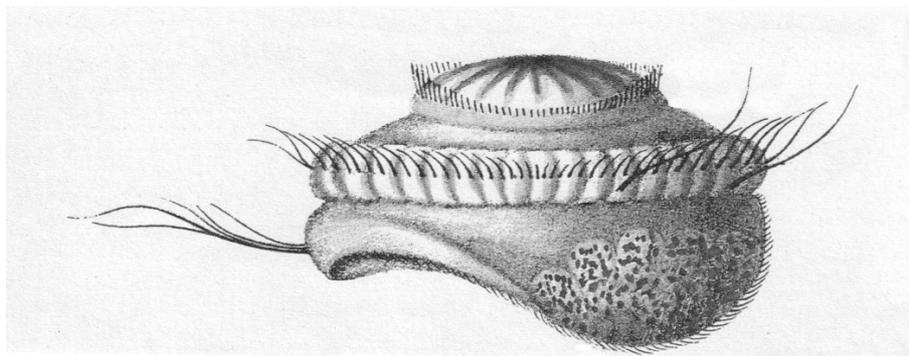


Figure 5

Larve d'un Cheilostome Neocheilostomidea. D'après BARROIS (1877).

Larva of a neocheilostomid cheilostome. After BARROIS (1877).

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

remment. Les Scrupariines sont toujours unisériées, alors que les colonies des Malacostèges peuvent être monosériées ou plurisériées. Les Scrupariines constituent donc une lignée indépendante présentant à la fois des caractères de Malacostèges et des analogies fonctionnelles avec les Pseudomalacostèges (il n'est pas impossible que des processus évolutifs aient conduit chez les Scrupariines ovicellés au dédoublement du *primordium* ovicellien, à sa disparition dans une seconde lignée non ovicellée, ou au contraire que l'ovicelle des Pseudomalacostèges soit issu de la fusion de deux *primordia* originaux, tels que ceux des Scrupariines ?). Les larves des Scrupariines (Figure 6) sont mal connues : elles ressemblent extérieurement à des pseudocyphonautes : leur forme est allongée, mais elles sont dépourvues de valves, avec une corona déplacée vers la face ventrale et une calotte de dimensions réduites ; nous ignorons si elles possèdent un tube digestif ou si – ce qui nous semble plus probable – celui-ci est abortif ou même ne se différencie pas. Il nous paraît très probable que les Scrupariines constitueraient un taxon artificiel et que les Eucrateidae, dépourvues d'aviculaires et d'ovicelles, dont les larves sont inconnues, doivent en être exclues ; mais il est objectivement prématuré de leur assigner une place dans la classification.

Dans les Malacostèges ont été regroupées cinq familles dépourvues d'ovicelles et à zoarium membraniporiforme (GORDON, 2014), deux actuelles dont les larves et le développement sont connus (Electridae et Membraniporidae) et que nous commenterons ci-après, deux fossiles (Corynostylidae Vigneaux, 1949 et Wawalliidae Dzik, 1975) et une actuelle (Sinoflustridae Gordon, 2009) dont la larve et la métamorphose sont inconnues.

Les caractères communs aux Electridae et aux Membraniporidae sont la réduction du gymnocyste (plus développé et souvent poré chez les Electridae, non perforé chez les Membraniporidae), et l'absence fréquente d'épines de type « normal ». Les épines sont le plus souvent (mais pas toujours) distribuées aux angles du gymnocyste ou à la partie proximale de celui-ci (plus fréquemment chez les Electridae) ; dans le genre *Conopeum* (Electridae d'après GORDON, 2014, Membraniporidae

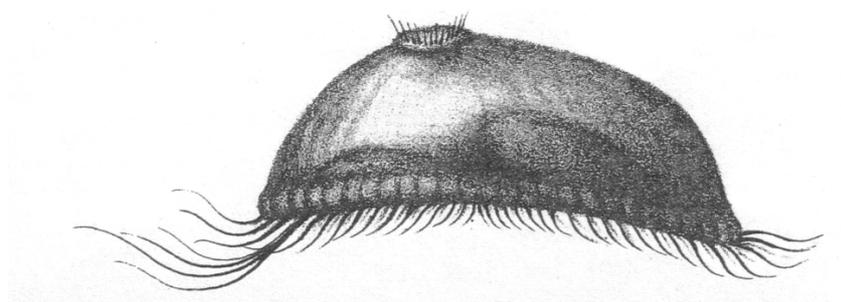


Figure 6

Larve d'un cheilostome Scrupariidae. D'après BARROIS (1877).
Larva of a scrupariid cheilostome. After BARROIS (1877).

Polymorphisme des Bryozoaires Cheilostomes

selon HAYWARD & RYLAND, 1998), les bords du cryptocyste peuvent porter des denticules. L'opercule des *Membranipora* (Membraniporidae) ressemble à celui de presque tous les Cheilostomes, avec un sclérite régulier et peu chitinisé bordant sa marge antérieure, et articulé aux angles avec la paroi frontale ; chez les *Conopeum*, l'opercule chitineux prolonge la partie pré-aperturale de l'ectocyste frontal, et le sclérite operculaire porte une fine membrane souple plissée de fins épaissements circulaires concentriques, en continuité avec la frontale, mais néanmoins délimité par rapport à elle, formant ainsi une sorte de voile. Les opercules des *Electra* et des *Membranipora* sont donc similaires. Il peut arriver exceptionnellement que l'opercule soit calcifié (cas d'*Electra crustulenta*).

Comme nous l'avons indiqué plus haut, il nous paraît logique d'isoler les *Conopeum* dans une famille distincte tant des Membraniporidae que des Electridae (où ils sont classiquement rangés) :

- Famille Membraniporidae Busk, 1852 : Malacostèges à cryptocyste réduit à assez développé, non poré, surtout différencié dans la partie proximale de l'autozoécie. Présence souvent de tubercules aux angles autozoéciaux. Pas d'épines vraies, mais des denticules cryptocystidiens possibles. Opercule chitineux mal délimité par rapport à la frontale autozoéciale ; sclérite normal et simple. Zoarium encroûtant ou foliacé. Pas de bourgeonnement frontal. Calcification des parois peu épaisse. Cyphonaute très dissymétrique par rapport à un plan transversal passant par la calotte, le côté postérieur étant nettement plus court que le côté antérieur (ATKINS, 1955a & b) ;

- Famille Electridae Stach, 1937 : Malacostèges à cryptocyste cystidien bien développé, recouvrant parfois une grande partie de la face frontale (parfois plus de la moitié), le plus souvent poré (exceptionnellement non poré). Zoarium encroûtant ou dressé. Souvent une épine implantée à la partie proximale de l'opésie, et parfois des épines en périphérie de celle-ci. Pas de tubercules aux angles de la zoécie. Possibilité de bourgeonnement frontal émettant parfois de longs rameaux. Opercule articulé bien différencié, parfois calcifié, et à sclérite marginal bien différencié. Cyphonaute faiblement dissymétrique par rapport à un plan transversal passant par la calotte, et dont la coquille porte des côtes dorso-ventrales incurvées (RYLAND, 1964) ;

- Famille Conopeidae, fam. nov. : Malacostèges à cryptocyste réduit, sauf dans la région proximale, et non poré. Présence éventuelle de coénozoécies. Pas de tubercules aux angles zoéciaux, mais souvent des cavités interopésiales portées par les deux angles distaux de l'autozoécie. Zoarium encroûtant. Calcification des parois souvent épaisse. Des épines véritables, concomitantes ou non avec des denticules cryptocystidiens. Opercule chitineux à bord fibreux, non différencié par rapport à la membrane frontale, porté par deux fins arceaux, non articulé, sans sclérite, constitué par une membrane souple et plissée, fonçant avec l'âge. Zoarium encroûtant. Pas de bourgeonnement frontal. Cyphonaute de forme presque symétrique de part et d'autre d'un plan passant par la calotte (COOK, 1962). Genre-type : *Conopeum*.

N. B. : Taxon à ne pas confondre avec les Conopidae (Diptères), taxon dont l'orthographe est proche. C'est dans le but d'éviter de tels types de confusions, des fautes dactylographiques ou des « *lapsus calami* » inopportuns (dans ce cas avec les

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

Alcyonidiidae) que nous avons créé la famille des Alcyonidioidesidae, alors que la création d'un taxon du nom d'Alcyonidioidae aurait été grammaticalement plus orthodoxe !

Remarques :

1. La famille Leiosalpingidae (d'HONDT & GORDON, 1996), qui développe ses embryons dans un sac externe (comme chez les Inovicellatidea) et possède une capacité de bourgeonnement frontal, est de ce fait logiquement classée dans les Scrupariines (GORDON, 2014), mais ce placement ne peut être indiscutablement confirmé puisque ses larves sont encore inconnues.
2. Les Tendridea et les Belluloporidea ont essentiellement été définis (OSTROWSKY, 2013) par le mode d'incubation très original de leurs larves et des particularités des relations exosquelette-prolongements coelomiques. Mais les larves de la seconde sont inconnues, et celles de la première, apparemment de section sensiblement circulaire mais un peu aplatie, sont insuffisamment décrites pour permettre des comparaisons fiables ; leur possession d'un tractus digestif est à confirmer.

2. Le problème des Thalamoporellidae

Les larves de Thalamoporellidae, morphologiquement décrites par MARCUS (1939) sont tellement aberrantes que leur description nécessite d'être reconfirmée ; si elles sont effectivement conformes à leur description originale et dans la mesure où leur étude anatomique sera effectuée, elles pourront être interprétées et intégrées dans le système et les reconstitutions phylogénétiques. La famille a été extraite des Pseudomalacostèges par OSTROWSKY (2013) en raison de son ovicelle bilobée issue de la coalescence de deux ébauches latérales (comme chez les Scrupariidae) ; elle est caractérisée par l'existence de zoécies élaborant de nombreux sclérites de forme variée selon les espèces, aciculaires ou sigmoïdes, les remplissant parfois complètement. Dans l'état actuel de nos connaissances, ce taxon, que nous classons provisoirement et faute d'informations complémentaires comme sous-ordre des Flustrida, est en fait *incertae sedis*.

Les larves ont été décrites par MARCUS (1939). Morphologiquement, elles ressemblent beaucoup à celles des Scrupariines. Elles sont allongées, comprimées transversalement, dépourvues de valves, la corona est rejetée vers la face ventrale, la calotte semble assez petite. Marcus ne figure aucune démarcation entre les différents tissus compris entre la corona et la calotte, comme s'il n'en existait qu'un seul (le tissu palléal ?). Ce tissu serait uniformément papilleux ; mais les papilles sont-elles bien réelles, ou s'agit-il de sécrétions en cours de déversement (puisque s'il s'agit du tissu palléal, il serait alors dévaginé et apte à sécréter une cuticule) ? En ce qui concerne la calotte, l'illustration ne permet pas de préciser si elle est complètement recouverte par la ciliature, ou si celle-ci n'est distribuée qu'en périphérie. Enfin, l'illustration de la corona la présente sous un aspect inhabituel, puisqu'alterneraient de grands cils isolés et de petites touffes de cils plus courts. Rien enfin, outre le fait que l'illustration soit insuffisamment détaillée, ne prouve que le dessin représente une larve en excellent état de conservation.

Polymorphisme des Bryozoaires Cheilostomes

3. Le problème des Inovicellatidea

La morphologie de ces organismes calcifiés est tout à fait particulière, en ce sens que les autozoécies sont composées de deux parties distinctes, l'une encroûtante ou parfois rampante et équivalente à un stolon, sur laquelle vient s'implanter une partie tubulaire et cylindrique dressée portant l'orifice sur l'une des faces de son apex. Il ne s'agit donc pas d'un bourgeonnement frontal, puisque ce processus fait partie intégrante de la zoécie elle-même. Le polypide occupe l'ensemble de la zoécie, à la fois les portions horizontale et verticale. Les colonies ne portent ni aviculaires, ni vibraculaires, ni ovicelles ; les embryons sont incubés dans un ovisac externe (COOK, 1977), mais les larves n'ont jamais été décrites. Les opercules sont de structure normale. L'orifice ouvert est entouré par un cercle de petites indentations dont on ignore si elles sont ou non homologues aux soies présentes au même niveau chez les Cténostomes.

Ces organismes, que nous rappelons ici pour mémoire, présentent donc une mosaïque de caractères présents dans les autres groupes de Bryozoaires, en plus de leurs traits propres. Leur mode d'incubation les rapproche par exemple des Leiosalpingidae, dont les colonies sont également monosériées, mais il ne s'agit peut-être que d'une homoplasie. Leurs affinités avec les autres Cheilostomes demeureront énigmatiques tant que leurs larves resteront inconnues.

Quid des arguments moléculaires ?

VOIGT (1991, et pers. comm.) avait estimé légitime la séparation, en deux taxons différents, des Malacostèges et de Pseudomalacostèges, fondée sur des critères morphogénétiques. Mais, en tant que paléontologue, il était conscient de la difficulté à laquelle il se trouverait désormais confronté pour situer dans la classification certaines familles de Bryozoaires fossiles en l'absence d'informations sur leurs larves et leurs métamorphoses.

Peu de travaux en biologie moléculaire ont encore été consacrés à la phylogénie interne des Bryozoaires. En presque totalité, ceux-ci ont concerné soit les affinités à l'intérieur des Phylactolaemates, soit la position des Bryozoaires dans l'arbre phylogénétique du règne animal, soit les affinités entre Bryozoaires et Kamptozoaaires. Les Entoproctes constituent des Pseudocoelomates protostomiens à segmentation spirale et sans cavité coelomique, alors que les Bryozoaires, les Phoronidiens et les Brachiopodes sont des coelomates deutérostomiens, mais contrairement aux Phoronidiens et aux Brachiopodes qui sont des organismes archimères.

À un niveau inférieur dans la classification, le rang intragénérique, DICK *et al.* (2000) se sont intéressés au polyphylétisme à l'intérieur du genre *Electra*, un taxon demeuré dans les Malacostèges stricts. Ils voient (si l'on se réfère à leur figure 2) dans les *Electra* le groupe-frère des actuelles Flustrida. L'existence de telles affinités est plausible, puisque ces dernières sont présumées assez primitives ; probablement est-ce à partir de certaines familles de Flustrida que se sont différenciées ultérieure-

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

ment, au cours de l'évolution, certaines lignées d'Ascophorina. Nous considérerons néanmoins certains de leurs résultats avec prudence car, selon leur figure 1, les *Amathia* (Cténostomes) ressortent de leurs reconstitutions comme le groupe-frère des Crisiidae (Cyclostomes) et les *Farrella* (Cténostomes) comme celui des *Plagioecia* (Cyclostomes), ce qui serait hautement surprenant.

Pour NIKULINA & SCHÄFER (2008), le genre *Electra* est lui-même polyphylétique, une analyse moléculaire montrant que certaines lignées de ce genre présenteraient des affinités avec les Scrupariines (*Eucratea*). Cette conclusion est en faveur de la nôtre selon laquelle les Scrupariines, à larves bivalves comme les Malacostèges, pourraient y être intégrées. Récemment, WAESCHENBACH *et al.* (2012) ont cherché à concilier chez les Cheilostomes les caractères squelettiques et les caractères moléculaires, isolant les Malacostèges, suggérant une origine de la plupart des grandes lignées à partir des Pseudomalacostèges, mais sans aborder, sans doute par insuffisance de matériel biologique, la situation phylogénétique des groupes litigieux.

Remarques

1. Il nous paraît légitime d'attirer l'attention sur un caractère systématique jusqu'à présent insuffisamment pris en considération par les taxinomistes des Bryozoaires : la structure de la calotte larvaire. Celle-ci doit être envisagée à différents points de vue : morphologie, diversité des catégories cellulaires qui la constituent (en corrélation avec la signification fonctionnelle de l'architecture correspondante), connections avec le centre nerveux sous-jacent, distribution des cellules sensorielles ciliées. Ces dernières ont par exemple une disposition en forme de raquette chez les Alcyonidiidae (d'HONDT, 1976), située au centre d'une large calotte circulaire ; chez les Flustrellidridae (d'HONDT, 1977b) (Figure 7), elles occupent toute la partie supérieure d'une très petite calotte en forme de champignon (ou de languette)

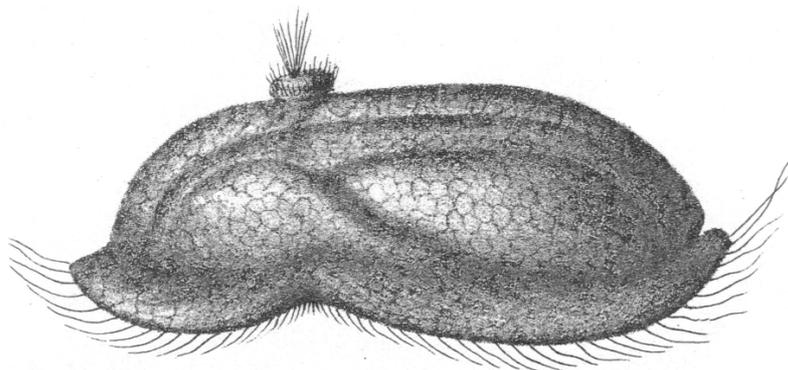


Figure 7

Larve immature de *Flustrellidra hispida* (Cténostomes, Flustrellidrida).
La calotte est en saillie sur la face dorsale. D'après BARROIS (1877).
Immature larva of Flustrellidra hispida (Ctenostomona, Flustrellidrida).
The apical disk projects from the dorsal face. After BARROIS (1877).

Polymorphisme des Bryozoaires Cheilostomes

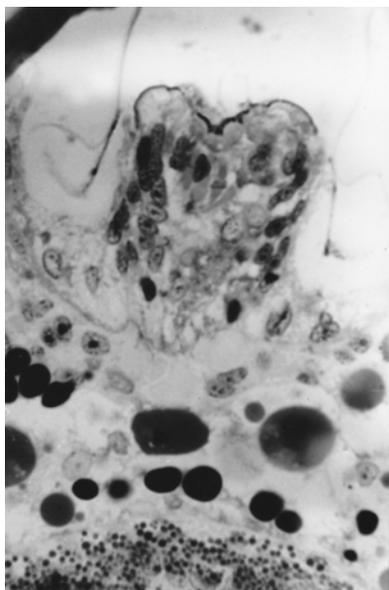


Figure 8

Coupe transversale de la calotte d'une larve mûre de *Flustrellidra hispida* (Cténostomes, Flustrellidrida). x 13000.
 Transverse section of apical disk of a mature larva of *Flustrellidra hispida* (Ctenostomona, Flustrellidrida). x 13000.

déprimée en son centre et un peu plus longue que large (Figures 7, 8) ; elles occupent la partie centrale et la presque totalité de la surface (sauf en périphérie) d'une calotte circulaire de dimensions réduites chez les Vesiculariidae (d'HONDT, 1977b) (Figures 9 et 10) ; chez les Malacostèges, elles occupent le fond d'une petite dépression du centre de la calotte (d'HONDT, 1976) ; au centre d'une large calotte circulaire (mais avec apparemment, au moins chez certaines espèces, une ligne de cellules axiales non ciliée) chez les Pseudomalacostèges et les Ascophorida (d'HONDT, 1976) (Figure 11) ; elles ne sont pas discernables chez les Cyclostomes (d'HONDT, 1977c) où la calotte est anatomiquement et histologiquement non différenciée. Il s'agit là d'un caractère systématique en soi et de par son implication phylogénétique, mais également en raison de sa signification fonctionnelle, dont l'étude mériterait d'être entreprise en l'élargissant évidemment dès que les connaissances le permettront aux groupes de Bryozoaires dont la larve est insuffisamment ou non connue.

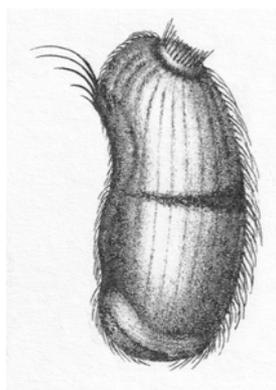


Figure 9

Larve d'un Cheilostome Vesiculariidae. D'après BARROIS (1877).
 Larva of a vesiculariid cheilostome. After BARROIS (1877).

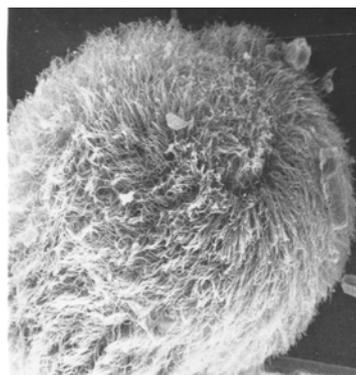


Figure 10

Calotte d'une larve de *Bowerbankia imbricata* (Cténostomes, Vesiculariida). x 400.
 Apical disk of a larva of *Bowerbankia imbricata* (Ctenostomona, Vesiculariida). x 400.

2. Dans certaines lignées de Bryozoaires, les embryons sont ontogénétiquement pré-programmés selon deux modèles divergents d'évolution des micromères qui seront à l'origine du tissu palléal. Dans le premier cas, ce tissu palléal sera refermé en gouttière chez la larve, affectant en coupe transversale une forme de V, et entourant la base de la calotte ; il ne se dévaginera qu'au moment de la métamorphose pour produire une partie ou la totalité de l'épiderme et de l'exosquelette de l'ancestrula (Pseudomalacosteges, Alcyonidiidae, Vésicularines). Dans le second, brièvement refermé, il se dévaginera ensuite précocement, dès le début de

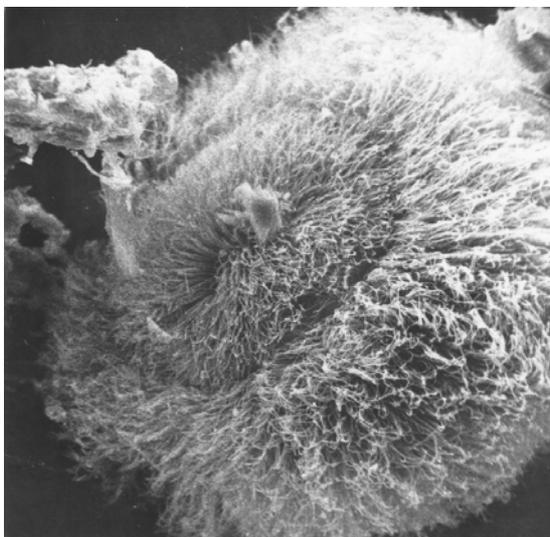


Figure 11

Calotte d'une larve de Cheilostomes *Pseudomalacostegina* (*Callopora lineata*). x 400.

Apical disk of a larva of Callopora lineata (Cheilostomona, Pseudomalacostegina). x 400.

l'embryogenèse, et s'étendra pour recouvrir les flancs de la larve encore immature et sécréter l'exosquelette – dont les valves – avant la ponte de celle-ci ; ce phénomène a été acquis indépendamment dans plusieurs lignées phylogénétiquement éloignées : Malacosteges (larves *Cyphonantes*), Flustrellidridae (larves *Pseudocyphonantes*), Hislopiidae (larves *Paracyphonantes*). Le tissu palléal, sa mise en place et la chronologie du phénomène évoluent donc selon plusieurs directions morpho-fonctionnelles distinctes en fonction des lignées phylogénétiques. Aussi, l'influence de gènes homéotiques exprimée par les différentes voies de différenciation de l'ébauche embryonnaire du tissu palléal, et en en déterminant l'avenir durant la suite du cycle de développement dont l'activation précoce chez certaines d'entre elles de la cuticulogenèse, n'est-elle donc pas à exclure dans ce domaine.

Conclusion

Bien que les Cheilostomes apparaissent au moins diphyllétiques, sinon polyphylétiques – ce qui ne pourra être certifié que lorsque les larves et le développement post-larvaire seront connus (ou mieux connus) dans un certain nombre de superordres et chez les Thalamoporellina (groupe de statut incertain provisoirement considéré comme sous-ordre de l'ordre des Flustrida) –, et qu'ils constituent *de facto* un taxon artificiel, et si la calcification tégumentaire a pu être acquise indépendamment dans au moins deux lignées différentes, la calcification de l'exosquelette, la nature du dispositif d'occlusion et, dans la majorité des cas, le mode d'incubation des

Polymorphisme des Bryozoaires Cheilostomes

embryons, (ne) sont conjointement significatifs (que) d'une unité structurale – à défaut de procéder d'une monophylie. Par souci de commodité et d'un point de vue pratique, mais en toute conscience de son caractère artificiel ou illusoire, le taxon « Cheilostomona » peut-continuer à exister en tant que tel, en tant que « tiroir de rangement », même s'il est dépourvu de signification systématique et phylogénétique. Autant la suppression du taxon « Gymnolaemates » s'était-elle avérée légitime puisque fondée sur des arguments très ostensibles et faciles à mettre en évidence, autant la scission des Cheilostomes est-elle plus délicate à mettre en application puisque le caractère reproductif déterminant ne peut pas être révélé et donc employé par le systématicien à tous les stades du cycle biologique de certains taxons. Aussi peut-on actuellement et d'un point de vue pratique conserver ce taxon « Cheilostomona » comme tel, mais sans se faire d'illusion puisqu'il est, selon toute vraisemblance, phylogénétiquement artificiel : au moins diphylétique, sinon polyphylétique ou paraphylétique.

Si l'on peut supposer que par exemple les Membraniporidae, les Electridae et les Conopeidae constitueraient ensemble un groupe monophylétique, les Inovicellatidea, les Scrupariidea – qui sont peut-être à regrouper avec les Malacostegidea – et les Pseudomalacostegina constituent trois lignées indépendantes et para- (ou poly-)phylétiques. Le problème des affinités phylogénétiques des Thalamoporellina ne pourra être résolu que quand les larves en seront mieux caractérisées. Les Cheilostomes et les Cténostomes présumés les plus primitifs partagent des caractères co-partagés. Notre hypothèse selon laquelle la calcification de l'exosquelette des Cheilostomes avait été acquise indépendamment dans plusieurs lignées paraphylétiques (d'HONDT, 2010) ou au moins deux – les Malacostèges et les Pseudomalacostèges – reste possible et rien ne permet actuellement de l'invalider.

Un tel travail confirme qu'une classification se construit progressivement et par étapes, de génération en génération, et se précise pour un même chercheur tout au long de son parcours professionnel grâce à une évolution générale des connaissances. La systématique actuelle des Bryozoaires ne doit plus exclusivement reposer que sur l'étude de l'exosquelette de l'adulte, mais doit s'appuyer sur celle des différentes phases morphogénétiques du cycle biologique d'une espèce ou d'un taxon plus large. Les définitions primitives, comme celle des Bryozoaires et de leurs subdivisions majeures, à l'origine fondées sur l'orifice zoécial, ont été profondément reconsidérées au cours du temps au point de ne pratiquement plus s'appuyer sur les mêmes critères diagnostiques. Enfin, d'une façon générale, une systématique fiable ne peut plus seulement reposer sur les caractères statiques présentés par des organismes morts ou de collection, mais doit de plus en plus se fonder sur les caractères biologiques considérés d'un point de vue dynamique. Ceci en tenant donc compte de l'organogenèse, qui est elle-même sous la dépendance de phénomènes génétiques préprogrammés, parmi lesquels les effets de position, les apostoses ou l'évolution différentielle de cellules-souches (que ces phénomènes soient apparents ou non, aux regards de l'observateur) chez ces organismes à une phase ou une autre de leur vie.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

Remerciements

Si les photographies en microscopie électronique à transmission qui illustrent ce travail ont été réalisées par l'auteur en 1972 sur le microscope du Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie (Muséum National d'Histoire Naturelle), celles en microscopie électronique à balayage ont été l'œuvre à la même période de Mme Dehli Guillaumin au Laboratoire d'Évolution des Êtres Organisés de l'Université Pierre et Marie Curie, à Paris.

RÉFÉRENCES

- ATKINS, D. (1955a).- The Cyphonauts larvae of the Plymouth area and the metamorphosis of *Membranipora membranacea* (L.). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **34**, 441-449.
- ATKINS, D. (1955b).- The ciliary feeding mechanism of the Cyphonauts larva (Polyzoa Ectoprocta). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **34**, 451-466.
- BARROIS, J. (1877).- Recherches sur l'embryogénie des Bryozoaires. *Trav. Stn. St. Zool. Wimereux*, **1**, 305 p.
- BASSLER, R.S. (1953).- Bryozoa. In : G.R.C. MOORE (éd.), *Treatise of Invertebrate Paleontology*, Geological Society of America and University Kansas Press, New York, 253 p.
- BOBIN, G. & PRENANT, M. (1960).- *Electra verticillata* (Ellis et Solander, 1786) Lamouroux (1816) (Bryozoaire Chilostome). *Cah. Biol. Mar.*, **1960** (1), 121-156.
- BUSK, G. (1852).- An account of the Polyzoan, and Sertularian Zoophytes, collected in the voyage of the Rattlesnake, on the coasts of Australia and the Louisiade Archipelago. In : MACGILLIVRAY, J. (éd.) *Narrative of the voyage of H.M.S. Rattlesnake, commanded by the late Captain Owen Stanley during the years 1846-50*. Tome I. Boone, London, 343-402.
- BUSK, G. (1852-1854).- *Catalogue of marine Polyzoa in the collection of the British Museum. Cheilostomata*. Trustees of the British Museum, **I** : 1-54 ; **II** : 55-120.
- BUSK, G. (1884).- Report on the Polyzoa collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-76. *Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. « Challenger »*, Zoology, **10** (30), 216 p.
- CALVET, L. (1902).- Bryozoaires marins de la région de Cette. *Trav. Inst. Zool. Univ. Montpellier*, Mémoire 1, 106 p.
- COOK, P.L. (1962).- The early development of *Membranipora seurati* (Canu) and *Electra crustulenta* (Pallas), Polyzoa. *Cah. Biol. Mar.*, **III**, 57-60.
- COOK, P.L. (1977).- Early colony development in *Aetea* (Bryozoa). *Amer. Zool.*, **17**, 55-61.
- DICK, M. H., FREELAND, J.R., WILLIAMS, L. & COGESTHALL-BURR, M. (2000). Use of the 16S Mitochondrial ribosomal DNA sequences to investigate sister-group relationships among Gymnolaemate Bryozoa. In : A.H. CUBILLA & J.B.C. JACKSON (eds.), *Proceedings of the 11th International Bryozoology Association Conference*, Smithsonian Tropical Research Institute, Panama : 197-210.
- EHRENBERG, G.C. (1831).- *Symbolae Physicae. Pars Zoologica*. Berlin, Museum für Naturkunde, fol.
- GORDON, D.P. (1975).- The occurrence of a gizzard in a Bryozoan of the Order Cheilostomata. *Acta Zool.*, **56**, 279-282.
- GORDON, D.P. (2014).- *Genera and subgenera of Cheilostome Bryozoa*. Workinglist for Treatise. 33 p. (ronéotypées).
- HARMER, S.F. (1926).- The Polyzoa of the Siboga Expedition Part 2. Cheilostomata Anasca. *Siboga Expeditie*, **28b**, 181-501.

Polymorphisme des Bryozoaires Cheilostomes

- HAYWARD, P. J. & RYLAND, J. S. (1998).- *Cheilostomatous Bryozoa*. Part I. *Aetoidea-Cribrilinoidea*. Synopses of the British Fauna, Linnean Society of London & Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Dorchester, Dorchester Press, 366 p.
- HINCKS, T. (1880).- *A history of the British marine Polyzoa*. London, John Van Voorst, 2 vol., 601 p., 83 pl.
- HONDT, J.-L. d' (1976).- *Les larves, la métamorphose larvaire et la morphogenèse post-larvaire chez les Bryozoaires Gymnolaemates (Étude anatomique et ultrastructurale)*. Thèse de Doctorat d'État, Université Pierre et Marie Curie, Paris. Vol. 1 : 192 p. ; Vol. 2 : 55 pl.
- HONDT, J.-L. d' (1977a).- Structure larvaire et histogenèse post-larvaire chez *Bowerbankia imbricata* (Adams, 1798), Bryozoaires Cténostomes (Vésicularines). *Arch. Zool. Exp. gén.*, **118**, 211-243.
- HONDT, J.-L. d' (1977b).- Structure larvaire et organogenèse post-larvaire chez *Flustrellidra hispida* (Fabricius, 1780), Bryozoaire, Cténostome. *Zoomorphologie*, **87**, 165-189.
- HONDT, J.-L. d' (1977c).- Structure larvaire et histogenèse post-larvaire chez *Crisia denticulata* (Lamarck) (Bryozoa, Cyclostomata, Articulata). *Zoologica Scripta*, **6**, 55-60.
- HONDT, J.-L. d' (1979).- Ultrastructural characteristics of the various larval cell categories of the gymnolaematus Bryozoa. In : *Advances in Bryozoology*, G. P. LARWOOD & M. B. ABOTT (éd.), London & New York, Academic Press, 47-58.
- HONDT, J.-L. d' (1997).- Les Bryozoaires sont-ils des Protostomiens ou des Deutérostomiens ? *Bull. Soc. zool. Fr.*, **122** (3), 261-268.
- HONDT, J.-L. d' (2001).- *Flustrina versus Neocheilostomina* (Bryozoaires). Remarques sur la biosystématique aux niveaux supraspécifiques. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **126** (4), 391-406.
- HONDT, J.-L. d' (2003).- Actualized biological definition of the Bryozoa. *Bol. Soc. Biol. Concepcion*, **74**, 48.
- HONDT, J.-L. d' (2005).- Revised biological definition of the Bryozoa. In : *Bryozoan Studies 2004 (2005)*, H.I. MOYANO, J.M. CANCINO & P.N. WYSE JACKSON (éd.), Balkema Publishers, Leiden, 119-131.
- HONDT, J.-L. d' (2010).- De l'œuf à l'ancestrula : phases, péripéties et stades critiques de l'élaboration d'une colonie de Bryozoaires. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **137** (1-4), 163-204.
- HONDT, J.-L. d' (2012).- Morphologie, anatomie et diversité fonctionnelle des larves « Cyphonautes » (Bryozoaires). Interprétations phylogénétiques. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **137** (1-4), 259-290.
- HONDT, J.-L. d' (2015).- Aspects mal connus ou ignorés de la biologie de Bryozoaires. Éditions de la Société zoologique de France (*Mém.* 45), 149 p.
- HONDT, J.-L. d' (2016).- Biosystématique actualisée des Bryozoaires Eurystomes. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **141** (1), 15-23.
- HONDT, J.-L. d' & GORDON, D.P. (1996).- Bryozoa : Cténostomes et Cheilostomes (Cellularines, Scrupariines et Malacostèges) des campagnes MUSORSTOM autour de la Nouvelle-Calédonie. *Mém. Mus. nat. Hist. nat., Paris*, **168**, 55-123.
- JEBRAM, D. (1973).- Stolonen-Entwicklung und Systematik bei den Bryozoa Ctenostomata. *Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch.*, **11** (1), 1-48.
- JOHNSTON, G.J. (1847).- *A history of the British Zoophytes*. Deuxième édition. Volume 1, John van Voorst, Londres, 488 p.
- LEVINSEN, G.M.R. (1909).- *Morphological and systematic studies on the Cheilostomatous Bryozoa*. Copenhague, Nationale Forfatteres Forlag, 491 p.
- LINNÉ, C. (1735).- *Systema Naturae*. Holmiae, Laurentii Salvii, première édition.
- MARCUS, E. (1939).- Briozoários Marinhos Brasileiros, III. *Bol. Fac. Phil. Cien. Let. Sao Paulo, Zoologia*, **2**, 111-299.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

- MILNE-EDWARDS, H. (1838).- Mémoire sur les crises, les hornères et plusieurs autres polypes vivants et fossiles dont l'organisation est analogue à celle des Tubulipores. *Ann. Sc. Nat., Zool.*, II sér., **9**, 193-238.
- NIKULINA, E.A. & SCHÄFER, P. (2008).- An evolution of the morphology of the genus *Electra* Lamouroux 1816 (Bryozoa, Cheilostomata) with phylogenetic analyses of ribosomal genes. In : *Bryozoan Studies 2007*, HAGEMAN S. J., KEY M. M. & WINSTON, J. E. (eds.), Virginia Museum of Natural History, Special Publication 15, Martinsville, 177-185.
- OSTROWSKY, A.N. (2013).- *Evolution of Sexual Reproduction in Marine Invertebrates. Example of gymnolaemate bryozoans*. Springer (Verlag), Dordrecht, Heidelberg, New York & London, 327 p.
- PRENANT, M. & BOBIN, G. (1966).- *Bryozoaires. Deuxième partie. Chilostomes Anasca*. Faune de France, **68**, Fédération Française des Sociétés de Sciences naturelles, 647 p.
- RONDELET, G. (1558, réédition 2002).- *L'Histoire Entière des Poissons*. Macé Bonhomme, Lyon. Réédition : Paris, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 638 p.
- RYLAND, J.S. (1964).- The identity of some Cyphonautes larvae (Polyzoa). *J. mar. Biol. Ass. U. K.*, **44**, 645-654.
- SCHOPF, T.J.M. (1967).- Names of Phyla : Ectoprocta and Entoptocta, Bryozoa. *Syst. Zool.*, **16** (3), 276-278.
- SCHOPF, T.J.M. (1968).- Ectoprocta, Entoptocta, and Bryozoa. *Syst. Zool.*, **17** (4), 470-472.
- SILEN, L. (1941).- Cheilostomata Anasca (Bryozoa) collected by Prof. Dr. Sixten Bock's expedition to Japan and the Bonin Islands 1914. *Ark. Zool.*, **33A** (12), 1-130.
- THOMPSON, J.V. (1830).- *Zoological researches and illustrations : On Polyzoa, a new animal discovered as an inhabitant of some Zoophytes, with the description of the newly instituted genera Pedicellaria, Vesicularia and their species*. Memoire n° V, Cork, 89-102.
- VOIGT, E. (1991).- *Mono- or polyphyletic evolution of Cheilostomatous Bryozoans divisions. Bryozoaires fossiles et actuels : Bryozoa living and fossils*. F. P. BIGEY & J.-L. d'HONDT (eds.), Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, H. S. 1, 505-522.
- WAESCHENBACH, A., TAYLOR, P.D. & LITTLEWOOD, D.T.J. (2012).- A molecular phylogeny of Bryozoans. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **62**, 718-735.
- WATERS, A.H. (1880).- On the terms Bryozoa and Polyzoa. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **5** (5), 34-36.

(reçu le 13/11/2017 ; accepté le 13/10/2018)

Hydroécologie

PREMIÈRE CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU ZOOPLANCTON DU MARAIS DE LA MEKHADA DANS LA RÉGION D'EL TARF (NORD-EST DE L'ALGÉRIE)

par

Sarra GUERFI¹, Aicha TADJINE¹, Claude BOUTIN²

L'étude de la variation spatio-temporelle de la densité et de l'abondance relative des principaux groupes de la communauté zoo-planctonique (Copépodes, Cladocères et Rotifères), ainsi que des Ostracodes, ont été menées, en relation avec les valeurs des principaux facteurs abiotiques, pendant une période de six mois, allant de décembre 2015 à mai 2016, dans quatre stations de la Mékhada, une zone de marais située entre Annaba et El Tarf, au Nord-Est de l'Algérie. Les facteurs abiotiques tels que la température, le pH, et la conductivité de l'eau ont été mesurés *in situ*, alors que la concentration des ions ammonium, nitrites et nitrates, celle des phosphates et des sulfates, ainsi que la teneur de l'eau en matières organiques ont été mesurées au laboratoire. Les échantillons d'eau, destinés à l'analyse qualitative et quantitative du zooplancton, ont été recueillis par trajets verticaux dans toute la colonne d'eau en utilisant un filet à plancton de 20 µm de vide de mailles. L'analyse des variables abiotiques a montré qu'il existe des différences significatives entre les stations, la station S4 par exemple étant caractérisée par une conductivité nettement plus élevée que celle des autres stations en raison de la salinité de l'eau.

L'étude des quatre principaux groupes zoologiques a également permis de mettre en évidence des différences notables entre les peuplements des quatre stations. Ainsi les Copépodes, partout présents en nombre, dominant dans les stations S3 et S4 pendant la saison humide et dominant également à la station S1 pendant la saison sèche. Les Cladocères, également nombreux, dominant nettement à la station S2 pendant la période

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

2. Université Paul Sabatier Toulouse III, Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement (ÉCOLAB), UMR n° 5245 (CNRS-UPS-INPT), Bât. 4R1, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 04 (France). Nouvelle adresse : 48, rue Mouffetard, F-75005 Paris (France).

* E-mail corresponding Author : sarra.guerfi@yahoo.com.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

humide et dans les trois stations S2, S3 et S4 durant la saison sèche. Les Rotifères occupent la troisième place dans toutes les stations, parfois avec un pourcentage très élevé, notamment à la station S1, pendant la saison humide. Nous observons aussi qu'une forte densité des Rotifères durant les deux saisons semble corrélée avec une plus faible densité des Cladocères. Enfin, les Ostracodes sont toujours présents dans l'ensemble des prélèvements, mais avec des effectifs relativement faibles et ne constituent qu'une faible proportion de l'abondance totale des récoltes effectuées au cours des deux saisons.

Les premiers résultats de cette étude suggèrent qu'il doit être possible, dans le futur, d'utiliser les variations de densité de ces groupes d'organismes (et de leur abondance relative) pour détecter une éventuelle modification de la qualité physico-chimique de l'eau (qui conditionne la structure de la biocénose) et ainsi de mettre en évidence d'éventuels changements environnementaux pouvant affecter non seulement le marais, mais aussi l'eau des oueds qui coulent dans la plaine côtière et alimentent la Mékhada.

En effet, « la biodiversité du zooplancton (dulçaquicole) n'est pas une donnée immuable » car « la structure de la biocénose évolue avec les modifications de la qualité des eaux... » (BALAVAY, 2010).

Mots-clés : Algérie, Marais de la Mékhada, zooplancton, descripteurs physico-chimiques de l'eau.

First contribution to the study of the zooplankton of the Mekhada marsh in the region of El Tarf (North-Eastern Algeria)

A study of the density and relative abundance of the main groups of zooplankton (Copepoda, Cladocera and Rotifera) and of Ostracoda was performed in relation to abiotic factors for a period of six months (December 2015 to May 2016), at four sampling stations, along the southern shore of the Mekhada marsh, an important swamp located close to the Mediterranean shore, between the towns of Annaba and El Tarf (North-Eastern Algeria).

Abiotic factors like water temperature, pH and electric conductivity were measured *in situ*, while the values of ammonium, nitrites, nitrates, orthophosphates, sulphates, BOD5, COD and organic matter in the water were evaluated just after the arrival of samples at the laboratory. The faunal samples used for qualitative and quantitative analysis of zooplankton were collected vertically through the entire water column, using a 20 µm mesh plankton net. The analysis of chemical water variables indicates that there are significant differences between the physicochemical characteristics of water from the four stations. For example, station S4 is characterized by a high conductivity compared to the three other stations, due to the water salinity.

The sorting and counting of individuals belonging to the four principal zoological groups in the samples demonstrated appreciable faunistic differences between the stations, and between seasons. For example, copepods are dominant in stations S3 and S4 during the humid season and are also dominant at the station S1 during the dry season. They are followed by Cladocera, which clearly dominate at station S2 during the humid season and in the other three stations during the dry season. The rotifers are in third place at all stations, with a high density during the two seasons, which seem to be correlated with a decreasing in the population of Cladocera. Ostracoda are the fourth zoological group, always present in all samples but forming only a small part of the total sampled fauna.

The results of this study suggest that, in a water body like the Mekhada, it could be possible to use the variations of density and relative abundance of planktonic groups at different stations to estimate the importance of changes in water quality, both at Mekhada and more generally to the coastal plain around the marsh and the oueds feeding the Mekhada, allowing an assessment of environmental changes.

Le zooplancton du marais de la Mekhada (région d'El Tarf)

As BALAVAY (2010) observed, "Biodiversity of the zooplankton (freshwater) is not an immutable given" because "the structure of the biocoenosis evolves with modifications of water quality"...

Keywords: Algeria, zooplankton, Mekhada marsh, water physicochemical variables.

Introduction

L'Algérie abrite une gamme importante de zones humides très diversifiées, lacs, lagunes, marais, sebkhas (METALLAOUI & HOUHAMDI, 2008 ; METALLAOUI, 2010), qui font partie des ressources les plus précieuses aux plans de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Ces zones jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, et aussi une faune diversifiée comportant toute une communauté zooplanctonique ainsi que des Poissons et des Oiseaux migrateurs (BOUMEZBEUR, 2002).

En effet, les indicateurs physico-chimiques de la qualité de l'eau sont souvent assujettis à des variations spatio-temporelles induites par les activités anthropiques ou parfois climatiques qui modifient les caractéristiques de l'eau et affectent sa qualité (KARROUCH & CHAHLAOUI, 2009) par le biais du zooplancton qui représente une forte biomasse et occupe une position pivot à la base ou au centre des réseaux trophiques. Ces organismes sont donc des acteurs-clés dans les interactions trophiques et d'importants médiateurs des flux d'énergie et de matière dans l'écosystème (LAMPERT *et al.*, 1986 ; ELSER *et al.*, 1988 ; STERNER, 2009). Le zooplancton est maintenant considéré comme un outil essentiel d'indicateur et de mesure de ces changements et d'analyse de l'évolution des zones côtières et des écosystèmes marins pélagiques (BEAUGRAND & REID, 2003 ; BEAUGRAND, 2005 ; RICHARDSON & SHOEMAN, 2004 ; HAYS *et al.*, 2005 ; LAVANIEGOS & OHMAN, 2007 ; GARCIA-COMAS *et al.*, 2011 ; KARSENTI *et al.*, 2011 ; BERLINE *et al.*, 2012).

Le présent travail concerne une zone humide continentale très proche de la côte, le Marais de la Mékhada et est basé sur des analyses physico-chimiques de l'eau et des analyses des caractéristiques du zooplancton (densité et abondance). Il contribue ainsi à la connaissance de l'écologie du marais en prenant en compte à la fois les principales variations saisonnières de certains paramètres hydrologiques et la structure globale du zooplancton, durant une période allant du mois de décembre 2015 au mois de mai 2016.

Matériel et méthodes

Description du site d'étude

Le marais de la Mékhada se situe à environ 22 km à l'Est-Sud-Est de la ville d'Annaba et à environ 40 km à l'Ouest-Sud-Ouest de la ville d'El Kala (36° 48' N, 08° 00' E et altitude < 1 mètre). C'est un immense bassin marécageux, occupant la

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

partie centrale de la plaine de la Mafragh (Figure 1). Lieu de confluence de l'oued El Kébir et de l'oued Bou Namoussa, il est séparé de la mer par un cordon dunaire étroit (environ 2 km au niveau de l'embouchure de l'Oued El Kébir). D'une superficie moyenne de 8 900 hectares et d'une profondeur de 0,5 à 1 mètre qui varie en fonction de l'espace et de la saison, sa surface est recouverte à plus de 80 % d'une végétation émergente constituée principalement de Scirpes (KAMEL, 2008).

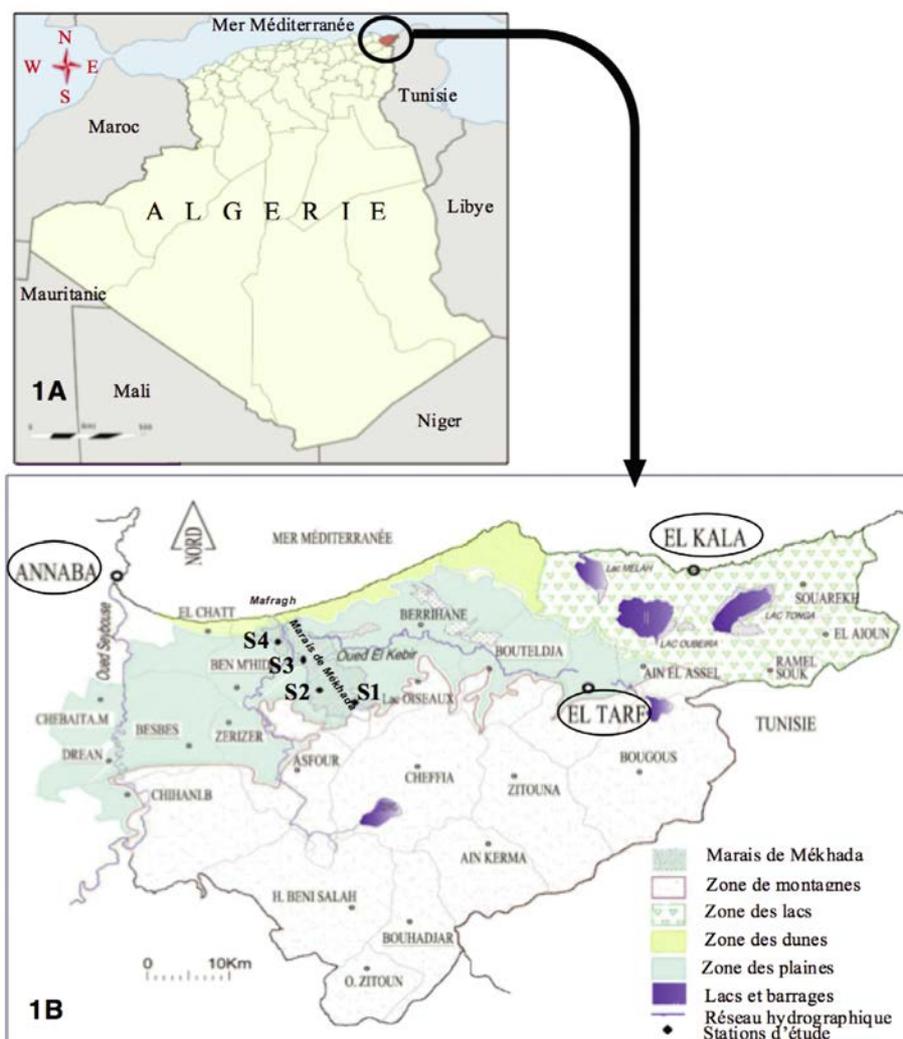


Figure 1

Situation géographique de la zone d'étude (1A) et localisation des quatre stations d'échantillonnage (1B) (d'après DEHABA & LABII, 2012, modifiée).

Geographical location of the study area (1A) and locations of the four sampling stations (1B) (after DEHABA & LABII, 2012, modified).

Le zooplancton du marais de la Mekhada (région d'El Tarf)

C'est un bassin marécageux formé de dépôts Tertiaires et Quaternaires. Le Tertiaire est représenté par une formation argileuse, de type Numidien datée de l'Éocène supérieur. Les argiles numidiennes qui présentent une épaisseur importante, de l'ordre de 10 à 100 mètres, reposent sur des argiles superposées à des grès Numidiens. Le Quaternaire est représenté par un grès Numidien de quelques centimètres d'épaisseur seulement (D.G.F., 2003).

La région d'étude possède un climat méditerranéen de type sub-humide. Les précipitations moyennes sont supérieures à 670,6 mm, avec une température moyenne de l'ordre de 17,85°C, ainsi qu'une humidité relative moyenne de l'air de 74,47 % et une vitesse moyenne annuelle du vent de 3,10 m/s (FERROUM, 2015).

Prélèvements et techniques d'analyses

Quatre stations ont été choisies, assez éloignées les unes des autres (Figure 1 B) pour être considérées comme suffisamment représentatives de la variabilité spatiale de l'écosystème. Le choix de ces stations a été fait aussi en tenant compte de la facilité d'accès aux points de prélèvement et enfin de la localisation de ces points par rapport aux points d'arrivée de rejets polluants. Les coordonnées Lambert précises de ces différentes stations figurent dans le tableau 1.

Tableau 1

Localisation précis des quatre stations d'étude, le long sud-ouest du marais de Mékhada.
Exact location of the four study stations, along the southwestern shore of Mekhada marsh.

Stations	Coordonnées Lambert		Altitude du fond (m)
	Latitude	Longitude	
S1	36°44'59.63"N	8°04'07.55"E	3
S2	36°44'25.28"N	8°01'18.66"E	0
S3	36°45'55.29"N	7°59'35.65"E	2
S4	36°50'05.89"N	7°56'26.33"E	8

Analyses physico-chimiques de l'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau destiné aux analyses physico-chimiques est une opération délicate à laquelle le plus grand soin a été apporté car il peut conditionner pour une part la qualité, la fiabilité des résultats des analyses et l'interprétation qui en sera donnée (RODIER & LEGUBE, 2005).

Les mesures de la température, du pH et de la conductivité ont été réalisées sur place au moment de l'échantillonnage à l'aide d'un multi-mesureur « Consort 535 » équipé de plusieurs sondes spécifiques.

Les échantillons d'eau à analyser, afin d'être bien représentatifs de l'eau de chaque site, ont été prélevés dans des flacons stériles de un litre, puis manipulés au minimum, leur transport au laboratoire ayant été effectué aussitôt dans une glacière afin de les maintenir à une température ne dépassant pas 4°C.

Les résultats de ces analyses physico-chimiques ainsi que les méthodes utilisées pour les obtenir sont mentionnés dans les tableaux 2 et 3.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

Tableau 2

Méthodes utilisées pour doser les principales composantes physico-chimiques de l'eau.
Methods used to measure the main physico-chemical components of the water.

Paramètres	Unité	Normes	Méthodes
NH ₄ ⁺	mg.L ⁻¹	DIN 38406-ES	Spectrophotométrie
NO ₂ ⁻	mg.L ⁻¹	DIN EN 26777-D10	Spectrophotométrie
NO ₃ ⁻	mg.L ⁻¹	DIN38405-D9-2	Spectrophotométrie
PO ₄ ³⁻	mg.L ⁻¹	DIN EN ISO 6878-D11	Spectrophotométrie
SO ₄ ²⁻	mg.L ⁻¹	DIN 38405-D-2	Spectrophotométrie
DBO5	mg de O ₂ .L ⁻¹	DIN EN 1899-1-H51	Spectrophotométrie
DCO	mg de O ₂ .L ⁻¹	NFT 90-101	Spectrophotométrie
Matière Organique	mg de O ₂ .L ⁻¹	ISO 8467 NA 2064	Méthode à chaud en milieu acide

Analyses du zooplancton

Chaque prélèvement du zooplancton a été réalisé à l'aide d'un seau de 10 litres plongé dans l'eau, en fonction de la profondeur du point précis du prélèvement, qui varie de 10 à 100 cm.

L'eau recueillie est filtrée à l'aide d'un filet à plancton (dont les mailles sont de 20 µm) muni d'un collecteur, puis on transfère le contenu du collecteur dans un flacon contenant de l'eau formolée à 4 %. Les échantillons ainsi récoltés sont aussitôt transportés au laboratoire pour analyse.

Les organismes présents dans chaque prélèvement sont observés et ceux qui appartiennent à l'un des quatre groupes retenus (Copépodes, Cladocères, Ostracodes et Rotifères) sont triés et dénombrés, et tout ceci à l'aide d'un microscope optique (Optika SN 361293). Pour dénombrer les individus, les comptages ont été effectués sur deux ou trois prises de 10 mL pour chaque échantillon.

Les prélèvements et dénombrements ont été répétés trois fois pour chaque station pendant la saison humide (décembre, janvier et février 2016) puis pendant la période sèche (mars, avril et mai 2016), soit 24 prélèvements au total.

Traitement des données

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'un traitement statistique et d'une représentation graphique dont le but est de synthétiser et d'interpréter ces résultats afin de caractériser d'une part, la qualité physico-chimique de l'eau et, d'autre part, les caractéristiques essentielles des zoocénoses planctoniques ainsi que la variabilité observée entre les stations. Ces analyses ont été effectuées à l'aide de Excel et du logiciel de Statistica 8.0.

La densité des individus a été calculée de la manière suivante : $D = (n \times 1000)/V$ où **D** est la densité (exprimée en nombre d'individus par litre), **n** le nombre d'individus trouvés dans le volume **V** d'eau examiné au microscope, en ml.

L'abondance relative (A.R. %) est une variable qui permet d'évaluer l'importance numérique d'une espèce ou d'une catégorie (par exemple d'une classe ou d'un

Le zooplancton du marais de la Mekhada (région d'El Tarf)

ordre) par rapport à l'effectif total de l'ensemble (N) des divers peuplements considérés dans un inventaire faunistique (FAURIE *et al.*, 2003). Elle est donnée selon la formule suivante : $A.R. \% = (ni \times 100) / N$. On a donc **A.R. %** qui est l'abondance relative d'une catégorie si **ni** est le nombre total des individus de cette catégorie et **N** le nombre total des individus appartenant à l'une ou l'autre des diverses catégories présentes dans le prélèvement et prises en compte dans l'étude.

Résultats et discussion

Les changements observés dans un plan d'eau comportent nécessairement des modifications de certains descripteurs physico-chimiques de l'eau et plus généralement des facteurs abiotiques et, d'autre part, des descripteurs biologiques, zoologiques ou botaniques. Il est utile de préciser ces changements et leur importance qui est fonction des différents usages de l'eau, et enfin d'identifier les causes possibles de dégradation (DOS SANTOS *et al.*, 2011 ; PEREIRA *et al.*, 2014).

Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux du marais de la Mékhada sont réunis dans le tableau 3, où figurent, pour chaque variable mesurée, la moyenne des différentes valeurs observées ainsi que les écarts-type de la série de mesures et les valeurs extrêmes observées, dans chacune des 4 stations, et lors des deux périodes d'étude, en saison des pluies puis en saison sèche.

La température de l'eau du marais (si l'on considère l'ensemble de toutes les mesures réalisées au cours de l'étude) varie entre une valeur minimale de 10,6°C (valeur observée une fois au niveau de la station S2 pendant la saison des pluies) et une valeur maximale de 26,0°C mesurée une fois aussi dans la même station S2, mais pendant la période sèche. En effet, en raison des variations saisonnières du climat, les températures de l'eau sont toujours plus faibles en saison des pluies (de décembre à février) qu'en saison sèche (de mars à mai). Ainsi, la moyenne de toutes les températures de l'eau, mesurées dans l'ensemble des 4 stations pendant la saison des pluies, est de l'ordre de 13,4°C alors que pendant la saison sèche, cette température moyenne est de 21,2°C. En fait, on peut considérer que ces valeurs ne présentent pas de variations très importantes entre les stations et qu'elles restent assez proches de la température moyenne de la région pendant toute la période d'étude. Toutefois l'eau de la station S4 est sensiblement plus chaude que celle des autres stations, surtout pendant la saison des pluies, et enfin nous observerons qu'à la station S1, la plus éloignée de la mer (Figure 1B), la température de l'eau est généralement moins élevée que dans les autres stations, notamment pendant la saison sèche où les conditions hydrobiologiques deviennent de plus en plus rigoureuses.

Le pH de l'eau est en général légèrement alcalin et varie de 6,7 (valeur exceptionnellement basse, observée une seule fois à la station S1 en saison sèche), à

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

Tableau 3
Moyennes saisonnières (\pm écarts-types) de quelques composantes physico-chimiques de l'eau, des 4 stations d'étude, mesurées pendant 2 saisons successives (avec, entre parenthèses les valeurs minimale et maximale).
Mean seasonal values (\pm standard deviation) of some physico-chemical components of the water at the four sampling stations, measured during two successive seasons (with minimal and maximal values in brackets).

Paramètres	Saison des pluies				Saison sèche			
	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
t°C	12,17 \pm 1,02 (11,0-12,9)	12,03 \pm 1,26 (10,6-13)	12,63 \pm 0,90 (11,7-13,5)	16,73 \pm 4,69 (13-22)	19,66 \pm 5,45 (13,46-23,7)	21,92 \pm 5,76 (15,33-26)	21,64 \pm 3,74 (17,33-24)	21,63 \pm 2,03 (19,5-23,56)
pH (en U.L.)	7,71 \pm 1,07 (7,04-8,95)	7,46 \pm 0,24 (7,27-7,74)	7,25 \pm 0,09 (7,15-7,33)	7,50 \pm 0,66 (6,93-8,23)	6,84 \pm 0,20 (6,65-7,05)	8,16 \pm 0,60 (7,47-8,23)	7,52 \pm 0,45 (7,1-8,01)	8,26 \pm 0,21 (8,03-8,46)
Cond. El. (mS.cm ⁻¹)	1,42 \pm 0,64 (0,54-1,79)	5,89 \pm 3,24 (1,52-7,9)	1,38 \pm 1,29 (0,6-2,87)	5,32 \pm 0,52 (4,80-5,85)	0,80 \pm 0,10 (0,63-0,83)	3,67 \pm 0,71 (2,75-4,16)	1,23 \pm 1,30 (0,23-2,67)	3,17 \pm 0,61 (2,29-3,53)
NH ₄ ⁺ (mg.L ⁻¹)	0,72 \pm 0,69 (0,28-1,52)	0,23 \pm 0,11 (0,14-0,36)	0,36 \pm 0,08 (0,32-0,46)	0,46 \pm 0,14 (0,35-0,62)	0,57 \pm 0,34 (0,36-0,97)	0,22 \pm 0,07 (0,16-0,31)	0,42 \pm 0,23 (0,24-0,68)	1,1 \pm 0,55 (0,55-1,66)
NO ₂ ⁻ (mg.L ⁻¹)	0,24 \pm 0,06 (0,2-0,31)	0,13 \pm 0,068 (0,06-0,18)	0,28 \pm 0,03 (0,25-0,31)	0,27 \pm 0,07 (0,21-0,36)	0,12 \pm 0,05 (0,07-0,17)	0,11 \pm 0,03 (0,08-0,14)	0,24 \pm 0,12 (0,1-0,34)	0,18 \pm 0,03 (0,15-0,21)
NO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	50 \pm 1,00 (49-51)	36,66 \pm 8,08 (28-44)	46,33 \pm 1,52 (45-48)	42,33 \pm 3,05 (39-45)	42 \pm 6,00 (36-48)	36,33 \pm 9,29 (26-44)	63 \pm 21,65 (38-76)	43,33 \pm 8,14 (34-49)
PO ₄ ³⁻ (mg.L ⁻¹)	11,28 \pm 4,59 (6,2-15,14)	6,19 \pm 0,70 (5,9-7)	6,77 \pm 1,35 (5,73-8,3)	2,74 \pm 1,66 (1,35-4,59)	8,03 \pm 4,10 (3,3-10,5)	5,16 \pm 4,31 (0,5-9)	7,33 \pm 2,04 (5-8,8)	7,5 \pm 5,76 (1,1-12,3)
SO ₄ ²⁻ (mg.L ⁻¹)	79,81 \pm 16,4 (68-102,2)	281,33 \pm 61,0 (220-342)	214,06 \pm 98,58 (125-320)	148,33 \pm 136,2 (135-459)	48 \pm 48,49 (20-104)	198 \pm 126,82 (96-340)	103,33 \pm 60,04 (32-138)	112,66 \pm 75,85 (50-197)
DBO5 (mg O ₂ .L ⁻¹)	3,86 \pm 1,98 (2,3-6,1)	1,36 \pm 0,47 (1-1,9)	4,26 \pm 4,01 (-1,8-8,9)	2,03 \pm 0,80 (-1,3-2,9)	4,46 \pm 1,62 (2,7-5,9)	1,26 \pm 1,32 (-0,5-2,8)	2,96 \pm 3,36 (-0,5-6,8)	2,86 \pm 1,10 (1,6-3,6)
DCO (mg O ₂ .L ⁻¹)	30,33 \pm 15,5 (19-48)	42,66 \pm 6,02 (37-49)	37,33 \pm 17,61 (21-56)	44 \pm 24,98 (16-64)	38,66 \pm 17,0 (21-55)	29 \pm 22,53 (3-43)	46,33 \pm 9,50 (37-56)	43,66 \pm 7,63 (37-52)
M.O (mg O ₂ .L ⁻¹)	13,73 \pm 3,35 (11,6-17,6)	15,01 \pm 3,97 (12-19,52)	19,04 \pm 7,62 (4,56-27,8)	16,52 \pm 7,04 (10-24)	13,81 \pm 3,36 (12,5-15,2)	21,01 \pm 4,36 (16,3-24,96)	17,33 \pm 3,55 (15,2-21,44)	21,05 \pm 5,32 (17,76-27,2)

Le zooplancton du marais de la Mekhada (région d'El Tarf)

9,0 (valeur la plus élevée enregistrée également une fois dans la station S1, mais en saison des pluies). La valeur moyenne des pH mesurés dans l'ensemble des quatre stations est de 7,5 en saison des pluies et de 7,7 en saison sèche favorisant une vie aquatique riche et diversifiée (NISBET & VERNAUX, 1970). De telles valeurs du pH, presque toujours alcalin mais le plus souvent proche de la neutralité et relativement constantes au cours des saisons, s'observent fréquemment en Afrique dans les eaux continentales ; elles sont très comparables, par exemple, à celles qui ont été observées en Mauritanie par N'DIAYE *et al.* (2013) dans les eaux douces de la rive droite du fleuve Sénégal.

La conductivité électrique de l'eau a des valeurs moyennes oscillant entre $1,42 \pm 0,64 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (S1) et $5,89 \pm 3,24 \text{mS.cm}^{-1}$ (S2) pendant la saison hivernale, et de $0,80 \pm 0,10 \text{mS.cm}^{-1}$ (S1) à $3,67 \pm 0,71 \text{mS.cm}^{-1}$ (S2) au cours de la saison sèche. En outre, les valeurs moyennes au niveau de chaque point d'échantillonnage sont parfois plus grandes au cours de la saison humide. Selon la classification de NISBET & VERNEAUX (1970), ($\text{CE} > 1000 \mu\text{S.cm}^{-1}$) indique que les eaux de la totalité des stations étudiées sont caractérisées par une minéralisation très forte à excessive, correspondant à une minéralisation importante des eaux de l'Oued El-Kébir Est qui alimente le marais en traversant les plaines d'El Tarf et Boutheldja, se chargeant naturellement des sels minéraux provenant du drainage des nappes phréatiques fortement minéralisées (DERRADJI *et al.*, 2007 ; VALLÉS *et al.*, 1997).

Ces résultats sont proches de ceux trouvés par MOUNJID *et al.* (2014) pour le cours d'eau Merzeg (périurbain de Casablanca, Maroc) et par de nombreux auteurs qui ont travaillé tant au Maghreb que dans le reste de l'Afrique.

La concentration des ions sulfates dans l'eau est très variable d'une station à l'autre et varie de 20 à 340 mg.L^{-1} . La station S2 présente la teneur moyenne la plus élevée ($281,33 \pm 61,00 \text{mg.L}^{-1}$) pendant la saison humide, alors que la station S1 montre la valeur moyenne la plus faible ($48 \pm 48,49 \text{mg.L}^{-1}$) durant la saison sèche. Ces fortes concentrations sont enregistrées dans la station S2 puis la station S3 qui sont les plus méridionales et aussi celles qui sont le plus à l'amont du plan d'eau durant la période des hautes eaux avec des valeurs qui dépassent les 300 mg.L^{-1} (340 mg.L^{-1}) qui peuvent s'expliquer par la dissolution des roches salines (gypse) plus abondantes dans cette partie des formations géologiques de la région. Sans oublier l'influence des eaux de l'Oued el Kébir chargée en sulfates suite au lessivage du sulfate de magnésium (MgSO_4) épandu au sol (ce sel est très soluble dans l'eau et il produit des anions sulfates SO_4^{2-} et des cations magnésium Mg^{2+}) (ALAYAT & LAMOUREUX, 2007), ce qui expliquerait des concentrations élevées observées dans l'eau de S2 et à un moindre degré dans S3, surtout en saison des pluies. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par CHAIB & SAMRAOUI (2011) et de BENRABAH *et al.* (2013).

Les concentrations moyennes des ions phosphates durant la période humide, varient entre $2,74 \pm 1,66 \text{mg.L}^{-1}$ au site S4 et $11,28 \pm 4,59 \text{mg.L}^{-1}$ dans la station S1. En période sèche, les concentrations moyennes maximales atteignent $8,03 \pm 4,10 \text{mg.L}^{-1}$ dans la station S1, ce qui révèle une situation douteuse avec un état anor-

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

mal et critique dû très vraisemblablement aux rejets domestiques vers le marais et surtout aux lessivages des terres cultivées entraînant des engrais phosphatés ou les résidus de certains pesticides dans les plaines agricoles comme celles des communes avoisinantes.

La teneur la plus faible en azote ammoniacal est de 0,14 mg.L⁻¹ au niveau de la station S2 au cours de la saison des pluies tandis que la valeur la plus élevée est de 1,66 mg.L⁻¹ au niveau de la station S1 pendant la saison sèche. Cette élévation est due pour une part à l'influence non négligeable des activités agricoles (pesticides) et de l'élevage d'ovins et/ou de caprins et, d'autre part, à la présence des milliers de canards et autres oiseaux d'eau qui habitent cet écosystème. Ces résultats sont proches de ceux trouvés par LODS-CROZET *et al.* (2009) lors de l'étude de l'eau d'un petit lac du Plateau suisse (le lac de Bret, canton de Vaud).

Les concentrations des nitrites sont restées faibles tout au long de l'étude, toujours comprises entre 0,06 à 0,36 mg.L⁻¹ pour les concentrations extrêmes, rencontrées une seule fois, respectivement aux stations S2 et S4, en saison des pluies. La valeur moyenne saisonnière la plus faible (0,11 mg.L⁻¹) étant celles de S2 en saison sèche et la plus forte (0,28 mg.L⁻¹) à la station S3 en saison des pluies.

Les concentrations de l'eau en nitrates sont assez élevées pour les deux périodes d'investigation et dans toutes les stations. La valeur moyenne la plus élevée ($63,00 \pm 23$ mg.L⁻¹) s'observe au niveau de la station S3 au cours de la période sèche et la valeur moyenne la plus faible ($36,33 \pm 9,29$ mg.L⁻¹) durant la saison sèche au niveau de la station S2. La contamination par les nitrates est donc assez marquée et vraisemblablement due aux rejets directs des eaux usées provenant des habitations de Sidi Kaci et également du lac des Oiseaux, ainsi qu'à la forte pression de l'élevage bovin, ovin et caprin. Ces résultats concordent avec ceux trouvés par REGGAM *et al.* (2015) dans les eaux d'Oued Seybouse proche, au Nord-Est de l'Algérie.

Les teneurs de la matière organique estimées par l'oxydabilité au KMnO₄ varient bien sûr avec les saisons mais également et surtout selon les stations. À la station S1 ont été enregistrées les concentrations moyennes les plus faibles avec une teneur moyenne de $13,73 \pm 3,35$ mg.L⁻¹ d'oxygène alors que la station S4 montre les plus fortes teneurs de ce paramètre avec une concentration moyenne de $21,05 \pm 5,3$ mg.L⁻¹ d'oxygène durant la saison humide et ceci dans les deux cas pendant la saison des pluies. Toutefois une très faible oxygénation de l'eau peut occasionnellement s'observer ailleurs, par exemple à la station 4 (où le taux d'oxygène dissous peut descendre jusqu'à 10 mg.L⁻¹) toujours en saison des pluies.

Les valeurs moyennes de la DBO5 varient entre $1,26 \pm 0,42$ mg de O₂/L au niveau de la station S2 pendant la saison sèche et $4,46 \pm 1,62$ mg de O₂/L au niveau de la station S1 pendant la même saison sèche. Quant à la DCO, elle varie entre une valeur moyenne de $29 \pm 22,53$ mg de O₂/L au niveau de la station S1 pendant la saison humide et $46,33 \pm 9,50$ mg O₂/l au niveau de la station S3 pendant la saison sèche, valeur élevée qui indique très certainement une importante pollution organique non biodégradable.

Le zooplancton du marais de la Mekhada (région d'El Tarf)

Variation spatiale et saisonnière de l'abondance du zooplancton

Le zooplancton est l'une des composantes essentielles des réseaux trophiques dans tous les écosystèmes aquatiques, marins ou continentaux (EHRHARDT & SEGUIN, 1978 ; POURRIOT, 1982), y compris dans les lacs peu profonds ou des étangs comme le Marais de la Mékhada. Les variations saisonnières ainsi que les variations interannuelles ou spatiales du plancton en général sont déterminées par des facteurs de régulation de nature abiotique, physico-chimiques et/ou biologiques (MC QUEEN *et al.*, 1986). En général, l'ensemble des facteurs abiotiques détermine pour une grande part la présence d'une espèce à un endroit et à un moment donné, tandis que les facteurs biotiques régulent leurs populations (DE LA LANZA-ESPINO & GARCIA-CALDERON, 2002).

Les résultats obtenus indiquent une grande variabilité spatiale de la densité et des abondances des groupes zoo-planctoniques qui peuplent les différentes stations d'étude (Figures 2 et 3) qui sont séparées par des distances de 5 à 10 km. MUYLAERT *et al.* (2003), qui ont étudié plusieurs lacs de Belgique, mentionnent aussi que la biomasse du zooplancton atteint habituellement son maximum pendant la saison des pluies. COLE (1979) et WETZEL (2001) ont observé (parmi d'autres auteurs) que l'augmentation de la production primaire du phytoplancton en tant que source de nourriture entraîne une augmentation de l'abondance et de la biomasse du zooplancton.

Dans notre étude, il apparaît assez clairement (Figure 2) que la densité du zooplancton atteint des valeurs maximales pendant la saison humide, tandis qu'une plus faible densité de zooplancton s'observe lorsque le niveau de l'eau commence à diminuer et pendant la saison sèche, ceci étant probablement la conséquence d'un impact plus important des prédateurs du zooplancton. Mais il est possible également que la

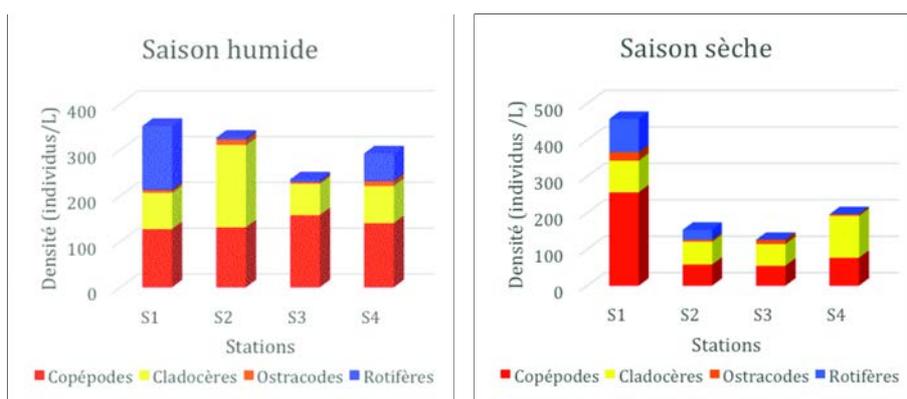


Figure 2

Variation des valeurs moyennes de la densité (nombre d'individus par litre) des 4 groupes zooplanctoniques, dans les 4 stations échantillonnées, pendant les deux saisons successives.
Variation in mean density values (number of individuals per litre) of the four zooplankton groups at the four sampling stations during the two successive seasons.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

plus faible densité du zooplancton dans la région d'étude soit accentuée par les activités humaines, en raison de l'impact des eaux usées provenant des activités agricoles et domestiques qui sont rejetées dans l'écosystème sans traitement préalable, en plus de l'activité prédatrice croissante des métazoaires, tant des invertébrés que de l'ichtyofaune.

L'analyse de figure 2 montre que la plus forte densité du zooplancton considéré globalement, caractérise la station S1 (suivie par la station S2 en saison humide ou S4 en saison sèche). Quant à l'abondance relative des quatre guildes considérées dans cette étude (Figure 3), on voit qu'elle varie aussi de façon significative d'une station à l'autre. Ainsi la répartition du zooplancton varie de façon relativement complexe très certainement parce qu'elle est influencée par de nombreux facteurs différents tels que la température, l'oxygène dissous, les ressources alimentaires, la présence de tels ou tels prédateurs (LAMPERT, 1993), et même parfois par le pH (SPRULES, 1975) et la conductivité électrique (PINTO-COELHO *et al.*, 2005).

Finalement, les Copépodes dominent dans les deux stations S3 (66,8 %) et S4 (47,8 %) au cours de la saison humide et dominant dans la station S1 (58,3 %) pendant la saison sèche, ce qui peut probablement s'expliquer par le fait que ce sont des organismes qui ont une alimentation très variable d'une espèce à l'autre. Cela permet par exemple aux espèces prédatrices de se développer dans tous les milieux où ils ont des proies comme les protozoaires ou les larves d'autres Crustacés, les Rotifères, etc. Ces organismes se développent finalement dans tous les milieux aquatiques (en pleine eau, sur des végétaux, sur le fond ou à l'intérieur même des sédiments), des plus grands océans aux plus petits des étangs.

Ils sont suivis par les Cladocères, 37,7 % de l'abondance totale, qui dominent à la station S2 (55,1 %) pendant la période humide et dans les trois autres stations durant la saison sèche : 47,4 % à la station S2, 58,8 % à la station S3 et 41,8 % dans

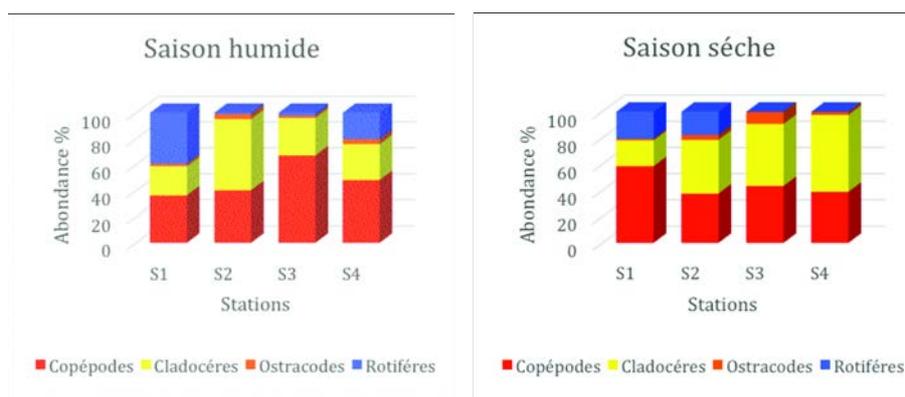


Figure 3

Variation des valeurs moyennes de l'abondance relative (% du nombre d'individus appartenant à l'un des 4 groupes zoo-planctoniques), dans les 4 stations échantillonnées, pendant les deux saisons successives.

Variation in the mean values of relative abundance (% of number of individuals) of the four zooplanktonic groups at the four sampling stations during the two successive seasons.

Le zooplancton du marais de la Mekhada (région d'El Tarf)

la station S4. Ils se trouvent principalement dans les eaux neutres ou alcalines, ce qui est le cas de celles de la Mékhada – de sorte que l'acidité affecte leur distribution (DODSON & FREY, 2001) – et présentent une large gamme de niches alimentaires, mais sont considérés comme grands filtreurs (DUSSART & DEFAYE, 1995).

En revanche, l'inondation contribue positivement à la croissance des populations de Cladocères en apportant de nouveaux nutriments et en brassant les nutriments autochtones présents dans les différentes strates des lacs et offre également à l'apport de nouvelles espèces de Cladocères riveraines ou recrutées dans d'autres plans d'eau. Cette dominance peut s'expliquer par plusieurs facteurs, dont la diminution des températures, la plus grande disponibilité de nutriments et l'éclosion des œufs de durée (œufs à coque épaisse qui éclosent tardivement, lorsque les conditions redeviennent favorables). La diminution de la population et de la richesse spécifique des Cladocères pourrait être en relation avec l'augmentation de la température et de l'acidité (OKOGWU, 2009).

La baisse de la densité des espèces en saison sèche semble corroborer l'hypothèse d'une succession saisonnière, sous l'influence de la prédation exercée par les alevins de poissons, de la qualité de l'eau qui se dégrade et de la compétition entre les espèces (ONWUDINJO & EGBORGE, 1994 ; OVIE & ADENIJI, 1994). Avec l'augmentation de la température et la dégradation de la qualité des eaux, les populations et la richesse spécifique diminuent, mais un peu moins pour les Rotifères qui sont plus tolérants aux variations du milieu comme les petits Copépodes (AUCLAIR *et al.*, 1993 ; HANNSON *et al.*, 2007). Ceci s'explique par le recrutement des œufs de durée lors des crues, la faible pression de prédation des alevins de poissons et le concours de plusieurs facteurs, tels l'apport de nutriments et la faible température (MERGEAY *et al.*, 2006 ; DEJEN *et al.*, 2004).

Les Rotifères occupent la troisième place dans les quatre stations d'étude dont le pourcentage le plus élevé est enregistré dans la station S1 pendant la saison de pluie avec un taux de 39,5 %. On observe aussi une augmentation progressive des Rotifères durant la saison sèche, accompagnée par une diminution de la densité des Cladocères, celles-ci induisent une multiplication rapide des bactéries qui constituent la principale source alimentaire des rotifères (THOUVENOT *et al.*, 2000).

Cependant, les plus fortes densités de Rotifères sont observées à la station S1, même en saison sèche (mars, avril et mai) par comparaison avec celles les périodes de crue (décembre, janvier et février). Cette situation quelque peu surprenante pourrait s'expliquer au moins en partie par le fait que pendant la saison sèche, les eaux sont relativement calmes et présentent en même temps de nombreux faciès, notamment des formations végétales favorables à la prolifération des Rotifères, ce qui n'est pas le cas en période de crue où les forts courants et débits sont défavorables à l'installation des organismes planctoniques. De plus, les taxons de ce groupe zooplanctonique renferment un bon nombre d'espèces assez tolérantes pour résister à un fort enrichissement du milieu en matière organique et à un appauvrissement en oxygène dissous, caractéristiques de l'eutrophisation (ZÉBAZÉ TOGOUET, 2008). Selon ONWUDINJO & EGBORGE (1994), les faibles densités des Rotifères en saison des

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

pluies pourraient être dues à l'influence néfaste de l'agitation des eaux qui arrivent périodiquement lors des crues des cours d'eau arrivant dans le bassin de la Mékhada. OKOGWU (2009) dans une plaine inondée du Nigéria envisage plutôt une régulation des effectifs des populations de Rotifères résultant de la combinaison des phénomènes de prédation et de compétition défavorable exercée par d'importantes populations de Cladocères.

Les Ostracodes ne représentent toujours que de faibles proportions de la faune totale récoltée au cours des deux périodes avec un taux de 3,5 % de l'abondance totale (Figure 3). Les variations faibles de leur abondance seraient certainement difficiles à interpréter. Aussi nous envisageons de ne plus les prendre en compte dans la suite de nos investigations, d'autant que la plupart des auteurs considèrent qu'ils ne font pas partie de la communauté zooplanctonique, même s'il arrive, comme dans notre étude, que l'on en récolte occasionnellement un certain nombre lorsqu'on échantillonne le zooplancton dulçaquicole. En effet, on admet généralement, avec POURRIOT & CHAMP (1982), que « Trois groupes composent l'essentiel du plancton animal », les Copépodes les Cladocères et les Rotifères. Quant aux autres organismes occasionnellement présents dans le zooplancton, il s'agit de stades larvaires de quelques Insectes Diptères ou de Protozoaires (Ciliés ou Testacés).

Conclusion

Le marais de la Mékhada est un vaste écosystème qui a été classé parmi les sites Ramsar d'importance internationale en 2002 en raison de son étendue (jusqu'à 9 000 hectares) et de sa richesse biologique qui en font un vaste réservoir régional de biodiversité aquatique (et ripicole) aussi bien végétale qu'animale, avec notamment une faune ornithologique qui a depuis longtemps retenu l'attention des spécialistes. Cette zone présente quelques caractéristiques assez particulières qui sont certainement à l'origine de sa richesse biologique mais également de sa possible vulnérabilité. En effet, le réservoir principal de la Mékhada est centré sur la partie aval des deux oueds El-Kébir et Bou Namoussa et leur estuaire commun la Mafragh qui, traversant le cordon dunaire côtier, rejoint la mer. Il en résulte qu'en plus des aléas climatiques présents et futurs dans une région au climat méditerranéen sub-humide, l'ensemble du marais, dont la profondeur ne dépasse guère un mètre le plus souvent, est particulièrement exposé à toutes les perturbations pouvant avoir leur source non seulement à l'aval en cas d'introgessions marines mais aussi en divers points du bassin hydrographique des deux oueds. L'oued El-Kébir par exemple, qui prend sa source en Tunisie, traverse des régions peuplées où les impacts anthropiques sur la qualité des eaux, souterraines et superficielles, ne font que croître et où des retenues comme le Barrage de Bougous viennent aussi modifier le régime naturel d'écoulement des eaux. Dans une perspective de conservation des richesses biologiques de la Mékhada, il est certainement utile de disposer d'outils biologiques permettant de déceler suffisamment tôt des changements nouveaux avant que les conséquences ne soient trop graves voire inévitables. En pareil cas, il revient aux écologistes – et aux

Le zooplancton du marais de la Mekhada (région d'El Tarf)

hydrobiologistes plus généralement – de mieux connaître les espèces indicatrices de la pollution et plus généralement des perturbations du milieu de vie des organismes aquatiques afin d'informer les autorités pouvant intervenir le plus tôt possible (AFFOUN, 2006).

Très souvent on recherche et on choisit de tels indicateurs parmi les organismes aquatiques, en particulier parmi les Insectes aquatiques, comme BENCHALEL & SAMRAOUI (2012). Ces organismes sont souvent des prédateurs dont les populations, même lorsqu'elles supportent un certain taux de pollution, seront affectées par la réduction progressive de leurs ressources alimentaires lorsque la communauté zooplanctonique est déjà sérieusement diminuée dans sa diversité et son abondance. Il serait donc utile, afin de déceler plus précocement une altération de la qualité de l'eau qui menacerait à terme toute la biodiversité et la productivité d'un écosystème aquatique, de pouvoir disposer, par exemple au niveau du zooplancton, d'espèces sentinelles ou d'indices permettant de détecter et de suivre les possibles variations de la qualité de l'eau. Dans le cas du Marais de la Mékhada, cette première approche visait à connaître d'abord la structure globale de la communauté zooplanctonique et les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau afin de pouvoir mettre en évidence les possibles corrélations entre les caractéristiques abiotiques de l'hydro-système et la présence ou l'absence de certaines composantes du zooplancton. Dans la phase suivante de ce travail (qui est en cours, mais qui ne sera publiable qu'après une connaissance plus avancée du zooplancton), il sera possible de rechercher, notamment au moyen d'analyses multivariées, les liens existant entre les caractéristiques faunistiques et hydrologiques des stations.

Dès maintenant, nous pouvons cependant faire état de différences significatives (visibles sur les figures 2 et 3) existant entre la densité ainsi que l'abondance des grandes guildes qui constituent le zooplancton des quatre stations, et pareillement des différences notables entre les descripteurs physico-chimiques de l'eau de ces quatre stations. Ces premiers résultats nous semblent justifier la poursuite de nos investigations et notamment le dénombrement et la reconnaissance au niveau spécifique des composantes du zooplancton, travail inachevé à ce jour, mais qui devra être mené à son terme avec la collaboration de taxonomistes intéressés.

RÉFÉRENCES

- AFFOUN, S. (2006).- *Ressources en eaux, mobilisation et utilisation dans le bassin versant de la Mafragh*. Mém. Magister Univ. Mentouri, Constantine 1, pp. 1-186.
- ALAYAT, H. & LAMOUREUX, C. (2007).- Caractérisation physico-chimique des eaux thermo-minérales des monts de la Cheffia (Extrême nord-est Algérien). *Presse Thermale et Climatique*, **144**, 191-199.
- AUCLAIR, J.C., FRENETTE, J.J. & DODSON, J. (1993).- Zooplankton community structure in south-western Quebec lakes: the roles of acidity and predation. *J. Plankton Res.*, **15**, 1103-1128.
- BALAVAY, G. (2010).- Biodiversité du zooplancton d'eau douce. In "Évaluation de la biodiversité rhônalpine 1960-2010". *Bull. Soc. Lin. de Lyon (France)*. **H.S. n°2**, 86-90.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

- BEAUGRAND, G. (2005).- Monitoring pelagic ecosystems using plankton indicators. *ICES J. Mar. Sci.*, **62**, 333-338.
- BEAUGRAND, G. & REID, P.C. (2003).- Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon linked to climate change. *Glob. Change Biol.*, **9**, 801-817.
- BENCHALEL, W. & SAMRAOUI, B. (2012).- Caractérisation écologique et biologique de l'odonatofaune de deux cours d'eau méditerranéens : l'oued El-Kébir et l'oued Bouaroug (Nord-Est de l'Algérie). *Méditerranée*, **118**, 19-27.
- BENRABAH, S., BOUSNOUBRA, H., KHERICI, N., CÔTE, M. (2013).- Caractérisation de la qualité des eaux de l'oued Kebir Ouest (Nord Est Algérien). *Rev. Sci. Technol., Synthèse*, **26**, 30-39.
- BERLINE, L., SIOKOU-FRANGOU, I., MARASOVIC, I., VIDJAK, O., FERNANDEZ DE PUELLES M.L., MAZZOCCHI, M.G., ASSIMAKOPOULOU, G., ZERVOUDAKI, S., FONDA UMANI, S., CONVERSI, A., GARCIA-COMAS, C., IBANEZ, F., GASPARINI, S., STEMMANN, L., GORSKY, G. (2012).- Intercomparison of six Mediterranean zooplankton series. *Progr. Oceanogr.*, **97-100**, 76-91.
- BOUMEZBEUR, A., (2002).- *Atlas des 26 zones humides Algériennes d'importance internationale*. Direction de la Protection de la Flore et de la Faune, Alger, 89 p.
- CHAIB, N. & SAMRAOUI B. (2011).- Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de l'Oued Kébir-Est et de ses principaux affluents (Nord-Est Algérien). *Sécheresse*, **22**, 171-177.
- COLE, G.A. (1979).- *Textbook of Limnology*. 2nd Edition. Toronto. C.V. Mosby Company.
- DE LA LANZA-ESPINO, G. & GARCIA-CALDERON, J.L. (2002).- *Lagos y Presas de México*. AGT Editor, S.A., Distrito Federal, México, 1^a Edición, 680 p.
- DEHABA, R. & LABII, B. (2012).- Plaidoyer pour un aménagement touristique en profondeur cas de la wilaya d'El Tarf. *Sciences & Technologie D - N°35*, pp. 69-78.
- DEJEN, E., VIJVERBERG, J., NAGELKERKE, L.A.J. & SIBBING, F.A. (2004).- Temporal and spatial distribution of microcrustacean zooplankton in relation to turbidity and other environmental factors in a large tropical lake (L. Tana, Ethiopia). *Hydrobiologia*, **513** (1), 39-49.
- DERRADJI, F., BOUSNOUBRA, H., KHERICI, N., ROMIO, M., CARUBA, R. (2007).- Impact de la pollution organique sur la qualité des eaux superficielles dans le Nord-Est Algérien. *Sécheresse*, **18** (1), 23-27.
- DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS (D.G.F.) (2003).- *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar : Marais de la Mékhada, Wilaya d'El Tarf*. Direction Générale des Corêts, Chemin Doudou Mokhtar, Ben Aknoun, Alger, Algérie, 8 p.
- DODSON, S.I. & FREY, D.G. (2001).- *The Cladocera and other Branchiopoda*. In: Thorpe, J.E. and Covich, A.P. (eds), *Ecology and Systematics of North American Freshwater Invertebrates*, 2nd ed., Academic Press, New York, pp. 849-913.
- DOS SANTOS, M.G., DA CUNHA-SANTINO, M.B. & JÚNIOR, I.B. (2011).- Alterações espaciais e temporais de variáveis limnológicas do reservatório do Monjolinho (Campus da Ufscar). *Oecologia Australis*, **15** (3), 682-696.
- DUSSART, B.H. & DEFAYE, D. (1995).- *Copepoda. Introduction to the Copepoda*, vol 7. SPB Academic Publishing bv, The Hague, pp. 1-276.
- EHRHARDT, J.P. & SEGUIN, G. (1978).- *Le plancton : composition, écologie, pollution*. Gauthier-Villars, Paris, 210 p.
- ELSER, J.J., ELSER, M.M., MACKAY, N.A. & CARPENTER, S.R. (1988).- Zooplankton-mediated transitions between N- and P-limited algal growths. *Limnol. Oceanogr.*, **33**, 1-14.
- FAURIE, C., FERRA, C., MÉDORI, P., DÉVAUX, J. & HEMPTINNE, J.L. (2003).- *Écologie : approche scientifique et pratique*. Éd. Tech & Doc - Lavoisier, Paris, 432 p.

Le zooplancton du marais de la Mekhada (région d'El Tarf)

- FERROUM, A., (2015).- *Caractérisation des eaux superficielles de la plaine d'El Hadjar*. Thèse de Magistère. Université Badji Mokhtar d'Annaba, 92 p.
- GARCIA-COMAS, C., STEMMANN, L., IBANEZ, F., BERLINE, L., MAZZOCCHI, M.G., GASPARINI, S., PICHERAL, M. & GORSKY, G. (2011).- Zooplankton long-term changes in the NW Mediterranean Sea: Decadal periodicity forced by winter hydrographic conditions related to large-scale atmospheric changes. *J. Mar. Syst.*, **87**, 216-226.
- HANNSON, L.A., GUSTAFSSON, S., RENGEFORS, K. & BOMARK, L. (2007).- Cyanobacterial chemical warfare affects zooplankton community composition. *Freshw. Biol.*, **52**, 1290-1301.
- HAYS, G.C., RICHARDSON, A.J. & ROBINSON, C. (2005).- Climate change and marine plankton. *Trends Ecol. Evol.*, **20**, 337-344.
- KAMEL, C., (2008).- *Parc National d'El-Kala – Annaba et sa région* – <www.annaba.net.free.fr>.
- KARROUCH, L. & CHAHLAOUI, A. (2009).- Bio-évaluation de la qualité des eaux de l'oued Boufekrane (Meknès, Maroc). *Biomatec. Echo*, **3** (6), 6-17.
- KARSENTI, E., ACINAS, S.G., BORK, P., BOWLER, C., DE VARGAS, C., RAES, J. *et al.* (2011). - A Holistic approach to marine eco-systems biology. *PLoS Biol.*, **9** (10), e1001177.
- LAMPERT, W. (1993).- Ultimate causes of diel vertical migration of zooplankton: new evidence for the predator-avoidance hypothesis. *Arch. Hydrobiol. Beiheft*, **39**, 79-88.
- LAMPERT, W., FLECKNER, W., RAI, H. & TAYLOR, B.E. (1986).- Phytoplankton control by grazing zooplankton: A study on the spring clear water phase. *Limnol. Oceanogr.*, **31**, 478-490.
- LAVANIEGOS, B.E. & OHMAN, M.D. (2007).- Coherence of long-term variations of zooplankton in two sectors of the California Current System. *Prog Oceanogr.*, **75**, 42-69.
- LODS-CROZET, B., DE LA HARPE, M., REYMOND, O. & STRAWCZYNSKI, A. (2009).- Évaluation de la qualité chimique et biologique d'un petit lac du Plateau suisse (lac de Bret, canton de Vaud). *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, **91** (4), 363-387.
- MERGEAY, J., DECLERCK, S., VERSCHUREN, D. & MEESTER, L. (2006).- Daphnia community analysis in shallow Kenyan lakes and ponds using dormant eggs in surface sediments. *Freshw. Biol.*, **51** (3), 399-411.
- METALLAOUI, S. (2010).- *Écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Numidie occidentale, Nord-Est de l'Algérie)*. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar d'Annaba, 120 p.
- METALLAOUI, S. & HOUHAMDI, M. (2008).- Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord Est Algérien). *Afri. Birdclub. Bull.*, **15** (1), 71-76.
- MOUNJID, J., COHEN, N., FADLAOUI, S., BELHOUARI, A. & OUBRAIM, S. (2014). - Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique du cours d'eau Merzeg (Périurbain de Casablanca, Maroc). *Larhyss Journal*, **18**, 31-51.
- MUYLAERT, K., DECLERCK, S., GEENENS, V., VAN WICHELEN, J., DEGANS, H., VANDEKER-KHOVE, J. *et al.* (2003).- Zooplankton, phytoplankton and the microbial food web in two turbid and two clear water shallow lakes in Belgium. *Aquatic Ecology*, **37**, 137-150.
- N'DIAYE, A.D., MINT MOHAMED SALEM, K., OULD KANKOU, M.O.S.A. (2013).- Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. *Larhyss Journal*, **12**, 71-83.
- NISBET, M. & VERNEAUX, J. (1970).- Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de Limnologie*, **6** (2), 161-190.
- OKOGWU, O.I. (2009).- Seasonal variations of species composition and abundance of zooplankton in Ehoma Lake, a floodplain lake in Nigeria. *Rev. Biol. Tropical*, **58** (1), 171-182.

Bulletin de la Société zoologique de France 143 (4)

- ONWUDINJO, C.C. & EGBORGE, A.B.M. (1994).- Rotifers of Benin river, Nigeria. *Hydrobiologia*, **272**, 87-94.
- OVIE, S.I. & ADENIJI, H.A. (1994).- Zooplankton and environmental characteristics of Shiroro Lake at the extremes of its hydrological cycle. *Hydrobiologia*, **286**, 175-182.
- PEREIRA, L.S., GONÇALVES, B.B., SILVA-NETO, C.M., FERREIRA SANTOS, A.L. (2014).- Variação sazonal da qualidade da água do ribeirão piacó no município de Anápolis - GO. *Revista Mirante*, **7**, 1-19.
- PINTO-COELHO, R., PINEL-ALLOUL, B., MÉTHOT G. & HAVENS, K.E. (2005).- Crustacean zooplankton in lakes and reservoirs of temperate and tropical regions: variation with trophic status. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **62** (2), 348-361.
- POURRIOT, R., CAPBLANC, J., CHAMP, P. & MEYER, J.A. (1982).- *Écologie du plancton des eaux continentales*. Masson éd., Paris, 198 p.
- POURRIOT, R. & CHAMP, P. (1982).- Consommateurs et production secondaire. In Pourriot *et al.*, 1982, pp. 49-112.
- REGGAM, A., BOUCHELAGHEM, H. & HOUHAMDI M. (2015).- Qualité physico-chimique des eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie) : caractérisation et analyse en composantes principales. *J. Mater. Environ. Sci.*, **6** (5), 1417-1425.
- RICHARDSON, A.J. & SHOEMAN, D.S. (2004).- Climate impact on plankton ecosystems in the North-east Atlantic. *Science*, **305**, 1609-1612.
- RODIER, J. & LEGUBE, B. (2005).- *L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer*. 8^e Éd, Dunod, Paris, VII-189-245 p.
- SPRULES, W.G. (1975).- Zooplankton in acid-stressed lakes. *J. Fish. Res. Board Canada*, **32** (3), 390-395.
- STERNER, R.W. (2009).- *Role of Zooplankton in Aquatic Ecosystems*. In "Zooplankton", University of Minnesota, Elsevier Inc., pp. 678-688.
- THOUVENOT, A., DEBROAS, D., RICHARDOT, L., JUGNIA, B., DÉVAUX, J. (2000).- A study of changes between years in the structure of plankton community in a newly flooded reservoir. *Arch. Hydrobiol.*, **149**, 131-152.
- VALLÉS, V., REZAGUI, M., AUQUE, L., SEMADI, A., ROGER, L. & ZOUGARI, A. (1997).- Geochemistry of saline soils in two arid zones of the Mediterranean basin. I. Geochemistry of the Chott Melghir-Mehrouane watershed in Algeria. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, **11**, 71-84.
- WETZEL, R.G. (2001).- *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3rd Edition. California, USA; Academic Press; An imprint of Elsevier.
- ZÉBAZÉ TOGOUET, S.H. (2008).- *Structure de la communauté zooplanctonique et eutrophisation du Lac Municipal de Yaoundé, Cameroun*. Thèse de doctorat PhD de Biologie Animale, Univ. Yaoundé, pp. 1-200.

(reçu le 28/12/2017 ; accepté le 21/10/2018)

COMITÉ DE LECTURE

Le Comité de Lecture du *Bulletin de la Société zoologique de France* est constitué des 21 membres du Conseil et des membres du Comité scientifique, auxquels sont adjointes chaque année différentes personnalités scientifiques recouvrant la diversité des aspects de la Zoologie.

Pour le volume 143 (2018), les membres du Comité de Lecture extérieurs au Conseil de la S.Z.F. et au Comité scientifique du Bulletin ont été les suivants :

MM. Rachid Amara (Wimereux)
Robert Boxhall (London)
Jean-Louis Connat (Dijon)
Pierre Noël (Paris)
Éric Queinnec (Paris)
Patrick Triplet (Abbeville)

Table des matières

BOUCENA, I., KHELIFI, N., BOUALLEG, C., ALLALGUA, A., BENSOUILAH, M. & KAOUACHI, N.- L'infestation de <i>Luciobarbus callensis</i> (Cyprinidés) par les Copépodes parasites dans le barrage Foum El Khanga (Souk-Ahras, Algérie).....	201
KHELIFI, N., BOUCENNA, I., BOUALLEG, C., KAOUACHI, N., SAHTOUT, F., BENSOUILLAH, M.- Étude de la croissance du Carassin commun <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) du barrage Beni Haroun (Mila, Algérie)	215
D'HONDT, J.-L.- Réflexions sur le polyphylétisme plausible des Bryozoaires cheilostomes	229
GUERFI, S., TADJINE, A., BOUTIN, C.- Première contribution à l'étude du zooplancton du marais de la Mekhada dans la région d'El Tarf (Nord-Est de l'Algérie).....	247

Contents

BOUCENA, I., KHELIFI, N., BOUALLEG, C., ALLALGUA, A., BENSOUILAH, M. & KAOUACHI, N.- Infestation of <i>Luciobarbus callensis</i> (Cyprinidae) by parasitic copepods at the reservoir of Foum El Khanga (Souk-Ahras, Algeria).....	201
KHELIFI, N., BOUCENNA, I., BOUALLEG, C., KAOUACHI, N., SAHTOUT, F., BENSOUILLAH, M.- Study of growth of the Crucian Carp, <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758), in Beni Haroun reservoir (Mila, Algeria).....	215
D'HONDT, J.-L.- Considerations on the potential polyphyly of the cheilostomatous Bryozoa	229
GUERFI, S., TADJINE, A., BOUTIN, C.- First contribution to the study of the zooplankton of the Mekhada marsh in the région of El Tarf (North-Eastern de Algeria)	247

**Table des matières par ordre alphabétique des auteurs
pour le volume 143**

BENRADIA, M., MENAA, M., GUELLATI, K., MAAZI, M.-C., BOUSLAMA, Z. & HOUHAMDI, M.- Écologie des Anatidés et du foulque macroule <i>Fulica atra</i> dans les zones humides de la Wilaya de Souk-Ahras (Nord-Est de l'Algérie).....	145
BENTRAD, S. & CHALABI-BELHADJ, G.- Comportement alimentaire de la cigogne blanche (<i>Ciconia ciconia</i> L. dans le complexe de zones humides d'El Kala	49
BOUCENA, I., KHELIFI, N., BOUALLEG, C., ALLALGUA, A., BENSOUILAH, M. & KAOUACHI, N.- L'infestation de <i>Luciabarbus callensis</i> (Cyprinidés) par les Copépodes parasites dans le barrage Foum El Khanga (Souk-Ahras, Algérie).....	201
BOUCHARD, J. & BOUCHARD-MADRELLE, C.- Étonnantes possibilités d'adaptation de la larve d'ascidie en milieu pollué	3
BOUKHEDIM, A., BARA, M., CHAGRA, A., ROUAIGUIA, M., BOUDRAA, W., BOUAGUEL, L. & HOUHAMDI, M.- Étude de l'effet du type d'habitat sur quelques aspects de la reproduction chez la mésange bleue <i>Cyanistes caeruleus</i> au niveau de la forêt de Béni-Salah (Boucheougouf, Nord-Est de l'Algérie).....	187
D'HONDT, J.-L.- Réflexions sur le polyphylétisme plausible des Bryozoaires cheilostomes.....	229
D'HONDT, Marie-José (†) & D'HONDT, Jean-Loup.- <i>Anthomastus</i> et <i>Pseudanthomastus</i> (Octocorallia, Alcyoniidae) de Nouvelle Calédonie et d'autres provenances.....	75
FENGHOUR, H., LAZLI, A., CHAGRA, A., ROUAIGUIA, M., BOUAGUEL, L., BOUGUESSA, L., BOUGUESSA, S. & HOUHAMDI, M.- Menu trophique de deux espèces d'hirondelles (passereaux) nicheuses dans la ville de Tebessa (Est de l'Algérie).....	171
GUERFI, S., TADJINE, A., BOUTIN, C.- Première contribution à l'étude du zooplancton du marais de la Mekhada dans la région d'El Tarf (Nord-Est de l'Algérie).....	247
KHELFAOUI, F., KEBACI, A. & BENYACOUB, S.- Nouvelles données sur les Insecta et les Acarina, ectoparasites des chauves-souris (Mammalia : Chiroptera) en Numidie orientale, Algérie	63
KHELIFI, N., BOUCENNA, I., BOUALLEG, C., KAOUACHI, N., SAHTOUT, F., BENSOUILLAH, M.- Étude de la croissance du Carassin commun <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) du barrage Beni Haroun (Mila, Algérie).....	215

Contents of volume 143

BENRADIA, M., MENAA, M., GUELLATI, K., MAAZI, M.-C., BOUSLAMA, Z. & HOUHAMDI, M.- Ecology of Anatidae and of the common coot, <i>Fulica atra</i> , in the wetlands of Souk-Ahras Wilaya (northeastern Algeria)	145
BENTRAD, S. & CHALABI-BELHADJ, G.- Feeding behaviour of the White Stork (<i>Ciconia ciconia</i> L.) in the El Kala wetland complex	49
BOUCENA, I., KHELIFI, N., BOUALLEG, C., ALLALGUA, A., BENSOUILAH, M. & KAOUACHI, N.- Infestation of <i>Luciabarbus callensis</i> (Cyprinidae) by parasitic copepods at the reservoir of Foum El Khanga (Souk-Ahras, Algeria).....	201
BOUCHARD, J. & BOUCHARD-MADRELLE, C.- Surprising adaptative life of ascidian larvae in polluted harbours	3
BOUKHEDIM, A., BARA, M., CHAGRA, A., ROUAIGUIA, M., BOUDRAA, W., BOUAGUEL, L. & HOUHAMDI, M.- Study of the affect of nesting environment on some aspects of the reproduction in the Eurasian blue tit, <i>Cyanistes caeruleus</i> , in the forest of Beni-Salah (Bouchegouf, northeast Algeria).....	187
D'HONDT, J.-L.- Considerations on the potential polyphyly of the cheilostomatous Bryozoa	229
D'HONDT, Marie-José (†) & D'HONDT, Jean-Loup.- <i>Anthomastus</i> and <i>Pseudanthomastus</i> (Octocorallia, Alcyoniidae) from New Caledonia and other regions.....	75
FENGHOUR, H., LAZLI, A., CHAGRA, A., ROUAIGUIA, M., BOUAGUEL, L., BOUGUESSA, L., BOUGUESSA, S. & HOUHAMDI, M.- Diets of two species of swallows (passerines) nesting in the city of Tebessa (eastern Algeria).....	171
GUERFI, S., TADJINE, A., BOUTIN, C.- First contribution to the study of the zooplankton of the Mekhada marsh in the région of El Tarf (North-Eastern de Algeria).....	247
KHELFAOUI, F., KEBACI, A. & BENYACOUB, S.- New data on insecta and acarina parasitizing bats (Mammalia : Chiroptera) in Numidia, eastern Algeria	63
KHELIFI, N., BOUCENNA, I., BOUALLEG, C., KAOUACHI, N., SAHTOUT, F., BENSOUILLAH, M.- Study of growth of the Crucian Carp, <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758), in Beni Haroun reservoir (Mila, Algeria).....	215