

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة باجي مختار عنابة

Badji Mokhtar –Annaba University
Université Badji-Mokhtar, Annaba



Faculté des sciences

Laboratoire d'Ecobiologie des

Département des sciences de la mer

Milieux Marins et Littoraux

MÉMOIRE

Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Magister en Aquaculture

Les parasites de l'anguille (*Anguilla anguilla*) capturée dans le lac Tonga et la lagune El mellah

Option : Synécologie fonctionnelle et communautés parasitaires

Présenté par Mademoiselle : Ladjama Imene

Devant le Jury

PRÉSIDENT	:	Mr. Ladjama A	(Prof, Université. Annaba)
DIRECTEUR	:	Mr. Bensouilah M	(Prof, Université. Annaba)
EXAMINATRICE:		Mm. Bouslama Z	(M.C., Université. Annaba)
EXAMINATEUR :		Mr. Ouali K.D	(M.C., Université. Annaba)

Année universitaire 2010

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A la mémoire de mon père Daif, professeur de chimie à l'université de Badji Mokhtar – Annaba et ancien député, précocement disparu , je conserve un souvenir indélébile d'un père aimant et d'un homme soif de savoir, qui a traversé les océans pour des études de post graduation . Je sais que là-haut, il doit être fier de moi. Merci papa pour cet incommensurable héritage.

A ma mère qui n'a cessé de m'encourager pour atteindre les plus grands succès académiques .Maman je prie Dieu de te récompenser pour ton sacrifice.

A ma tante Fatma, je tiens à lui exprimer mes sincères remerciements pour son soutien.

A la mémoire de ma grand-mère bien aimée LALA et ma tante Fatiha.

A mon unique frère bien aimé Djalel.

A mes adorables sœurs : Yasmine – Cherifa – Djihane

A Toutes mes tantes, oncles, cousins, cousines

A mes amies spécialement : Ibtissem - Abir –Bilel –Mustapha -Houda – Hania

A mes camarades de la promotion 2007/2008 : Lamia – Chaneze – Asma, Imen et chahra.

Imene

Remerciements

Avant tout je remercie Dieu qui a éclairé mon chemin afin de mener au mieux ce travail.

Je remercie particulièrement les personnes suivantes :

Dr Bensouillah. M et Melle Djebari. N pour leur soutien moral, leur compréhension et leur patience. La régularité de leur suivi, leur esprit de critique constructive, la ténacité qu'ils ont manifesté à mon égard exigeant de moi des progrès incessants ont fédéré le don du meilleur de moi-même.

Mes respectueux remerciements vont à Monsieur le professeur Ladjama A. qui a fait l'honneur de présider cet honorable jury.

Je suis très honorée que Madame Bouzlama Z et Monsieur Ouali K.D examinent ce modeste travail.

Mes respectueux remerciements vont à Monsieur le professeur Taher A pour son aide remarquable en matière de statistique.

Par ailleurs, ce travail n'aurait pas vu le jour sans la collaboration d'un nombre de personnes envers qui, j'exprime toute ma gratitude spécialement ma sœur Djihen.

Résumé :

Cette étude porte sur les parasites de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* peuplant un plan d'eau douce (lac Tonga) et un plan d'eau saumâtre (la lagune El Mellah) que le complexe de zones humides du Parc National d'El Kala abrite.

L'examen de **720** poissons nous a permis de récolter **4134** spécimens de parasites chez les anguilles du lac Tonga et seulement **30** spécimens chez celles de la lagune El Mellah :

L'observation des caractères morpho-anatomiques des parasites récoltés nous a permis d'identifier 6 espèces : trois au niveau branchial (*Pseudodactylogyrus sp.*, *Ergasilus sp.* et *Argulus sp.*), une au niveau de la vessie gazeuse (*Anguillicola crassus*) et deux au niveau du tube digestif (*Cucullanus sp.* et *Bothriocephalus claviceps*).

C'est en eau douce que les anguilles abritent le plus grand nombre d'espèces parasites (6 contre seulement 4 en milieu lagunaire, ou l'absence d'*Argulus sp.* et *Cucullanus sp.* est notée).

L'évaluation des indices parasitologiques montre parmi les espèces recensées dans chaque plan d'eau, la nette prédominance de *Pseudodactylogyrus sp.* (P=85%) dans le lac Tonga et d'*Anguillicola crassus* (P=5%) dans la lagune ; *Bothriocephalus claviceps* infeste 26% et 0,3% des effectifs d'anguilles du lac Tonga et de la lagune respectivement. L'espèce *Pseudodactylogyrus sp.* infeste plus de 85% des effectifs de l'ensemble des classes de taille ; ce sont toutefois les anguilles de grande taille qui abritent plus de 10 spécimens. En ce qui concerne *A. crassus* les prévalences les plus élevées sont relevées chez les anguilles de petite taille mais, en revanche, les charges parasitaires les plus élevées sont notées chez les spécimens de grande taille.

Dans le lac Tonga, parmi les vessies dont la paroi est lésée, 41 % abritent des vers dans le lumen et 59 % sont vides ; En cumulant les individus présentant des parasites et ceux montrant des signes d'infestation(s) passée(s), les taux peuvent devenir très élevés et reflèteraient ainsi l'état de santé réel des anguilles du plan d'eau.

Dans le lac Tonga, 47% des effectifs d'anguilles infestées n'abritent qu'une seule espèce parasite et 40% en hébergent deux ; les anguilles chez lesquelles cohabitent trois espèces représentent 13%.

Mots clés: Parasites; Indices parasitaires; *Anguilla anguilla* ; lac Tonga ; lagune El Mellah ; PNEK.

الملخص:

هذه الدراسة تركز على الطفيليات عند الحنكليس أوروبي (*eneeporue elliugna*) من النوع *alliugna alliugna* الذي يعيش في المياه العذبة (بحيرة طنقة) و المياه المالحة (بحيرة الملاح) المتواجدين في الحديقة الوطنية للقالا التي تعد كمنطقة الرطوبة .

أن فحص 720 سمكة سمحت لنا التقاط 4134 طفيلي في بحيرة طنقة و سوى 30 طفيلي في بحيرة الملاح .

سمحت لنا ملاحظة الخصائص التشريحية و البيولوجية للطفيليات من التعرف عل 06 أنواع : 03 على مستوى الغلاصم (*ps suryglytcadoduesP*).

و نوع واحد على مستوى المتانة الغازية (*sussarc alocilliugna*) و اثنين في القناة الهضمية (*ps sunalucuC,specivalc sulahpecoirhtoB*).

تحتوي المياه العذبة على اكبر عدد من أنواع الطفيليات (06 مقابل 04 فقط في بحيرة الملاح و هذا لعدم وجود *Cuculanus sp et Argulus sp* في بحيرة الملاح).

بينت النتائج الخاصة بمؤشرات التطفل سيادة *ps suryglytcadoduesP* بنسبة انتشار 85 % في بحيرة طنقة و *Anguillicola crassus* بنسبة 5 % في الملاح و *pecivalc sulahpecoirhtoB* تصيب 26 % و 0.3 % من مجموع الأسماك التي تعيش في بحيرة طنقة و الملاح على التوالي .

ps suryglytcadoduesP تصيب أكثر من 85 % من مجموع فئات الحنكليس الأكبر حجم و هذا الأخير يحتوي على اكبر نسبة من طفيليات تصل إلى 10 طفيلي في السمكة الواحدة . أما فيما يتعلق ب. *crassus A* نسب الانتشار المرتفعة ظهرت عند الأسماك صغيرة الحجم و لكن الغزارة الطفيلية وجدت عند الأسماك كبيرة الحجم

في بحيرة طنقة من بين المتانات الغازية التي تظهر جروح في الغشاء الداخلي ; 41 % تحتوي على ديدان و 59 % فارغة تماما.

47 % من الأسماك في بحيرة طنقة المصابة تحوي على نوع واحد من الطفيليات , على غرار 40 % تحوي نوعين و الحنكليس الذي يحوي ثلاث أنواع نسبته 13 %.

الكلمات المفتاحية : الحنكليس الاوروبي , الطفيليات , المؤشرات الطفيلية , بحيرة طنقة , بحيرة الملاح , الحديقة الوطنية للقالا

Abstract:

This study focuses on the parasites of the European eel *Anguilla anguilla* lives in the freshwater (Lake Tonga) and a body of brackish water (Lagoon El Mellah) that exists in the National Park of El Kala, this latter is considered as a humid zone.

The examination of 720 fish we permitted to collect 4134 specimens of parasites in eels of Lake Tonga and only 30 specimens from those of the lagoon El Mellah.

The observation of morpho-anatomical parasites collected allowed us to identify six species: three in gill (*Pseudodactylogyrus sp.*, *Ergasilus sp.*, *Argulus sp.*), one level of the bladder (*Anguillicola crassus*) and two in the gastrointestinal tract (*Cucullanus sp.*, *Bothriocephalus Claviceps*).

In freshwater eels contain the largest number of parasite species (only 6 against 4 in the lagoon, or the absence of *Argulus sp.* et *Cucullanus sp.* is noted).

Evaluation of parasitological indices shows among the species surveyed in each lake, the predominance of *Pseudodactylogyrus sp.* (P = 85%) in the lake Tonga and *Anguillicola crassus* (P = 5%) in the lagoon; *Bothriocephalus Claviceps* infests 26% and 0.3% in the number of eels from Lake Tonga and the lagoon, respectively. The species *Pseudodactylogyrus sp.* infests more than 85% of the total class size; however, the big eels contain more than 10 specimens. Regarding *A. crassus* the highest rates are found in eels small but, in contrast, the highest parasite loads are noted in large specimens.

In Lake Tonga, among bladders whose wall is injured, 41% contain worms in the lumen and 59% are empty; by combining individuals with parasites and those showing signs of infestation (s) passed (s), the rates may become very high and thus would reflect the real state of health of eels from the water.

In Lake Tonga, 47% of the eel infested harboring a single parasite species and 40% contain two species, eels have three species represents 13%.

Keywords: Parasites; indices parasitic, *Anguilla anguilla*; Lake Tonga. Lagoon El Mellah; PNEK

Sommaire

Résumé	
Introduction	1
Chapitre 1 : Partie Expérimentale	
1. Matériels et méthodes	4
1.1. Sites d'échantillonnage	4
1.1.1. Le lac Tonga	4
1.1.2. la lagune El mellah	7
1.2. L'hôte	9
1.2.1. Classification	9
1.2.2. Morpho-anatomie	10
1.2.3. Ecologie	11
1.2.4. Aire de répartition	12
1.2.5. Cycle biologique	13
1.3. Méthodes d'étude	17
1.4. Indices parasitaires	19
1.5. Etude du régime alimentaire	20
1.6. Analyse statistique	21
Chapitre 2 : Résultats	
2. Résultats	22
2.1. L'espèce <i>Pseudodactylogyrus sp.</i>	22
2.2. L'espèce <i>Ergasilus sp.</i>	25
2.3. L'espèce <i>Argulus sp.</i>	26
2.4. L'espèce <i>Bothriocephalus claviceps.</i>	28
2.5. L'espèce <i>Anguillicola crassus</i>	32
2.6. L'espèce <i>Cucullanus sp.</i>	35
3. Diversités parasitaires	38
3.1. Répartition spatiale des indices parasitaires globaux	38

3.1.1. Prévalence %.....	38
3.1.2. Intensité d'infestation.....	39
3.1.3. Abondance.....	40
3.2. Distribution spatio-temporelle des indices parasite des espèces recensées	41
3.2.1. L'espèce <i>Anguillicola crassus</i>	41
3.2.2. L'espèce <i>Pseudodactylogyrus sp</i>	44
3.2.3. L'espèce <i>Bothriocephalus claviceps</i>	47
3.2.4. L'espèce <i>Argulus sp</i>	50
3.2.5. L'espèce <i>Ergasilus sp</i>	52
3.2.6. L'espèce <i>Cucullanus sp.</i>	54
3.3. Distribution des indices parasitologiques d' <i>Anguillicola crassus</i> en fonction de la taille de l'anguille	55
3.4. Distribution des indices parasitologiques de <i>Pseudodactylogyrus sp.</i> en fonction de la taille de l'anguille.....	57
3.5. Types d'association parasite chez l'anguille.....	59
4. Etude du régime alimentaire des anguilles	62
4.1. Coefficient de vacuité (Cv%)	62
4.2. Fréquences d'apparition des proies (F%).....	63
5. Etat de la vessie natatoire	66
6. Impact d' <i>Anguillicola crassus</i> sur l'anguille européenne.....	68
6.1. Etat des vessies natatoire des anguilles pêchées dans les 2 plans d'eau.....	68
6.1.1. Les vessies des anguilles du lac Tonga	69
6.1.2. Les vessies des anguilles de la lagune El mellah.....	72

Chapitre 3 : Discussion

3. Discussion	74
3.1. Diversité parasite et indices parasitologiques.....	74
3.2. Impact d' <i>Anguillicola crassus</i> sur la vessie gazeuse.....	79
3.3. Régime alimentaire de l'anguille des deux plans d'eau	81
Conclusion	83
Références bibliographiques	85

Listes des figures

N°	Titre	Page
1	Les menaces d'origine naturelle (Bruslé, 1994, modifié)	2
2	Les menaces d'origine anthropique (Bruslé, 1994, modifié).	2
3	carte géographique du Park. National d'El kala (PNEK 2009).	4
4	Photographie du lac Tonga (PNEK 2009).	4
5	Photographie de flore présente dans le lac Tonga (PNEK 2009).	5
6	Photographie de faune présente dans le lac Tonga (PNEK 2009).	6
7	Photographie de la bordigue de la lagune El Melleh (PNEK 2009).	7
8	Photographie du chenal de la lagune El Melleh (PNEK 2009).	7
9	Photographie de la flore présente dans la lagune El mellah (PNEK 2009).	8
10	L'anguille européenne, <i>Anguilla anguilla</i> (Robic.J. 2009).	9
11	Distribution géographique et aire de reproduction de l'anguille européenne (Migado, 2005).	12
12	Civelles (Baisez A.2009).	14
13	Anguilles jaunes (Baisez A.2009).	14
14	Anguille argentée (Site internet).	15
15	Cycle biologique de l'anguille européenne (Site internet).	16
16	Les différentes étapes avec les organes prélevés (1.2.3 : a. b. c) (Photos numériques prises : 12.05.2009).	18
17	loupe stéréo microscopique (Olympus SZX 10) pour la récolte et l'examen de l'anatomie des parasites rencontrés.	19
18	Morphologie générale de <i>Pseudodactylogrus sp</i> (o : ovaire ; t : testicule ; cg : glande) (Buchmann et al., 1987).	23
19	photographie de <i>Pseudodactylogrus sp</i> . (Microscopie électronique à balayage) (Buchmann et al., 1987).	23
20	Photographie de <i>Pseudodactylogrus s p</i> .	24
21	Photographie d' <i>ergasilus sp</i> (Site internet).	25
22	Schéma d' <i>Agulus sp</i> (Yamaguti, 1939).	27
23	Représentation schématique de <i>Bothriocephalus claviceps</i> (A-C:scolex, D: proglottis mature, E-F:proglottis gravides, G:organe génital) (Scholz, 1997)	30

24	Photographie de <i>bothriocéphalus claviceps</i> (Photo numérique prise : 02.03.2009).	30
25	morpho anatomie du nématode <i>Anguillicola crassus</i> . Vue générale (El Hilali M. 2007)	33
26	Photographie des différents stades d' <i>Anguillicola crassus</i> (Photo numérique prise : 15.04.2009).	34
27	Représentation schématique de <i>Cucullanus sp.</i> : a : femelle (région antérieure) ; b : femelle (région postérieure) ; mâle (région postérieure). (Site internet)	36
28	Photographie de <i>Cucullanus sp.</i>	36
29	Taux d'infestation des parasites recensés chez les anguilles capturées dans les 2 plans d'eau.	39
30	Intensité moyenne d'infestation des parasites recensés chez les anguilles peuplant les 2 plans d'eau.	40
31	Abondance des parasites recensés chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	41
32	Distribution mensuelle des prévalences d' <i>Anguillicola crassus</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	42
33	Distribution mensuelle des intensités moyennes d'infestations par <i>Anguillicola crassus</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	43
34	Distribution mensuelle des abondances d' <i>Anguillicola crassus</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	44
35	Distribution mensuelle des prévalences de <i>pseudodactyogyrus sp</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	45
36	Distribution mensuelle des intensités moyenne de <i>pseudodactyogyrus sp</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	46
37	Distribution mensuelle des abondances <i>pseudodactyogyrus sp</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	46
38	Distribution mensuelle des prévalences de <i>Bothriocephalus claviceps</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	48
39	Distribution mensuelle des intensités moyennes de <i>Bothriocephalus claviceps</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	49
40	Distribution mensuelle des abondances de <i>Bothriocephalus claviceps</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	49

41	Distribution mensuelle des prévalences <i>d'Argulus sp.</i> chez les anguilles provenant du lac Tonga.	51
42	Distribution mensuelle des charges parasite <i>d'Argulus sp.</i> chez les anguilles provenant du lac Tonga.	51
43	Distribution mensuelle des prévalences <i>d'Ergasilus sp.</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau	53
44	Distribution mensuelle des charges parasites <i>d'Ergasilus sp.</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	53
45	Répartition Taux d'infestation Par <i>Anguillicola crassus</i> en fonction de la taille des anguilles.	55
46	Répartition des charges d'infestation <i>d'Anguillicola crassus</i> en fonction des classes de taille des anguilles peuplant les le lac Tonga.	56
47	Répartition des charges d'infestation <i>d'Anguillicola crassus</i> en fonction des classes de taille des anguilles peuplant la lagune El Melleh.	56
48	Répartition du Taux d'infestation de <i>pseudodactylogyrus sp.</i> En fonction de la taille des anguilles.	57
49	Répartition des charges d'infestation de <i>Pseudodactylogyrus sp.</i> en fonction des classes de taille des anguilles peuplant les le lac Tonga.	58
50	Répartition des charges d'infestation de <i>Pseudodactylogyrus sp.</i> fonction des classes de taille des anguilles peuplant la lagune El Melleh.	58
51	Proportion des différentes combinaisons d'association de deux espèces parasites chez les anguilles du lac Tonga.	60
52	Proportion des différentes combinaisons d'association de trois espèces parasites chez les anguilles du lac Tonga.	60
53	Evolution mensuelle du coefficient de vacuité chez les anguilles des 2 plans d'eau.	62
54	Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la classe de taille des anguilles des 2 plans d'eau.	63
55	Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles de la lagune El Mellah.	64
56	Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles des différents	65

	classes de taille (lac Tonga).	
57	les différents états de la vessie natatoire relevée au niveau des deux sites d'études (Photos numérique prise : 05.04.2009).	68
58	Proportions des vessies lésées et des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.	70
59	Proportions des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.	70
60	Taux des vessies lésées (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.	71
61	Proportions des vessies lésées et des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles de la lagune. (VN: vessies natatoire)	73
62	Taux des vessies lésées (parasitées et non parasitées) chez les anguilles de la lagune El mellah.	73

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Production (en tonnes) d'anguilles dans le lac Tonga de 1999 à 2003 (source M.P.R.H. 2004).	6
02	La classification de l'anguille européenne.	9
03	Caractéristiques comparatives (Coudre, 2002).	10
04	Répartition géographique du genre <i>Pseudodactylogyrus sp.</i>	24
05	Répartition géographique du genre <i>Agulus sp.</i>	28
06	Relevé bibliographique des localités et des hôtes dans lesquels <i>Bothriocephalus claviceps</i> a été signalé.	31
07	Distribution spatiale des parasites recensés chez les anguilles peuplant les 2 plans d'eau.	38
08	Distribution spatio-temporel des indices parasitaires d' <i>Anguillicola crasus</i> chez les anguilles peuplant les 2 plans d'eau.	41
09	Distribution spatio-temporelle des indices parasitaires de <i>Pseudodactyogyrus sp</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau	44
10	Distribution Spatio-temporelle des indices de <i>Bothriocephalus sp.</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau	47
11	Distribution spatio-temporelle des indices de l'espèce <i>Argulus sp</i> chez les anguilles provenant du lac Tonga.	50

12	Distribution spatio-temporelle des indices <i>d'Ergasilus sp</i> chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.	52
13	Indices parasitaires de <i>Cucullanus sp.</i> chez les anguilles du Tonga.	54
14	Différents types d'association parasitaire rencontrés chez les anguilles du lac Tonga	59
15	Dénombrement des parasites recensés chez les anguilles de la lagune El Mellah.	61
16	états des vessies natatoires des anguilles capturées dans les deux sites d'étude.	66
17	Etat mensuelle des vessies natatoire des anguilles capturées dans le lac Tonga.	69
18	Etat mensuelle des vessies natatoires des anguilles de la lagune El mellah.	72

Introduction :

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*, L.) est une espèce migratrice amphihaline thalassotocue. Elle est longtemps apparue comme une espèce commune représentant une composante majeure des milieux aquatiques littoraux et continentaux, notamment dans les zones les plus proches des estuaires (Moriarty & Dekker, 1997 ; Feunteun et al., 1998 et 1999 ; Baisez et al., 2000 ; Baisez, 2001). Jusqu'en 1985 sa présence était même jugée indésirable dans les cours d'eau de première catégorie car il était supposé qu'elle exerçait une forte prédation sur les jeunes salmonidés.

Cependant, en 1984, les travaux du Groupe National Anguille mettaient en avant la situation préoccupante de l'espèce et la possibilité, à terme, d'une remise en cause de sa pérennité (Anonyme, 1984a et 1984b). Ce constat s'appuie sur plusieurs faits touchant notamment à la réduction des indices d'abondance de l'anguille : diminution de la production des pêcheries, résultats d'inventaires continentaux... (Castelnaud et al, 1994 ; Guerault et al, 1991 ; Bruslé, 1990 ; Desaunay & Guerault, 1997). La situation, dénoncée par le Groupe National Anguille et prise en compte par le Ministère de l'Environnement, a abouti à attribuer à l'anguille le statut d'espèce vulnérable dans le « livre rouge des espèces menacées de poissons d'eau douce » (Keith et al, 1992).

Les causes de régression de l'anguille sont multiples : de nombreux facteurs défavorables s'exercent sur les populations d'anguilles. Ils réduisent de façon importante le nombre d'individus capables de subir la maturation physiologique, les rendant aptes à entreprendre la migration de retour vers l'aire de ponte dans la mer des Sargasses. Ces facteurs peuvent être naturels (figure 1), tels que la prédation et les infestations parasitaires, ou anthropiques (figure 2), tel que la réduction des habitats disponibles due à diverses perturbations : construction de barrages, disparition des zones humides, dégradation des milieux aquatiques, recalibrage des cours d'eau... (Feunten, 2002).

En Algérie, la pêche de l'anguille *Anguilla anguilla* a débuté depuis déjà 3 décennies dans les divers plans d'eau du complexe de zones humides du Parc National d'El Kala. Les études sur les pathologies de l'anguille ont été réalisées dans divers hydrosystèmes de la région extrême Nord Est de l'Algérie où ce poisson est rencontré (Meddour et al., 1999 ; Djebari et al., 2005 ; Loucif et al., 2009). Ces études se sont juste intéressées à l'inventaire des pathologies dans les lacs, lagunes et oueds sans aborder leur évolution temporelle.

L'objectif visé dans cette étude est de décrire l'évolution des parasites de l'anguille peuplant lac Tonga et la lagune el mellah durant tout un cycle, d'un mois à l'autre et en fonction de la taille de l'hôte.

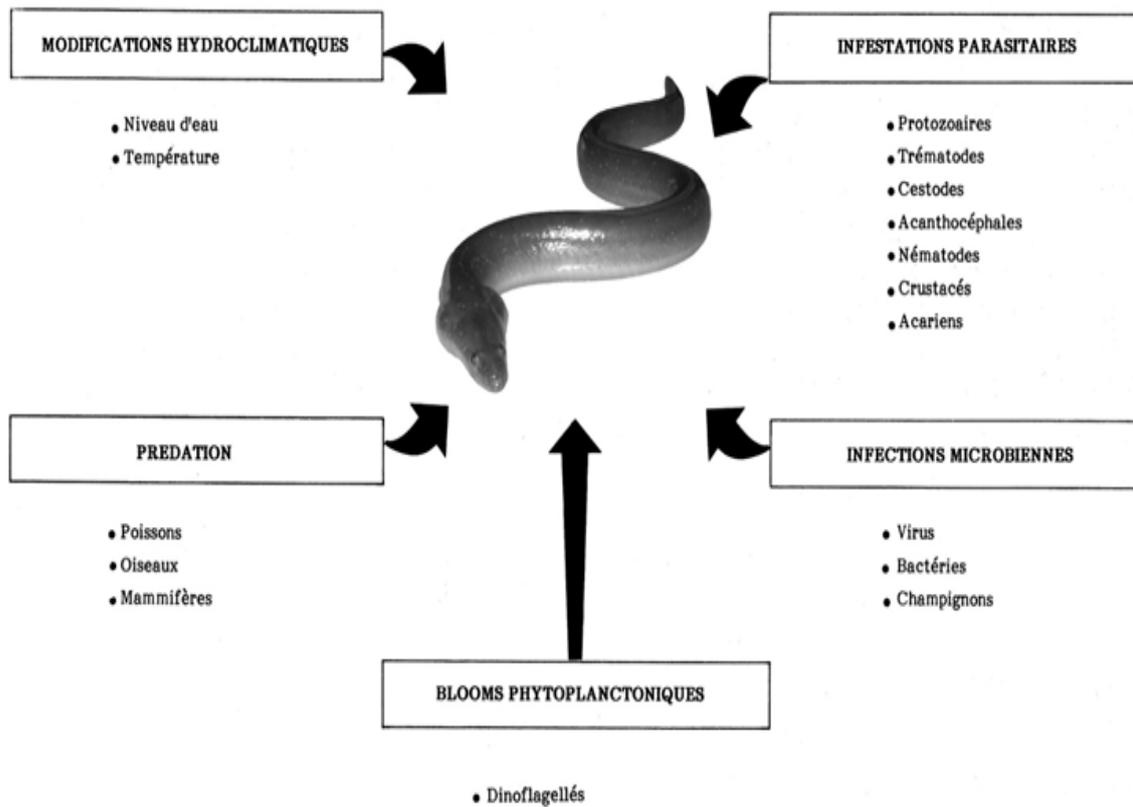


Figure 1 : Les menaces d'origine naturelle (Bruslé, 1994, modifié).

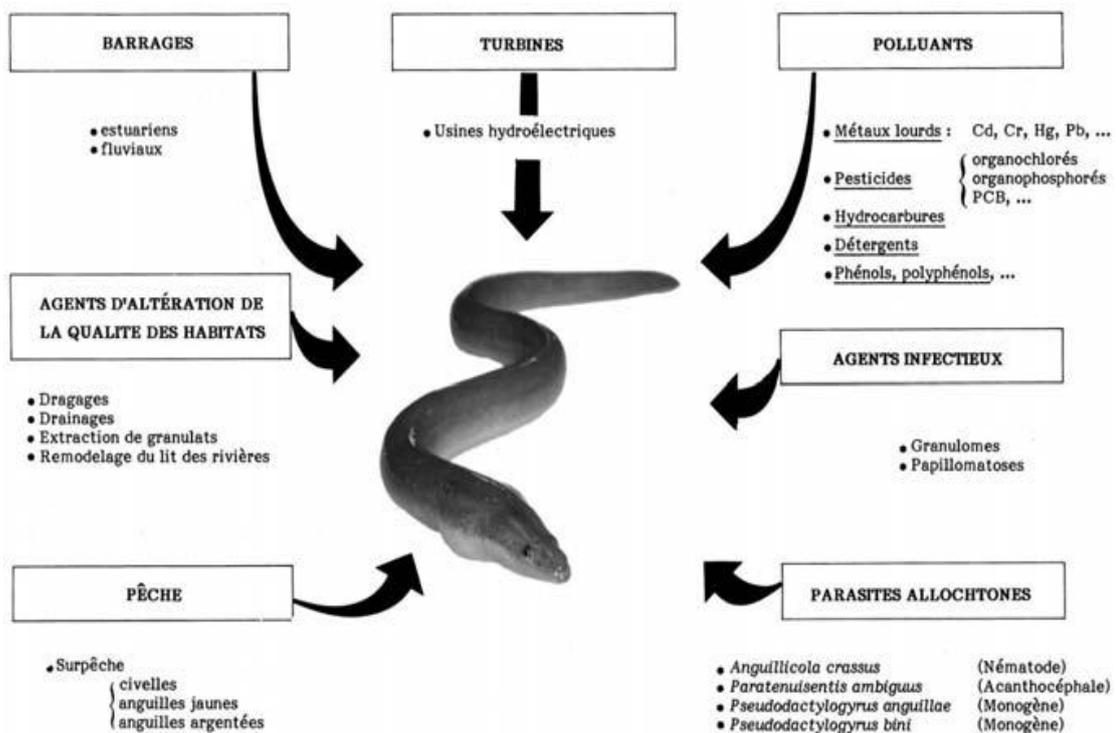


Figure 2 : Les menaces d'origine anthropique (Bruslé, 1994, modifié).

Notre travail s'articule sur :

***Introduction** générale.

***Matériels et Méthodes** : elle comprend un descriptif du site d'étude, du matériel et des méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude tout en présentant l'anguille européenne *Anguilla anguilla* (sa biologie, sa reproduction, etc...).

***résultats** : dans cette partie nous avons décrit tous les parasites rencontrés au niveau des 2 sites d'études avec une comparaison entre ces derniers, l'évolution de leurs indices épidémiologiques en fonction du temps et de la taille de leurs hôtes ; Nous nous sommes intéressés, plus particulièrement, à l'Anguillicolose et l'état de la vessie natatoire.

Les données obtenues ont fait l'objet d'une analyse statistique.

***discussion**: dans cette partie sont discutés les résultats obtenus dans le cadre de cette étude avec ceux rapportés dans diverses régions où l'anguille européenne est présente.

***conclusion générale** : nous clôturons ce manuscrit par une conclusion et des perspectives d'études.

1. Matériels et Méthodes:

1.1. Site d'échantillonnage:

Dans le cadre de cette étude nous avons procédé à l'examen des anguilles peuplants le lac Tonga et la lagune El mellah, deux plans d'eau du complexe des zones humides du Parc National d'El Kala.

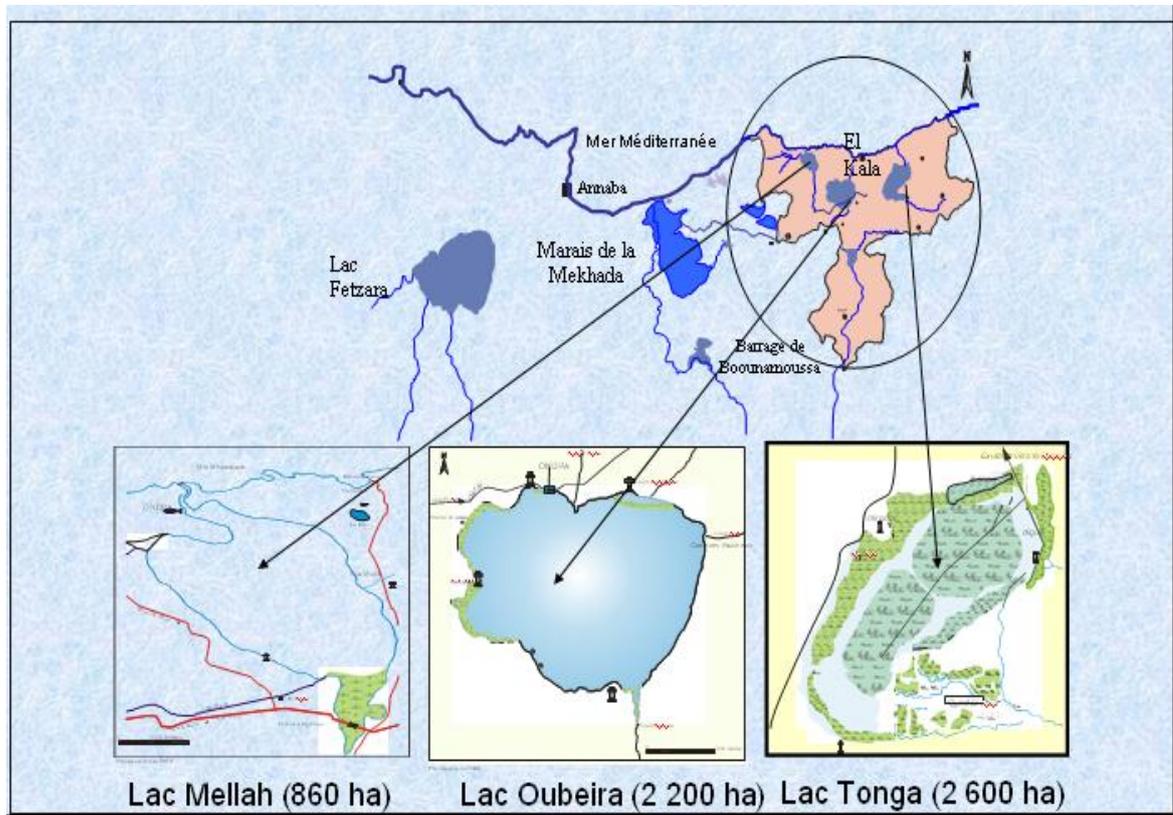


Figure 3 : Carte représentant le Park. National d'El kala (PNEK 2009).

1.1.1. Le lac Tonga:



Figure 4 : Photographie du lac Tonga (PNEK 2009).

- **Position et dimensions :**

Le lac Tonga est situé dans le parc nationale d'El Kala (latitude 36° 53' N, longitude 08° 31' E), classé réserve intégrale et site Ramsar d'importance internationale depuis 1983. Il est alimenté par le ruissellement sur un bassin versant de 75 km². Le niveau est régulé au moyen de vannes. L'exutoire en direction de la mer est constitué par le canal de Messida.

La surface du lac est de 2600Ha, recouverte en mosaïque à plus de 80% .Caractérisé par une végétation émergente avec de grandes plages d'eau libre occupées partiellement par le nénuphar blanc et abritant une diversité biologique très importante du fait de la qualité et la diversité de ce plan d'eau.

- **Bathymétrie :**

Les mesures bathymétriques font ressortir que le lac Tonga est un plan d'eau peu profond. La profondeur maximale mesurée en période estivale est de 1,80 m et la profondeur moyenne est de 1,20 m. (source M.P.R.H. 2004).

- **Caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac Tonga:**

De part sa faible profondeur, le fonctionnement du lac Tonga, se trouve sous une forte influence de facteurs majeurs tels que la température, les vents, les précipitations et l'ensoleillement ; de ce fait, les variations de ces paramètres ont des effets immédiats sur l'écosystème et sont par ailleurs liés au rythme des saisons (source M.P.R.H. 2004).

Dans la lac Tonga la température de l'eau est comprise entre 18,7 et 22,5°C ; Les températures les plus basses sont relevées en mai et les plus élevées en juillet. Le pH de l'eau du lac Tonga est compris entre 6,65 et 9,81 (source M.P.R.H. 2004). ;

- **Flore remarquable :**

Le lac Tonga compte 82 espèces végétales qui appartiennent à 31 familles, parmi elles 32 espèces, soit 39% sont rares à rarissimes, comme *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba* et *Utricularia exoleta* (PNEK2009).



Figure 5 : Photographie de flore présente dans le lac Tonga (PNEK 2009).

• **Faune remarquable :**

Le lac abrite la loutre *Lutra lutra* et il est le site de nidification d'un nombre important d'espèces aviaires : le Râle d'eau *Rallus aquaticus*, l'Erismature à tête blanche, le Fuligule nyroca, la Talève sultane, le Blongios nain *Ixobrychus minutus*, la Guifette moustac *Chlidonias hybrida*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*. On y rencontre également la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* occasionnelle et le Flamant rose. Sa richesse avifaunistique s'élèverait à 23 espèces d'oiseaux d'eau nicheurs, qui dépasserait les 45 si l'on retient l'ensemble des espèces nicheuses, notamment Passereaux, Marouettes et Rapaces (PNEK 2009).



Figure 6 : Photographie de la faune présente dans le lac Tonga (PNEK 2009).

Le lac Tonga abrite des poissons essentiellement l'Anguille, Mulet, Carpe et Gambusie, des mollusques (Unios, Sangsue), des vertébrés (Grenouille, Tortue d'eau) (PNEK2009).

Une filière est prévue portant sur l'exploitation d'anguille. La pêche est théoriquement autorisée de septembre à février pour ne pas déranger la nidification des oiseaux d'eau pour lesquels le lac Tonga constitue la zone privilégiée de nidification à l'échelle du Maghreb. Seule l'anguille fait l'objet d'une exploitation par des concessionnaires privés. Les seules statistiques dont nous disposons concernent les quantités pêchées pour la période de 1990 à 2003 (tab.1).

Tableau 1: Production (en tonnes) d'anguilles dans le lac Tonga de 1999 à 2003 (source M.P.R.H. 2004).

Année	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
Prod.	22	9	12	-	18	17	26	19	28	12	13	36	22	17

Les anguilles sont capturées par un système de nasse et stockées vivantes dans des viviers jusqu'à la vente.

1.1.2. La lagune El Mellah :

La lagune El Mellah (latitude 36° 55' N et de longitude 08° 13' E), est située dans la zone nord-ouest du parc nationale d'El Kala ; elle est classée réserve intégrale et site Ramsar d'importance internationale depuis 2004.

Ce plan d'eau à une superficie de 860 ha, il communique avec la mer par un chenal de 900m ; il est unique en Algérie et est probablement celui dont le fonctionnement écologique est le plus compliqué, en raison d'une donnée supplémentaire « la salinité ».

Le changement des situations hydrologiques à l'intérieur de cette lagune et au cours de l'année, lui confère une grande richesse biologique, (nombreux invertébrés aquatiques, dont les mollusques) (PNEK 2009).



Figure 7 : Photographie de la bordigue de la lagune El Mellah (PNEK 2009).



Figure 8 : Photographie du chenal de la lagune El Mellah (PNEK 2009).

- **Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la lagune**

- L'existence de 2 périodes : l'une froide et l'autre chaude illustrée par des températures comprises entre 11.8 min et 20°C max en hiver et 20°C min et 32.6°C max en été (source M.P.R.H. 2004).

- Les salinités les plus basses sont enregistrées en janvier et les salinités les plus élevées sont relevées en Juillet (source M.P.R.H. 2004).

- Le pH de l'eau de la lagune est alcalin, généralement proche de 8 (source M.P.R.H. 2004).

- **Flore remarquable :**

Une végétation typiquement halophile (jonc, sali come) se développe au niveau du lac Mellah (PNEK 2009).



Figure 9 : Photographie de la flore présente dans la lagune El mellah (PNEK 2009).

- **Faune remarquable :**

Le lac Mellah est réputé pour sa richesse halieutique composée d'une quinzaine d'espèces de poissons, mollusques et crustacés à grande valeur marchande tels le loup, la daurade, la sole, l'anguille, la palourde, la matsagoune (PNEK 2009).

- Dans la lagune, quatre (04) activités aquacoles sont prévues (PNEK 2009) :

- La pêche lagunaire portant sur l'exploitation de poisson (Lou, Dorade, Sole, Mulet, Anguille....etc) et de crustacées (Crevette, Matsagoune).
- La récolte de palourde.
- L'élevage des bivalves (Moule et Huître).
- L'élevage de crevette associé à la production de palourde en zones hors Lac.

1.2. L'hôte: L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L)

1.2.1. La classification :

Tableau 2 : La classification de l'anguille européenne.

<u>Classification</u>	
<u>Règne</u>	<i>Animalia</i>
<u>Embranchement</u>	<i>Chordata</i>
<u>Sous-embranchement.</u>	<i>Vertebrata</i>
<u>Super-classe</u>	<i>Osteichthyes</i>
<u>Classe</u>	<i>Actinopterygii</i>
<u>Sous-classe</u>	<i>Neopterygii</i>
<u>Infra-classe</u>	<i>Teleostei</i>
<u>Super-ordre</u>	<i>Elopomorpha</i>
<u>Ordre</u>	<i>Anguilliformes</i>
<u>Sous-ordre</u>	<i>Anguilloidei</i>
<u>Famille</u>	<i>Anguillidae</i>
<u>Genre</u>	<i>Anguilla</i>
Nom binominal : <i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	

La famille des *Anguillidés* ne comprend qu'un seul genre, comportant 14 et 19 espèces suivant les auteurs (anonyme 1984), réparties sur les cinq continents (cependant le nombre d'espèce varie suivant les auteurs). Les critères spécifiques de ces anguilles sont basés sur la distribution géographique, la longueur de la nageoire dorsale, la disposition des dents maxillaires et vomériennes du plafond buccal, la robe tachetée ou non, et le nombre de vertèbres (Keith & Allardi, 2001). L'espèce majoritairement représentée en Europe, *Anguilla anguilla* (fig.10), a été décrite par Linné en 1758. L'anguille américaine, *Anguilla rostrata* peut également se rencontrer en Europe, par exemple en Islande (Feunteun et al., 2002).



Figure 10 : L'anguille européenne, *Anguilla anguilla* (Robic, 2009).

1.2.2. Morpho-anatomie :

- **Description :**

La forme très particulière, de l'anguille est serpentiforme, allongé cylindrique et recouvert d'une peau épaisse dans laquelle s'imbriquent de minuscules écailles ovales qui n'apparaissent qu'à l'âge de 4 à 5 ans. De 60 cm de long pour un poids de 400 g environ (Taille: de 20 à 50 cm pour les mâles et de 40 à 150 cm pour la femelle. Poids : 100 à 500 g pour le mâle et de 0,300 à 3 kg pour la femelle jusqu'à 4 kg.).La mâchoire est garnie de toutes petites dents en très grands nombres (Gysin, 2004).La mâchoire inférieure est plus courte que la supérieure. La tête est légèrement aplatie et les opercules laissent apparaître chacun un petit orifice branchial. Les yeux sont de petite taille. La bouche, largement fendue renferme une fine dentition saillante.L'anguille possède deux paires de narines au bout du museau, qui nous montre que l'odorat est primordial chez ce poisson. Elle est un poisson de l'ombre, car elle passe son temps caché dans les obstacles, à l'abri de la lumière. Les nageoires pelviennes sont absentes, les nageoires caudales, anales et dorsales sont soudées. L'anguille jaune (forme sédentaire en eau douce) a le dos brun-olive et le ventre jaune, tandis que l'anguille argentée (forme migratrice) est vert-gris sur le dos avec des reflets argentés sur les flancs et le ventre.Les jeunes spécimens ou Leptocéphales ont une allure de feuille de saule (Gysin, 2004).

Tableau 3 : Caractéristiques comparatives (Coudre, 2002).

Taille moyenne adulte	1,20 m (max: 1,50 m pour 6 à 7 kilos)
Mode de reproduction	sexes séparés
Période de reproduction	éclosion mars-avril (mer des Sargasses)
Fécondité	de 3 à 8 millions d'œufs
Dorsales	245 à 275 rayons souples
Anale	205 à 235 rayons souples
Pectorales	17 à 20 rayons
Ventrales	Absentes
Caudale	10 rayons souples
Ligne latérale	recouvre près de 120 vertèbres
Écailles	minuscules et incrustées dans la peau

1.2.3. Ecologie :

L'anguille se déplace en nageant (pas très bien) et surtout par reptation, dans les milieux humides. Son activité est plutôt nocturne, elle se cache le jour.

Le rôle de l'anguille dans son écosystème est multiple compte tenu de sa fréquentation d'habitats très variés au cours de son cycle biologique. Les stades marins larvaires de l'anguille s'alimentent sans doute de plancton microscopique, mais il est très peu probable que cela ait un effet sur l'écosystème pélagique dans lequel ils vivent pendant environ 3 ans.

Son régime alimentaire est composé d'escargots et de larves aquatiques, de têtards, de petits poissons. Ses prédateurs sont le héron, la loutre, les poissons carnassiers et l'homme. Au cours des stades de civelle et d'anguillettes, des proies plus grosses peuvent être capturées car ces stades sont plus mobiles que les stades plus précoces.

Enfin, au cours du stade d'anguille jaune, période de croissance, les anguilles deviennent des prédateurs omnivores. Les larves de chironome, les vers, les moules, les gastéropodes, les insectes, les crustacés (écrevisses d'eau douce, en particulier), les poissons et les œufs de poissons sont consommés en fonction de leur disponibilité ; des grenouilles et des petits rongeurs peuvent également être consommés. Le seul cas d'impact notable des anguilles sur leur écosystème a été observé en présence d'écrevisses d'eau douce (*Astacus astacus*) en rivière ou en lac. Après un peuplement d'anguilles, certaines populations d'écrevisses ont fortement diminué en raison de la prédation des anguilles (Mikaelian, 2002).

Les anguilles ne semblent donc pas avoir un impact significatif sur le recrutement des autres espèces. La variété de son alimentation devrait rendre l'anguille plutôt sensible aux autres prédateurs ; au contraire, les anguilles jaunes présentent des taux de survie très élevés ;

Moriarty (1987) attribue cette caractéristique des anguilles à leur évitement de tous les prédateurs (à tous les stades de développement) ainsi qu'à une survie élevée en présence de conditions sous-optimales pour la croissance. Même lorsque des civelles sont stockées dans des lacs où elles n'apparaîtraient jamais naturellement, un pourcentage élevé arrive à survivre jusqu'à leur capture comme anguilles jaunes ou argentées (Tulonen et Pursiainen, 1992).

✓ Habitat :

L'habitat des anguilles peut être très variable en termes de profondeur d'eau, de couvert végétal, de granulométrie, de courant etc. Il existerait des profondeurs en fonction des tailles des individus. Cependant le paramètre majeur de répartition est la distance à la mer et l'accessibilité de l'habitat par le réseau hydrographique. L'anguille est un bon indicateur du continuum fluvial piscicole.

✓ **Capacité de nage :**

Les civelles nagent en moyenne 29 cm/s avec un courant à 20 cm/s et une température de 11 à 14,3°C. Les anguilles jaunes peuvent nager de 1,94 à 4,8 fois leur longueur par seconde. Les argentées elles, semblent rejoindre l'aire de ponte avec une vitesse moyenne de 2,7 à 3,9 km/heure.

✓ **Tolérance de température :**

Les anguilles ont une température optimale de croissance estimée à 22°C. La température létale est difficile à estimer car l'anguille devient inactive lorsque la température diminue (à partir de 12°C). La température maximale tolérée dépend de l'acclimatation (température de départ) mais elle serait létale à partir de 39°C.

✓ **Croissance:**

Les anguilles ont une forte croissance dépendant de leur âge, de la température et de la capacité trophique du milieu. D'une manière générale, la croissance varie de 3 à 8 cm par an.

✓ **Longévité en milieu continental :**

De 3 à 14 ans pour les mâles (taille de 50 cm) et de 6 à 18 ans et plus pour les femelles (taille de 50 cm à plus de 1 m).

1.2.4. Aire de répartition :

L'anguille européenne possède une aire de répartition extrêmement vaste, séparée en deux régions distinctes, en relation avec le caractère migrateur de cette espèce.

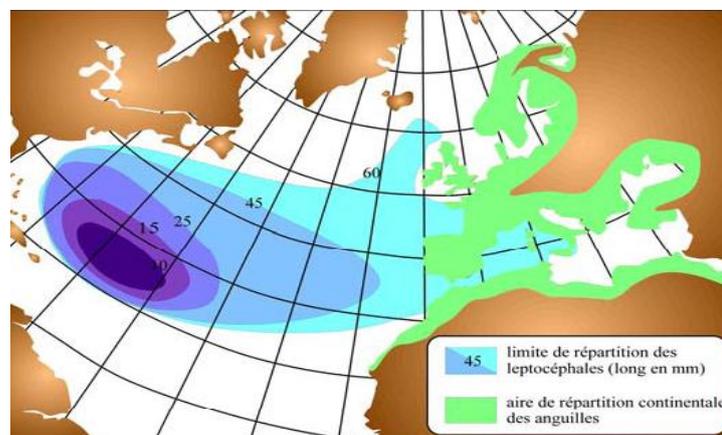


Figure 11: Distribution géographique et aire de reproduction de l'anguille européenne (Migado, 2005).

L'aire de ponte semble se situer dans la mer des Sargasses (Ginneken et Maes, 2005 ; Maes et al. 2006). En effet, c'est dans cette zone que les plus petites larves (5 mm) ont été trouvées (Schmidt, 1922). L'aire de grossissement correspond aux zones côtières et aux cours d'eau de l'Europe et de l'Afrique du Nord (Tesch, 1977). L'anguille y occupe des habitats très variés (estuaires, rivières, étangs, lacs, etc.).

L'anguille est un poisson amphihaline thalassotoque ; elle est largement répandue dans la Zone tempérée de l'hémisphère Nord ; les limites géographiques de son aire de répartition en phase sub-adulte dépendent principalement de la dissémination des larves pré-leptocéphales et leptocéphales (stades océaniques) par les courants océaniques (principalement le courant nord équatorial : le *Gulf Stream* et sont définis comme suit :

- Au Nord : du Cap Nord à la côte de Mourmansk (72° - 80°N).
- Au Sud : Côte atlantique du Maroc et des Iles Canaries (30°N).
- A l'Est : Ensemble de la Méditerranée et la Mer Noire (48° - 65°E).
- A l'Ouest : Islande, Madère et les Açores (20°W).

Dotée d'une grande valence écologique, l'anguille est caractérisée par la grande diversité des sites colonisés ; depuis les eaux froides de l'Islande et de la Scandinavie jusqu'aux eaux tempérées des côtes marocaines, colonisant aussi bien les eaux purement marines et les eaux saumâtres lagunaires et estuariennes que les eaux douces fluviales, et à des altitudes pouvant aller jusqu'à 1000m (Deelder, 1985).

Avec les transferts pour l'aquaculture, l'anguille européenne se développe désormais au Japon et dans la mer du Japon. Elle peut même dominer sur certaines portions de rivière (Okamura et al. 2001 et 2002).

1.2.5. Cycle biologique :

L'anguille européenne est une espèce migratrice amphihaline thalassotoque, c'est à dire qu'elle est obligée, pour réaliser son cycle biologique, de vivre en eau saumâtre ou en eau douce et de rejoindre son lieu de reproduction situé en mer. L'anguille se reproduit en mer des Sargasses, quelque part au large des Bermudes. Le lieu exact reste inconnu. L'anguille d'Europe va vers l'Est, tandis que celle d'Amérique va vers l'Ouest. Ce long voyage sera le dernier de leur existence puisqu'elles se rendent en mer des Sargasses pour frayer et mourir. Après avoir séjourné une quinzaine d'années environ en eau douce, l'anguille entame sa migration pour aller se reproduire. Comment ces anguilles se guident-elles ? Comment les descendants feront-ils pour retrouver les eaux européennes et américaines ? Les scientifiques

ne le savent pas vraiment mais ils pensent que l'anguille utilise son puissant odorat. Il a été en effet démontré qu'elle pouvait déceler 1 ml d'une substance contenue dans 50 fois le volume d'eau du lac de Constance. La femelle pond jusqu'à 4 millions d'œufs qui sont fertilisés par le mâle. Après la ponte, les adultes meurent. Les larves (leptocéphales) dérivent pendant 3 ans en suivant le Gulf Stream. Les larves de l'anguille d'Amérique dérivent pendant environ 18 mois pour atteindre les eaux côtières d'Amérique du Nord. La larve se nourrit de plancton. A l'approche des côtes, les larves se métamorphosent en jeunes translucides (civelles), qui nagent jusqu'aux lacs et rivières. Ces jeunes se colorent ; Ils grandissent jusqu'à maturité et portent le nom d'anguilles jaunes.



Figure 12 : Civelles (Baisez, 2009).

L'anguille jaune passe 6 à 20 ans en eau douce. Sa croissance dépend de la température de l'eau et de l'abondance de nourriture. Sa couleur varie du jaune à l'olive-brun.



Figure 13 : Anguilles jaunes (Baisez, 2009).

L'anguille mature « anguille argentée » a des yeux plus grands et un ventre brillant. Ces adultes rejoignent alors l'océan pour retourner sur leur lieu de naissance. Les cellules sexuelles mûrissent au cours du voyage pendant lequel ils ne se nourrissent pas.



Figure 14 : Anguille argentée (Site internet).

❖ **Le cycle de la vie peut alors reprendre :**

La ponte en Mer des Sargasses se déroule en février-mars. L'éclosion des oeufs de mars à juillet produit des larves de 5 à 10 mm se laissant porter par les courants marins (Gulf Stream) vers les côtes européennes. La larve appelée leptocéphale ("feuille de saule") est carnivore et se nourrit de zooplancton. Sur le plateau continental, ces larves (75 mm) vont subir une première métamorphose (modifications morphologiques, anatomiques et physiologiques) pour devenir en août-septembre des civelles (ou pibales au sud de la Loire) qui cessent de s'alimenter.

- **Civelles et aiguillettes**

L'entrée des civelles en estuaire est plus longue et plus précoce au sud de l'aire de répartition (octobre pour l'Adour, janvier-février pour la Somme). Les civelles d'abord transparentes, se pigmentent et recommencent à s'alimenter pour devenir des aiguillettes poursuivant leur migration de colonisation plus ou moins loin à l'intérieur des terres selon l'état de saturation des milieux aval, les obstacles rencontrés et la pente des rivières.

- **Anguilles jaunes**

Les aiguillettes deviennent des anguilles jaunes (dos olivâtre et ventre jaunâtre) qui continuent leur croissance et leur progression vers l'amont, poussées par la puissance du flux migratoire. La différenciation des sexes apparaît à partir d'une taille de 20 cm. Les mâles dominant dans les zones côtières et les femelles dans les zones situées en amont. La phase de croissance s'achève par une deuxième métamorphose transformant les anguilles jaunes en anguilles argentées, prêtes à regagner les grandes profondeurs océaniques.

- **Anguilles argentées**

L'avalaison intervient lors du rafraîchissement des eaux (9°C) et à l'occasion d'un mouvement d'eau. A l'automne, lors des premières crues, les anguilles argentées regagnent la mer, portées par le courant. La migration, longue de 5000 km (d'une durée de 4 mois) reste mal connue et entretient le mystère de l'anguille.

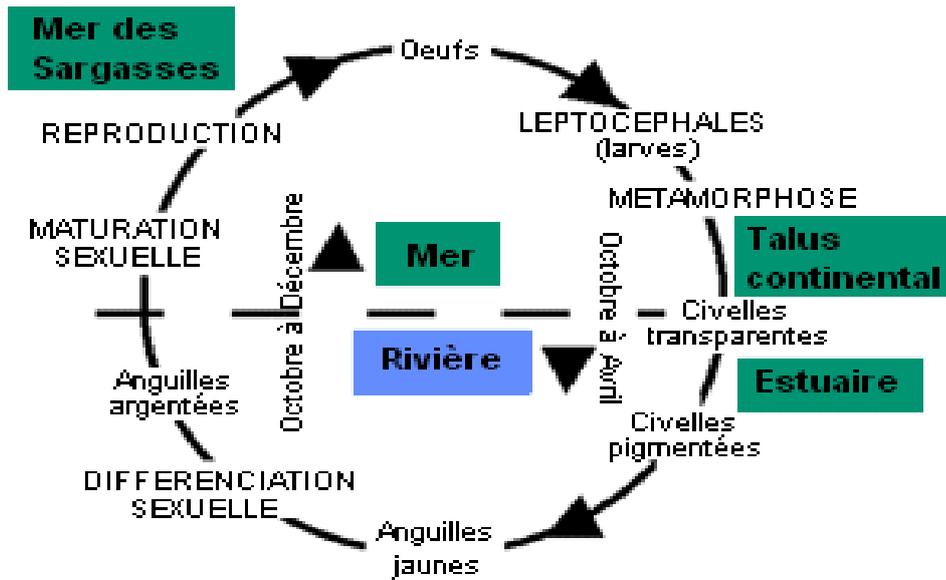


Figure 15 : Cycle biologique de l'anguille européenne (Site internet).

1.3. Méthodes d'étude :

La présente étude a ciblé les populations d'anguilles peuplant le lac Tonga et la lagune El Mellah durant la période s'étalant de décembre 2008 à novembre 2009. L'échantillonnage des anguilles est aléatoire et mensuel (30 anguilles par mois et par plan d'eau) .

Tous nos échantillons proviennent des captures de pêcheurs professionnels ; les anguilles sont transférées et maintenues vivantes au laboratoire afin de subir le protocole comprenant les opérations décrites dans le paragraphe suivant :

Protocole d'étude des anguilles

01	Noter le numéro de l'anguille examiné, la date, le lieu.
02	Mesurer et peser l'anguille (Biométrie) : leur longueur totale (L) (de l'extrémité de la lèvre inférieure à l'extrémité de la nageoire caudale) a été mesurée au 0,5 mm près et leur poids frais (W) évalué au milligramme près par une balance électronique « SARTORIUS » de précision 1/1000 g.
03	examiner les yeux (humeur, rétine, lentille).
04	Retirer les branchies, les rincer, examiner chaque arc branchial et l'eau de rinçage au microscope binoculaire.
05	Retirer les otolithes pour évaluer l'âge.
06	Ouvrir la cavité abdominale par le ventre. Noter le sexe
07	Examiner la cavité et chercher les parasites à la surface des organes internes (cœur, foie, rate, vésicule biliaire, tube digestif, gonades, reins, vessie).
08	Séparer l'estomac, les cæcums pyloriques et l'intestin. Les ouvrir longitudinalement et chercher les parasites sous binoculaire.
09	Récolte, dénombrement et mensurations des parasites : Après ouverture de la cavité abdominale, la vessie est isolée entièrement et délicatement sectionnée pour ne pas endommager les parasites dont le corps sensible peut s'abîmer sous la moindre pression. Aussi, soigneusement prélevés, rincés à l'eau distillée et comptés, les nématodes sont mesurés (longueur totale).

❖ **Les différentes étapes avec les organes prélevés :**



(1) Mesures biométriques des anguilles



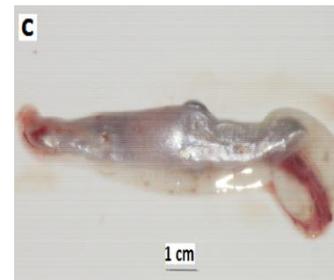
(2) Anguille disséquée



(a)



(b)



(c)

(3) Organes prélevés après dissection (de gauche à droite : a-branchies, b-tube digestif et c-vessie gazeuse).

Figure 16 : Les différentes étapes avec les organes prélevés (1.2.3 : a-b-c)

(Photos numériques prises : 12.05.2009).

❖ **Traitement des parasites récoltés et identification :**

En ce qui concerne les branchies, après les avoir retirées, elles sont congelées toute une nuit pour permettre aux parasites de se détacher (la congélation des branchies pendant 12H ou plus, avant toute fixation, agit comme un excellent relâchant des parasites (Mizelle, 1938). Les arcs branchiaux à examiner sont mis dans une éprouvette de 100 ml remplis aux deux tiers d'eau. Une agitation énergique suffit à séparer les parasites des filaments branchiaux. Le dépôt est ensuite transféré dans une boîte de pétri diluée jusqu'à ce qu'il soit suffisamment clair pour permettre l'observation sous loupe binoculaire. Enfin, les parasites prélevés un à un à la pipette capillaire et rincés plusieurs fois à l'eau ordinaire, sont transférés sur lame, toujours au moyen d'une pipette ; dès que la dernière trace d'humidité a disparu, une goutte de vernis à ongle est déposée sur le parasite ; une lamelle est déposée sur la préparation, puis on procède à l'identification à l'aide de stéréomicroscope (Charles et Géry, 1968).

Les tubes digestifs sont prélevés par section au niveau supérieur de l'œsophage près de la cavité buccale et de la papille uro-génitale (anus). Les graisses mésentériques sont ôtées lorsqu'elles adhèrent à l'intestin. L'estomac, les cæcums pyloriques et l'intestin sont séparés

et sectionnés longitudinalement ; à ce moment, le contenu est vidé (sans gratter la paroi) à l'aide d'une spatule ou pince par lavage au dessus d'une boîte de Pétri.

A l'aide de loupe binoculaire, les différentes proies ingérées sont examinées (pour l'évaluation du régime alimentaire des anguilles) et les parasites sont recherchés, décantés et conservés pour une identification ultérieure.

L'examen de la vessie gazeuse a d'abord consisté à évaluer son état de dégradation (vessie opaque, hémorragique, nacré, translucide), avant de l'isoler et de la sectionner longitudinalement. Les parasites rencontrés dans la vessie natatoire sont prélevés, la plupart du temps vivants ; débarrassés du liquide hémorragique et sont dénombrés et conservés pour une identification ultérieure.

A la fin de chaque opération, chaque espèce ou type de parasite, de chaque organe, sera placé dans un pilulier séparé (contenant une solution d'éthanol à 70%) pour une identification ultérieure, sur lequel l'étiquette indiquera la date et le lieu de capture du poisson, la position du parasite dans l'hôte. Les parasites sont manipulés et transférés avec des pipettes, ou des pinceaux fins ; afin de ne pas les percer avec des instruments pointus.

L'étude de l'anatomie des parasites récoltés est réalisée à l'aide d'une loupe stéréomicroscopique (Olympus SZX 10).



Figure 17 : loupe stéréomicroscopique (Olympus SZX 10) pour la récolte et l'examen de l'anatomie des parasites rencontrés.

1.4. Indices parasitaires:

Nous utilisons dans cette étude les indices parasitaires proposés par Margolis et *al.*, (1982) :

❖ *Prévalence spécifique (P)* :

C'est le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés (**N**) par une espèce donnée de parasites sur le nombre de poissons examinés (**H**).

$$P(\%) = \frac{N}{H} \times 100$$

P = Prévalence.

N = Nombre d'Hôtes infestés.

H = Nombre de poissons examinés.

❖ **Intensité parasitaire moyenne (I):**

Elle correspond au rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasite (*n*) dans un échantillon d'hôtes sur le nombre d'hôtes infestés (N) dans l'échantillon ; c'est donc le nombre moyen d'individus d'une espèce parasite par hôte parasité dans l'échantillon.

I = Intensité

$$I = \frac{n}{N}$$

n = nombre de parasites

N = Nombre d'Hôtes infestés

❖ **Abondance parasitaire (A) :**

C'est le rapport du nombre total d'individus d'une espèce de parasite (*n*) dans un échantillon d'hôtes sur le nombre total de poisson (**H**) dans l'échantillon ; c'est donc le nombre moyen d'individus d'une espèce de parasite (*n*) par poisson examiné.

A = Abondance

$$A = \frac{n}{H}$$

n = nombre de parasites

H = Nombre de poissons examinés

1.5. Etude du régime alimentaire :

Elle a consisté à examiner à l'aide de loupe binoculaire les tubes digestifs prélevés. Les organismes rencontrés sont prélevés, observés pour être identifiés. Ces opérations nous permettent d'évaluer certains paramètres dont l'analyse mène à la caractérisation du régime alimentaire.

- **Coefficient de vacuité (CV%) :** il permet de quantifier le comportement alimentaire. C'est le nombre de tubes digestifs vides (Nv) par rapport au nombre total de tubes digestifs examinés (N). $CV\% = (Nv / N) \times 100$.

- **Fréquence d'une proie (F%)** : c'est le rapport exprimé en pourcentage entre le nombre total des tubes digestifs contenant cette proie (N_i) et le nombre total des tubes digestifs pleins examinés (N_p). $F\% = (N_i / N_p) \times 100$

1.6. Analyses statistiques :

Pour mettre en évidence une quelconque relation entre la biométrie (poids-taille) des individus, le parasitisme et la taille, nous avons utilisé le **test khi deux** et le **test T de student**.

- **Test khi deux:** À la base d'un test statistique il y a la formulation d'une hypothèse appelée *hypothèse zéro*. Dans le cas présent, elle suppose que toutes les données considérées dérivent de la même loi de probabilité (Tribus M., 1971).

Ces données ayant été réparties en classes, il faut

- déterminer le nombre de degrés de liberté du problème à partir du nombre de classes ;
- se donner a priori un risque de se tromper (la valeur 5 % est souvent choisie mais il s'agit plus souvent d'une coutume que du résultat d'une réflexion) ;
- à l'aide d'une table de χ^2 , déduire en tenant compte du nombre de degrés de liberté la distance critique qui a une probabilité de dépassement égale à ce risque ;
- calculer algébriquement la distance entre les ensembles d'informations à comparer.

Si cette distance est supérieure à la distance critique, on conclut que le résultat n'est pas dû seulement aux fluctuations d'échantillonnage et que l'hypothèse nulle doit donc être rejetée. Le risque choisi au départ est celui de donner une réponse fausse lorsque les fluctuations d'échantillonnage sont seules en cause. Le rejet est évidemment une réponse négative dans les tests d'adéquation et d'homogénéité mais il apporte une information positive dans les tests d'indépendance. Pour ceux-ci, il montre le caractère significatif de la différence, ce qui est intéressant en particulier dans les tests de traitement d'une maladie.

- Le **test t**, ou **test de Student** désigne un ensemble de tests d'hypothèse paramétriques où la statistique calculée suit une loi de Student lorsque l'hypothèse nulle est vraie. Un test t peut être utilisé notamment pour tester statistiquement l'hypothèse d'égalité de deux moyennes (Mahony M., 1986).

2. Résultats :

✚ Parasites rencontrés :

2.1. L'espèce *Pseudodactylogyrus* sp.

- **Position systématique :**

<u>Embranchement</u> :	Plathelminthes
<u>Classe</u> :	Monogenea (Van Beneden, 1858)
<u>Ordre</u> :	Monopisthocotylea (Odhner, 1912)
<u>Famille</u> :	Dactylogyroidea (Bychowsky, 1957)
<u>S/famille</u> :	Pseudodactylogyridae (Ogawa, 1986)
<u>Genre</u> :	<i>Pseudodactylogyrus</i> (Gussev, 1965)
<u>Espèce</u> :	<i>Pseudodactylogyrus</i> sp.

- **Diagnose :**

La plus part sont ectoparasites des poissons, Possèdent des glandes adhésives au niveau antérieur, Postérieurement, un appareil adhésif muni de ventouses, Cycle évolutif sans hôte intermédiaire (Cycle Direct).

Pseudodactylogyrus anguillae et *P. bini* sont des parasites monogènes de branchies de l'anguille, moins étudiés qu'*Anguillicola crassus*, ils peuvent cependant entraîner des troubles respiratoires graves, particulièrement lorsque les conditions du milieu se dégradent (hausse des températures en été et eutrophisation). Les deux espèces exotiques invasives *P. anguillae* et *P. bini* semblent être responsables de l'extinction du parasite natif et endémique *Gyrodactylus anguillae*. Ce phénomène a été signalé en Italie dans le Tibre ainsi que dans la rivière Culm et les marais de Exminster en Angleterre (Kennedy & Di Cave, 1998a; Kennedy *et al.*, 1998b).

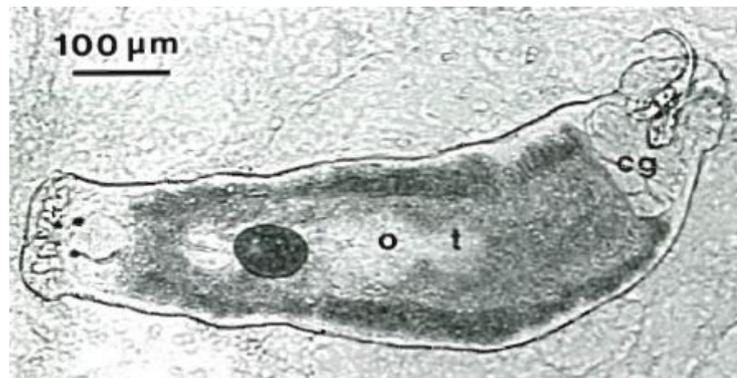


Figure 18 : Morphologie générale de *Pseudodactylogyrus sp* (o : ovaire ; t : testicule ; cg : glande) D'après (Buchmann et al., 1987).

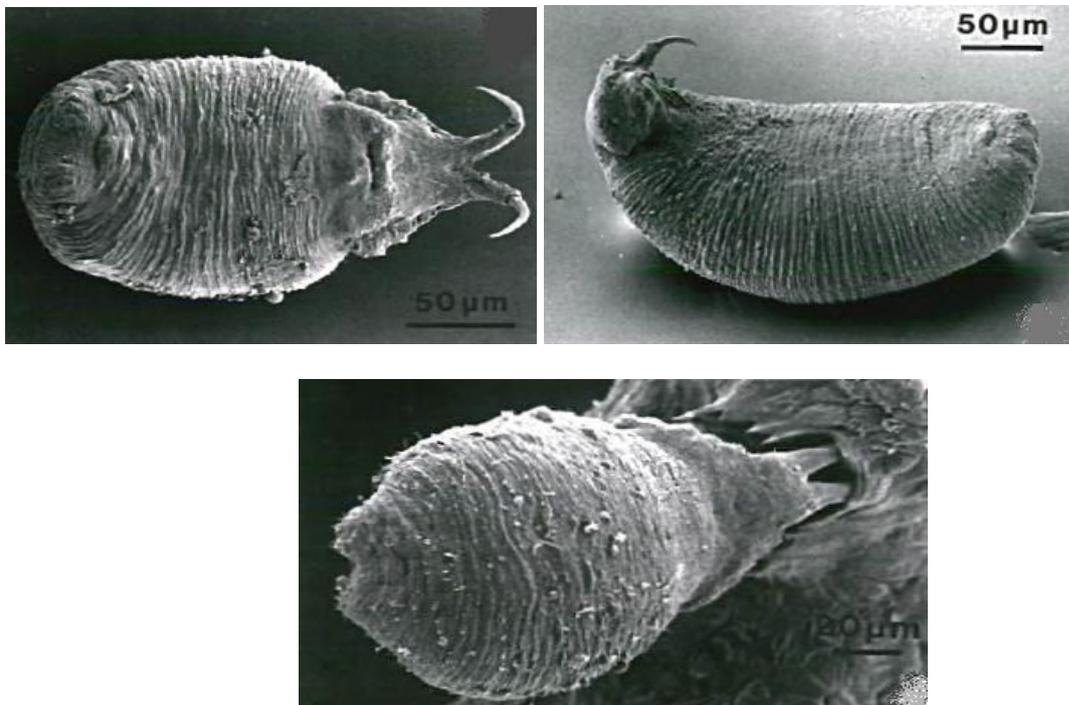


Figure 19 : photographie de *Pseudodactylogyrus sp*. (Microscopie électronique à balayage) (Buchmann et al., 1987).

Gussev (1965) était confus dans la description de l'hapteur ainsi que des 2 hamuli du genre *Pseudodactylogyrus*. Ce dernier possède 2 réservoirs prostatiques, 1 seul d'entre eux est présent chez *Pseudodactylogyrus* qui d'ailleurs ne possède pas de crochets (Ogawa et Egusa, 1976 ; Ogawa, 1986).

La taille et la forme de l'hamulus sont des critères d'identification et permettent de différencier les 2 espèces du genre *Pseudodactylogyrus*. Généralement, *Pseudodactylogyrus bini* est plus grand que *P. anguilla* (Ogawa et Egusa 1976, Chung et

al., 1984). Les longueurs et largeur maximales de *P. anguilla* peuvent atteindre jusqu'à 1659 μm et 364 μm respectivement (Chung et *al.*, 1984) alors que celles de *P. bini* sont de 1960 μm et 336 μm respectivement (Chung et *al.*, 1984). Les largeurs minimales sont fixées par Ogawa et Egusa (1976) pour *P. anguilla* et *P. bini* à 138 μm et 120 μm respectivement.

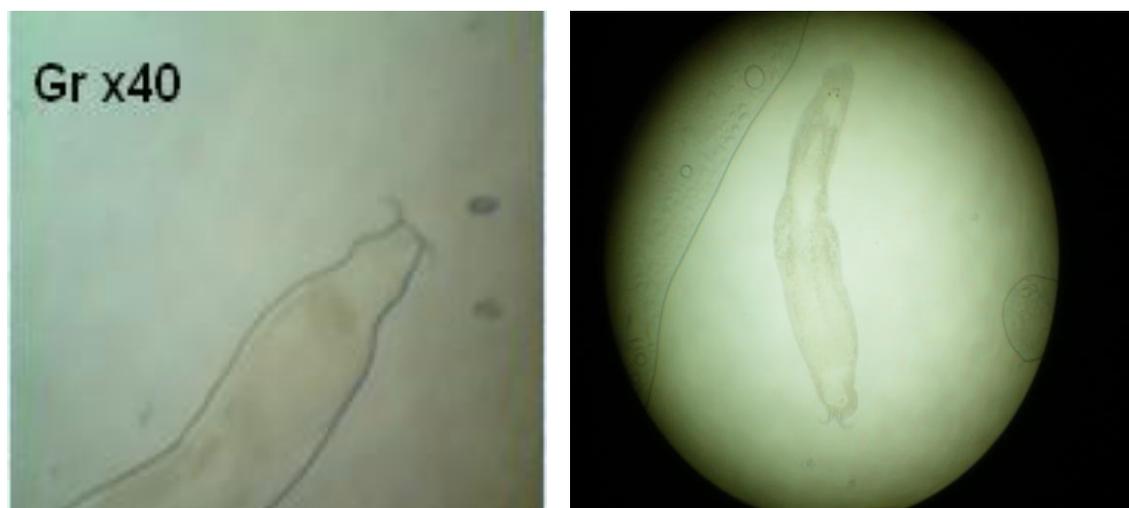


Figure 20 : Photographie de *Pseudodactylogyrus s p.* (Gr x40).

- **Répartition géographique :**

Les Monogènes montrent une grande spécificité pour leurs hôtes, et suivent leur distribution géographique. Selon Buchmann, (1993) *Pseudodactylogyrus anguillae* et *P. bini*, ont été introduits vers 1977, à partir de foyers asiatiques mal précisés.

La présence des spécimens du genre *Pseudodactylogyrus* a été signalée un peu partout dans le monde. Le tableau ci-dessous résume leur répartition géographique.

Tableau 4: Répartition géographique du genre *Pseudodactylogyrus sp* :

zone	Auteurs
Asie de l'Est	Gussev (1965) ; Golovin (1977)
Asie du Sud Est	Ogawa et Egusa (1976) ; Imada et Muroga (1977)
Europe de l'Ouest	Lambert et <i>al.</i> (1984)
France	Le Brun et <i>al.</i> (1986)
Tunisie (Lac Ichkeul), Afrique du Sud	Neifar (1995) ; Christison et Baker (2007)

2.2. L'espèce *Ergasilus sp.*

- **Position systématique :**

<u>Embranchement</u> :	Arthropode
<u>Classe</u> :	Maxillopoda
<u>Famille</u> :	Ergasilidae (Nordmann, 1832)
<u>Genre</u> :	<i>Ergasilus</i> (Nordmann, 1832)
<u>Espèce</u> :	<i>Ergasilus sp.</i>

- **Diagnose :**

Petits crustacés copépodes fermement fixés aux branchies, d'une taille généralement inférieure à 2 mm, blancs à bruns sombres. Les femelles portent deux sacs ovigères long, blancs et distincts. Les filaments branchiaux peuvent être recouverts par des masses blanches de tissu hypertrophié (Capart., 1944).

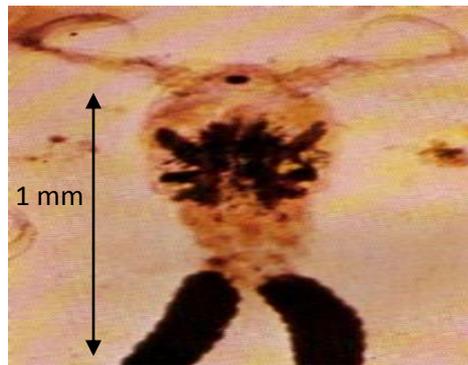


Figure 21 : Photographie d'*Ergasilus sp.* (Site internet)

- **Distribution géographique :**

Des 10 espèces signalées sur des poissons en Afrique, 9 sont endémiques et une, *E. nanus*, signalée sur des mulets dans les eaux saumâtres intérieures de la Tunisie, est une espèce marine atlantico-méditerranéenne: ce pourrait bien être une synonymie de *E. lizae*. Cette dernière est également une espèce marine à distribution apparemment cosmopolite; elle a été signalée en Israël sur des mulets, des cichlidés et d'autres poissons en étangs.

2.3. L'espèce *Argulus sp.*

- **Position systématique :**

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Crustacea (Pennant, 1977)

Classe : Maxillopoda (Dahl, 1956)

Sous-classe : Branchiura (Thorell, 1815)

Ordre : Arguloida (Raffinesque, 1815)

Famille : Argulidae (Leach, 1819)

Genre : *Argulus* (Muller, 1785)

Espèce : *Argulus sp.*

- **Diagnose :**

On trouve des argules de 3 à 8 mm de long, ronds, aplatis, transparents, blancs, verts ou bruns, attachés mollement à la peau, aux nageoires, aux parties molles des opercules ou de la bouche, les branchies. Les points d'attache abandonnés apparaissent souvent sous la forme d'une dépression en forme de cratère, bordée de rouge, avec une lisière marginale de tissu soulevé. Les points d'attache peuvent être sanguinolents, voire ulcéreux (Bowen, et Putz, 1966).

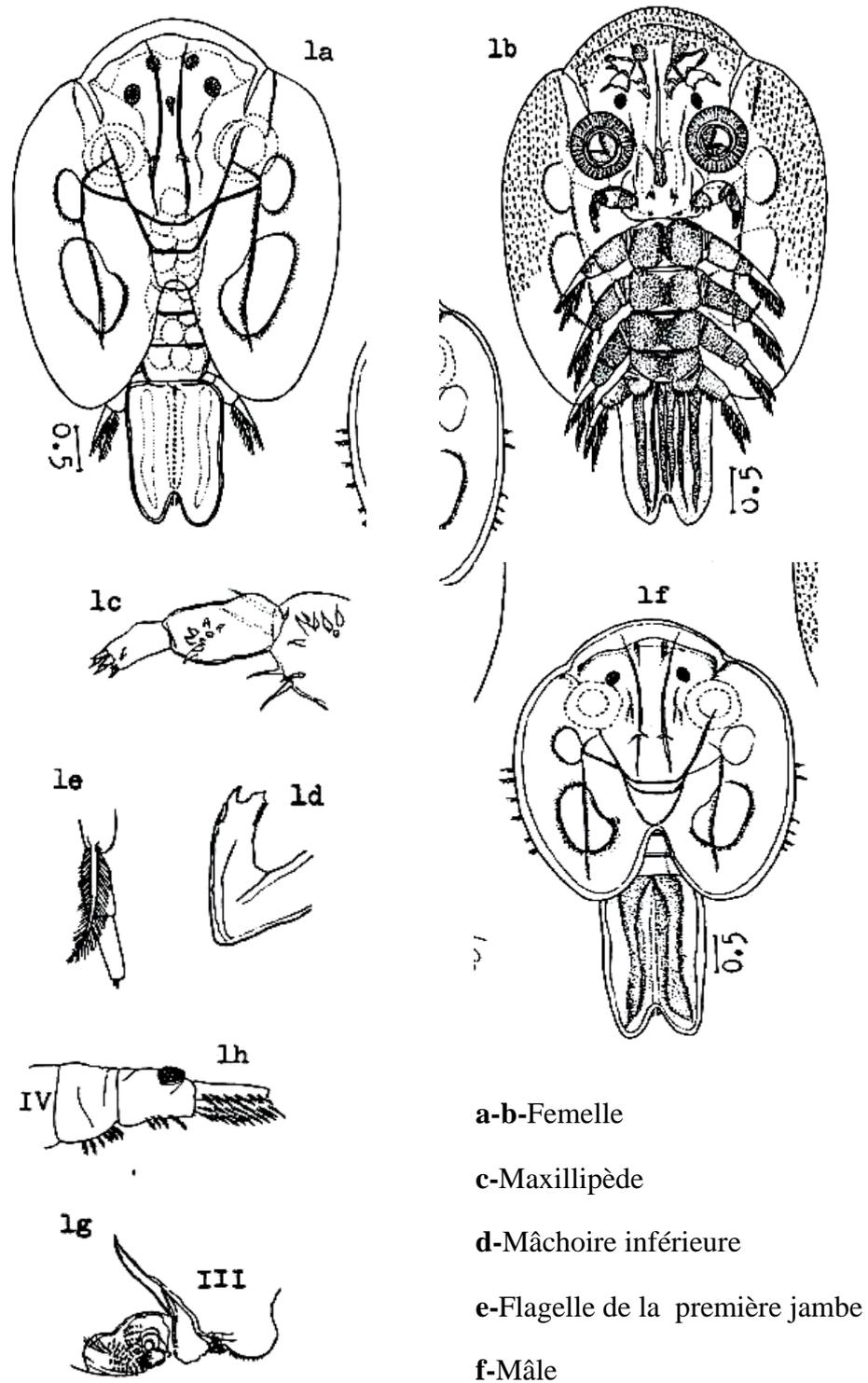


Figure 22: Schéma d'*Agulus* sp. (Yamaguti, 1939).

- Distribution géographique :

Les espèces appartenant à ce genre ont une distribution mondiale. Il est non spécifique à l'anguille (Lefebvre, 2001).

Tableau 5: Répartition géographique du genre *Agulus sp* :

Zones	Auteurs
Afrique	Ringuelet, 1943
Europe	Fryer, 1968
Asie	Yamaguti, 1963
Australie	Hewit, 1972
l'Amérique du sud (nord, le centre)	Byrnes, 1985 ; Heegaard, 1962

Dans toutes ces régions *Argulus sp.* a été récolté sur les branchies de l'Anguille *Anguilla anguilla* (Linné, 1758).

2.4. L'espèce *Bothriocephalus claviceps*

- **Position systématique :**

- Embranchement : plathelminthes
Classe: cestoda
Ordre : *Pseudophyllidea* (Carus, 1863)
Famille: *Bothriocephallidae*. (Blanchard, 1849)
Genre: *Bothriocephalus* (Rudolphi, 1808)
Espèce: *Bothriocephalus claviceps* (Goeze, 1782)

- **Diagnose**

Le cestode est localisé dans la région antérieure de l'intestin, le scolex est fixé à la paroi près du sphincter pylorique. Sur le vivant, le scolex typique de *Bothriocephalus* montre 2 bothriums dorso-ventraux faiblement développés. Cette morphologie permet de distinguer *B. claviceps* des autres cestodes parasites de l'anguille. A savoir *Triaenophorus lucii* pseudophylidé dont le scolex a 2 bothriums armés de crochets à trois dents et *Proteocephalus macrocephalus* dont le scolex comporte 4 ventouses.

L'anatomie de *B. claviceps* a fait l'objet de plusieurs descriptions (Cooper, 1918 in Wardle et Altunel, 1974) seuls les caractères les plus importants sont rapportés :

La largeur du ver peut atteindre jusqu'à 540 mm de long (Cooper, 1919). Les proglottis sont plus larges que long, le scolex est allongé à extrémité effilée. Le cou est absent. Les testicules médullaires (sphériques ou ovales), au nombre de 50 à 80 par anneau, sont disposés en 2 champs latéraux. La poche du cirre médioventrale débouche dorsalement dans l'atrium génital. Les glandes vittelogènes forment dans le parenchyme cortical un manchon presque continu. L'ovaire bilobé, composé de 2 masses reliées par un pont ovarien, est situé dans le tiers inférieur des segments. L'utérus est tubulaire, sinueux, se terminant par un tocostome large et musculueux qui débouche sur la face ventrale, irrégulièrement à droite et à gauche de la ligne médiane.

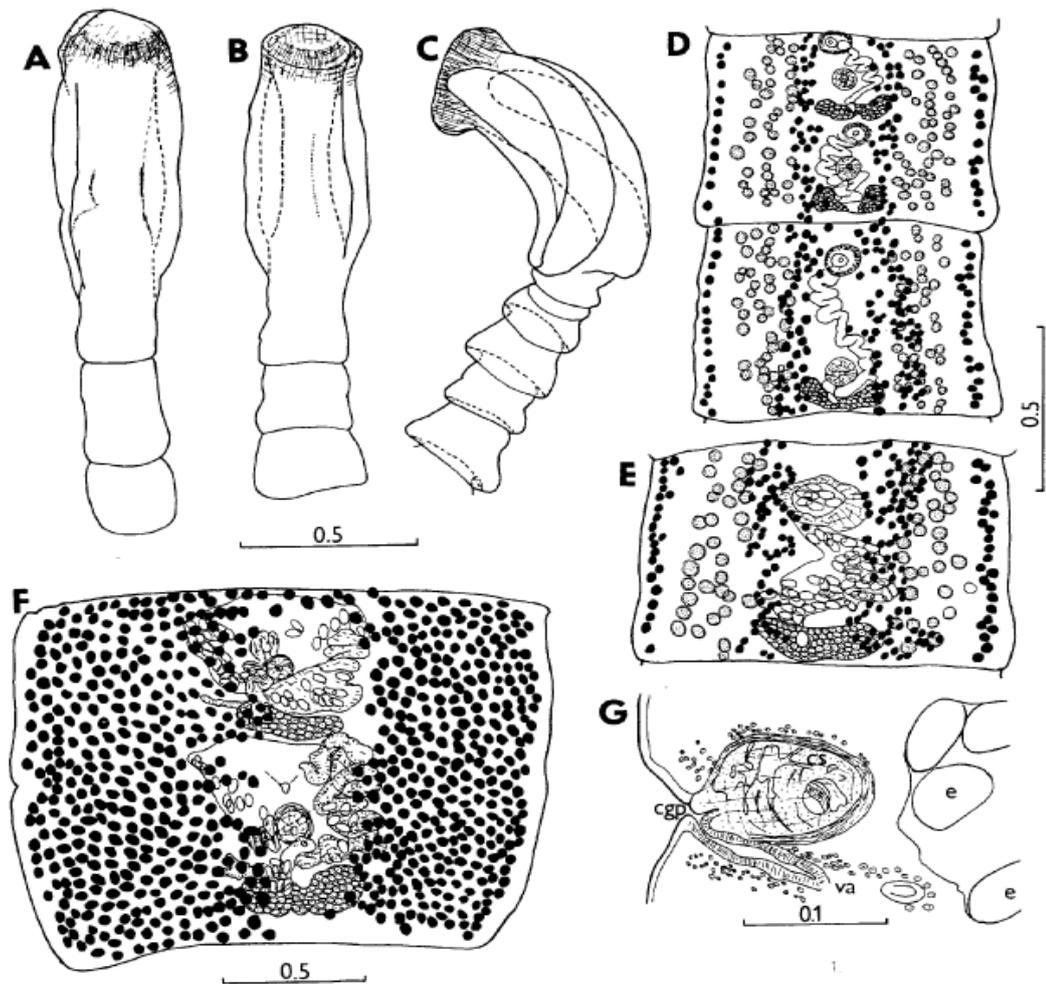


Figure 23 : Représentation schématique de *Bothriocephalus claviceps* (A-C:scolex, D: proglottis mature, E-F:proglottis gravides, G:organe génital) (Scholz, 1997).

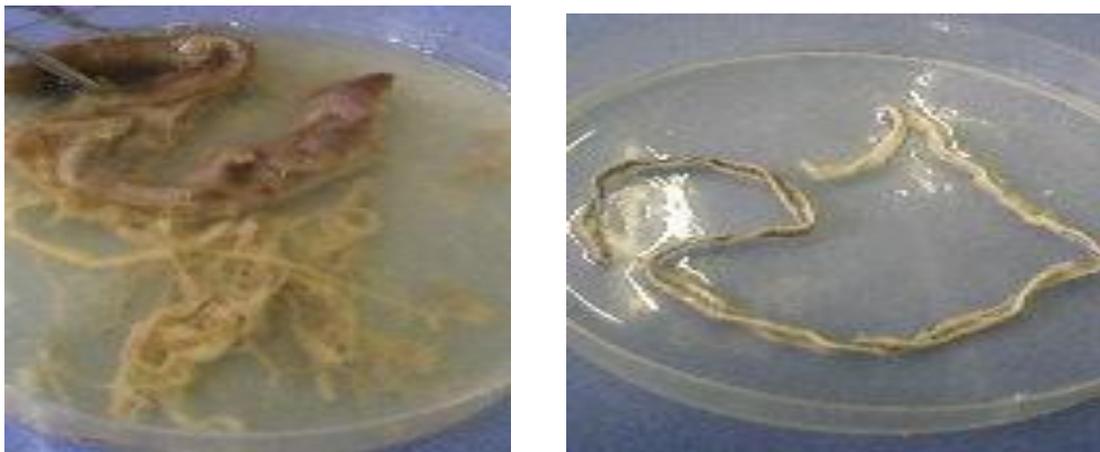


Figure 24 : Photographie de *Bothriocephalus claviceps* (Photo numérique prise : 02.03.2009).

• Répartition géographique :

La répartition de *Bothriocephalus claviceps* semble calquée sur celle de son hôte. Le cestode est signalé à travers toute l'Europe dans les eaux continentales. Un relevé bibliographique (tab.6) des hôtes chez lesquels *Bothriocephalus claviceps* a été signalé, fait apparaître le parasite chez d'autres espèces d'anguilliformes, en particulier chez *Anguilla rostrata* en Amérique du Nord et chez de nombreux poissons téléostéens marins ou d'eau douce. Baer et Fain (1957-1958) considèrent *Bothriocephalus claviceps* comme une espèce marine. Les anguilles s'infesteraient dans les estuaires avant de pénétrer dans les eaux continentales.

Tableau 6 : Relevé bibliographique des localités et des hôtes dans lesquels *Bothriocephalus claviceps* a été signalé.

Auteur	Année	Localité	Type de milieu	Espèce-hôte
Altunel	1979	Turquie	lac	<i>A. anguilla</i>
Baer	1948	France	Estuaire	<i>Muraena helena</i> <i>Anguillidae</i>
Baer et Fain	1957 1958	Europe	Estuaire	<i>Anguillidae</i> <i>Muraena helena</i> <i>Gladiumculus bispinosus</i>
Bangham et Venard	1946	Canada	Lac	<i>A. rostrata</i>
Chubb	1963	Angleterre	Lac	<i>A.anguilla</i>
Cooper	1919	U.S.A	Rivière	<i>A.rostrata</i> <i>Centrarchidae</i>
Debiève	Com. pers	Suisse	Lac de Neuchâtel	<i>A.anguilla</i>
Dupont	1982	France	Rivière Etang doux	<i>A.anguilla</i>
Edelenyl	1964	Autriche	Lac	<i>A.anguilla</i>
Engelbrecht	1958	Mer Baltique	Golf saumâtre	<i>A.anguilla</i>
Gandolphi- Hornyold	1929	Espagne	Rivière	<i>A.anguilla</i>
Hanek et Threlfall	1970	Canada	Lac	<i>A.rostrata</i>

Harley et Keefe	1971	U.S.A	Lac	<i>Centrarchidae</i>
Jarecka	1959	Pologne	Lac	<i>A.anguilla</i>
Jareka	1964	France	Fleuve	<i>A.anguilla</i>
Kazic et al.	1982	Yougoslavie	Lac Rivière	<i>A.anguilla</i>
kennedy	1974	Angleterre Irlande	Lac Rivière	<i>A.anguilla</i>
Mc Daniel	1963	U.S.A	Lac	<i>Centrarchidae</i>
Mondl et Rabalais	1972	U.S.A	Lac	<i>Centrarchidae</i>
Soltynska	1964	Mer Baltique	Baie	<i>A.anguilla</i>
Uberlaker et al.	1981	Yougoslavie	Lac	<i>A.anguilla</i>
Wootten	1973	Angleterre	Lac	<i>A.anguilla</i>

2.5. L'espèce *Anguillicola crassus*

- **Position systématique :**

Embranchement : Nematoda

Classe: Spirurida

Famille: Anguillicolidae

Genre: *Anguillicola*

Espèce: *Anguillicola crassus*

- **Diagnose :**

Larve de 2^{ème} stade (L2)

Les larves libres : elles sont filiformes, elles maintiennent la cuticule des larves de 1^{er} stade ; cette cuticule se présente sous forme d'une couche friable autour des larves L1 à l'exception de la partie postérieure. La partie conique antérieure porte une dent larvaire et la paroi interne de l'extrémité antérieure de l'œsophage est sclérifiée. Dans la même partie sont présentes de petites granulations qui peuvent être perçue à fort grossissement (100). L'œsophage bulbeux est gonflé au niveau de son extrémité postérieure et le contour du tractus digestif est difficilement reconnaissable.

Dimensions : Longueurs (µm): 272±16,27 ; largeurs (µm) : 17,6±0,97 (Blanc et al., 1992).

Larve de 4^{ème} stade (L4)

Chez l'anguille, il est difficile de distinguer entre L3 et L4 car la 3^{ème} mue n'a jamais été observée et il n'existe aucun caractère qui peut différencier les deux stades ; la forme et la taille des larves changent avec leur croissance. Quand les crêtes de la cuticule disparaissent et la taille de la larve passe de 1200 µm à 1600 µm, ceci annonce la 3^{ème} mue. A ce moment, la forme et la partie apicale de la larve deviennent rondes.

Elle a la même taille que la larve L3. La partie postérieure est incurvée ventralement, l'ornementation scléroïde ainsi que la papille céphalique sont les mêmes que celles présentes chez la larve L3. Les dérides, l'aile latérale ainsi que la pièce scléroïde en forme de V ne sont pas présentes. La cavité buccale ne présente pas de paroi scléroïde. L'œsophage est court (Blanc et *al.* 1992).

Adulte

Les adultes et les pré-adultes ont été décrits par plusieurs auteurs (Kuwahara et *al.*, 1974 ; Moravec et Taraschewski, 1988). Ils diffèrent des larves de 4^{ème} stade par la paroi scléroïde de la capsule buccale présentée en une rangée de 17 à 22 dents relativement grandes et par l'absence de l'ornementation scléroïde en forme de U. Chez la femelle, la vulve est ouverte ; alors que chez le mâle, 5 à 6 paires de papilles caudales sont présentes et le cloaque est primitif (Blanc et *al.*, 1992).

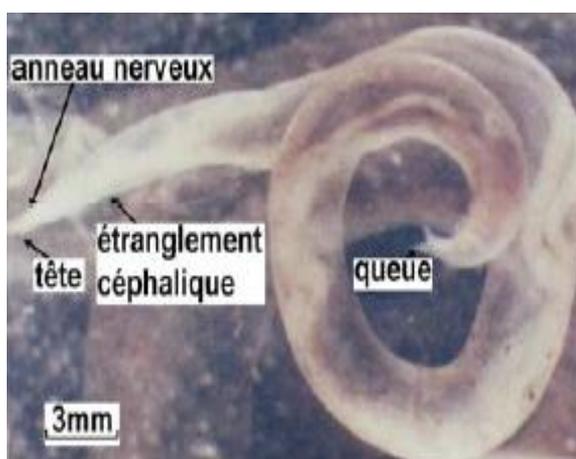


Figure 25: morpho anatomie du nématode *Anguillicola crassus*. Vue générale (El Hilali, 2007).

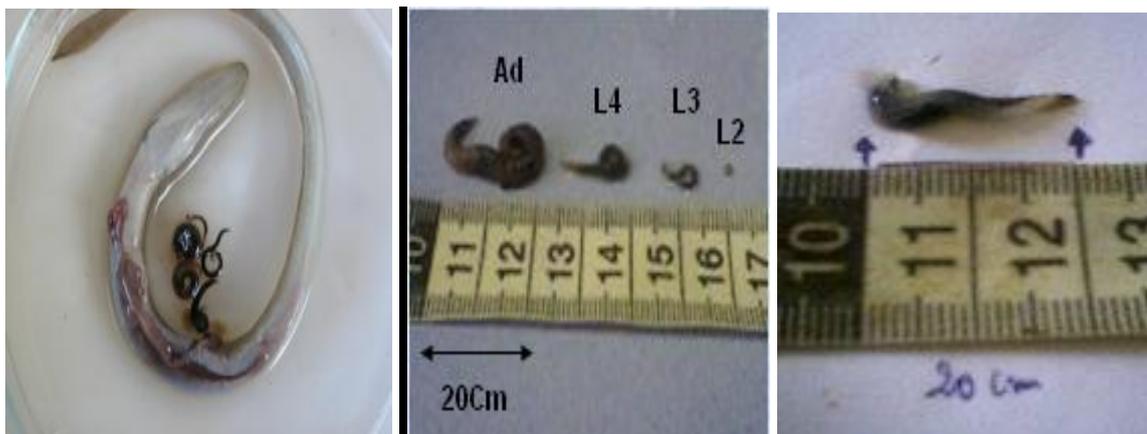


Figure 26 : Photographie des différents stades d'*Anguillicola crassus* (Photo numérique prise : 15.04.2009).

- **Répartition géographique :**

Ce nématode, originaire du Sud-est asiatique et endémique de l'anguille japonaise *Anguilla japonica*, a été introduit dans les années 1980 en Allemagne avec des civelles de Taiwan et de Nouvelle Zélande destinées à l'élevage.

Le premier cas d'anguillicolose décrit en Italie (lac de Bracciano proche de Rome) en février 1982 par Paggi et *al.* (1982) était, selon Moravec et Taraschewski (1988), en fait, dû à *Anguillicola australiensis* (= *A. novaezelandiae* introduit avec *Anguilla australiensis* importée d'Australie. La première description d'*Anguillicola crassus* en Europe, dans des anguilles de l'Ems et de la Weser, est due à Neumann (1985), ce parasite étant connu depuis 60 ans en Asie et en Australie où il avait été décrit par Yamaguti (1935). Ce Nématode a été rencontré dans presque tous les pays européens : Allemagne (Fleuve Ems, en 1985 : Koops et Hartmann, 1987 ; Taraschewski et *al.*, 1987), Pays-Bas (juillet 1985 : Van Banning et *al.*, 1985), Belgique (décembre 1985 : Belpaire et *al.*, 1987 et 1989a et b), Danemark (1986 : Koie, 1988b), Suède (1988 : Hoglund et Andersson, 1993), Hongrie (septembre 1990 : Szekely et *al.*, 1991), Grande Bretagne (fin 1987 : Kennedy et Fitch, 1990), Italie (Can Estrin l-Trotti, 1987), Espagne (avril 1987 : Belpaire et *al.*, 1989b), France (automne 1985, étang du Grand Palun, Camargue : Dupont et Petter, 1988).

Il a ainsi atteint des taux d'infestation assez élevés chez son hôte (Taraschewski et *al.*, 1987 ; Moravec et Taraschewski, 1988 ; Moravec, 1992 ; Würtz et *al.*, 1998 ; Sures et *al.*,

1999a). Il a également colonisé les populations d'anguilles peuplant l'Afrique du Nord (il a été signalé pour la première fois au Maroc par El Hillali (1996), en Tunisie par Maamouri et al. (1999) et en Algérie par Meddour et al. (1999) et Djebbari et al (2005) et s'est étendu jusqu'à l'Amérique du Nord prenant comme hôte définitif l'anguille américaine *Anguilla rostrata* (Johnson et al. 1995).

Actuellement, Son aire d'extension géographique recouvre celle de l'anguille européenne.

2.6. L'espèce *Cucullanus sp.*

- **Position systématique :**

<u>Embranchement :</u>	Némathelminthes
<u>Classe:</u>	Nématoda
<u>Famille:</u>	Cucullanidae (Cobbold, 1864)
<u>Genre:</u>	<i>Cucullanus</i> (Mueller, 1777)
<u>Espèce:</u>	<i>Cucullanus sp.</i>

- **Diagnose :**

L'identification des larves de nématodes, particulièrement au niveau des espèces, est difficile et souvent impossible parce que les larves sont privées de beaucoup de caractères, principalement du système génital, utilisés comme critères taxonomiques chez les nématodes.

L'extrémité antérieure est pliée dorsalement, les lèvres ne sont pas chitineuses ; la capsule buccale (pseudocapsule) est formée par une dilatation de la partie antérieure de l'œsophage qui est élargie postérieurement. Les glandes céphaliques sont absentes, l'intestin est simple.

Chez le mâle, la ventouse n'est pas chitineuse, l'aile caudale est rudimentaire voir absente, les spicules sont de tailles égales, avec présence de gubernaculum.

Chez la femelle, les vulves se présentent au milieu du corps ., le vagin est orienté antérieurement avec 2 ovaires ., la ponte se fait par oviposition. Les parasites de ce genre sont présents chez les poissons et les reptiles.

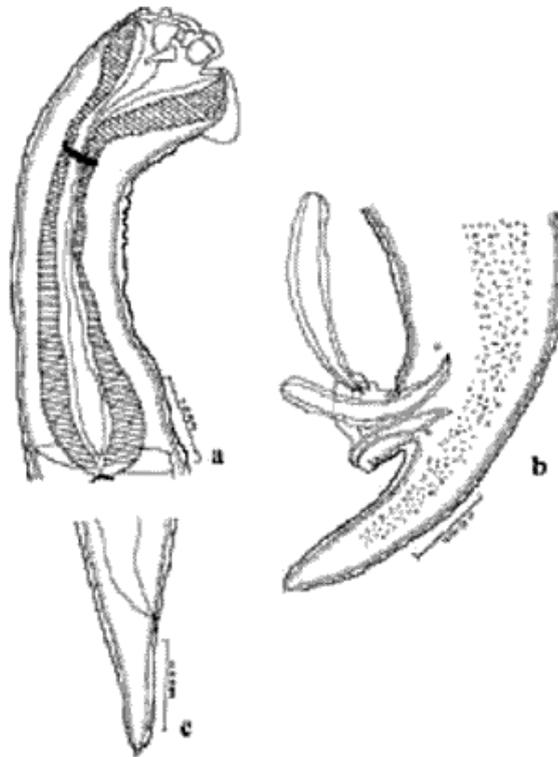


Figure 27 : Représentation schématique de *Cucullanus sp.* :
a : femelle (région antérieure) ; b : femelle (région postérieure) ;
c : mâle (région postérieure) (Site internet).

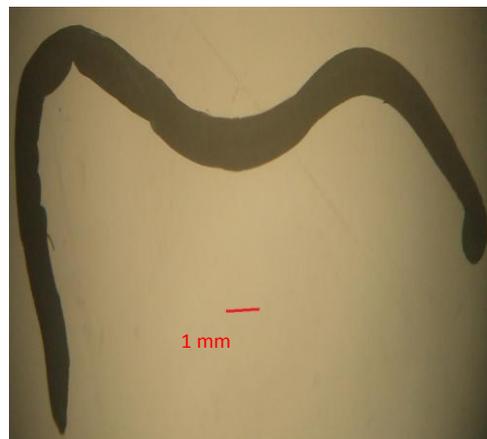


Figure 28 : Photographie de *Cucullanus sp* (Gr x40).

- **Répartition géographique :**

En Espagne Aguilar et *al.* (2005) signalent la présence, chez l'anguille, de l'espèce *Cucullanus heterochrous* ; Koie (2000), rapportent la présence de l'espèce *Cucullanus cirratus* dans les caecums pyloriques et l'intestin de morues franches.

Cinq espèces de *Cucullanus* ont été rapportées chez les poissons marins perciforme appartenant à la famille des *Lutjanidae* : *C. alii* (Kalyankar, 1971) a été signalé chez *Lutjanus johni* en Inde, *C. bourdini* (Petter et Le Bel, 1992) chez *Pristipomoides filamentosus*, *P. flavipinnis* en Nouvelle Calédonie et chez *L. gibbus* en Polynésie française, *C. lutjani* (Schmidt et Kuntz, 1969) chez *L. gibbus* en Philippines, *C. pargus* (Gonzalez-Solis et *al.*, 2007) chez *L. griseus* (Linnaeus) au Mexique et *C. rivulatus* (Soota et Dey Sarkar, 1980) chez *L. rivulatus* en Inde (voir Schmidt et Kuntz, 1969; Soota, 1983; Sood, 1989; Petter et Le Bel, 1992; Morand et Rigby, 1998; Gonzalez-Solis et *al.*, 2007).

3. Diversités parasitaires :

L'examen des anguilles pêchées dans les 2 plans d'eau a révélé la présence de 6 espèces de parasites ; trois dans les branchies (*Pseudodactylogyrus sp*; *Ergasilus sp*; *Argulus sp*) ; deux dans le tube digestive; (*Bothriocephalus claviceps* et *Cucullanus sp*) et un dans la vessie natatoire *Anguillicola crassus*.

Tableau 7: Distribution spatiale des parasites recensés chez les anguilles peuplant les 2 plans. d'eau.

Parasites	TONGA	El Mellah
<i>Pseudodactylogyrus sp.</i>	+	+
<i>Ergasilus sp.</i>	+	+
<i>Argulus sp.</i>	+	-
<i>Anguillicola crassus</i>	+	+
<i>Bothriocephalus claviceps</i>	+	+
<i>Cucullanus sp.</i>	+	-

La plus grande diversité parasitaire est rencontrée chez les anguilles provenant du lac Tonga (tab.7); ces dernières hébergent jusqu'à 6 espèces parasites contrairement à celles de la lagune qui n'abritent pas plus de 4 (*Argulus sp* et *cucullanus sp* étant absent dans ce plan d'eau).

3.1. Répartition spatiale des indices parasitaires globaux :

3.1.1. Prévalence %

L'évaluation des taux d'infestation montre une nette prédominance du monogène *Pseudodactylogyrus sp.* dans le lac Tonga;

Au niveau branchial, *Pseudodactylogyrus sp.* infeste plus de 80% des anguilles provenant du lac Tonga et seulement 0,55% des anguilles peuplant la lagune. Le crustacé *Ergasilus sp.* est présent dans les deux sites d'étude à des taux d'infestations de l'ordre de 1,11 et 0,3% respectivement dans le lac Tonga et la lagune El Mellah. L'espèce *Argulus sp.*, n'est rencontrée que chez les anguilles du lac Tonga ou elle infeste moins de 2 % des anguilles (fig.29).

Le ver nématode *A. crassus*, parasite des vessies gazeuses, est présent dans les deux plans d'eau ; ce sont toutefois les anguilles du lac Tonga qui enregistrent les taux d'infestation

les plus élevés (40% des effectifs d'anguilles capturées) ; en milieu lagunaire, les taux d'infestation des anguilles par *A. crassus* n'excèdent pas 5% (fig.29).

Dans le tube digestif, les parasites rencontrés sont le cestode *Bothriocephalus claviceps* et le nématode *Cucullanus sp.*. L'espèce *Bothriocephalus claviceps* prédomine chez les anguilles du lac Tonga en enregistrant des taux d'infestation de plus de 26% ; dans la lagune El Mellah, le taux d'infestation par cette espèce parasite est de l'ordre de 0,3% (fig. 29).

L'espèce *Cucullanus sp.* n'est pas présente chez les anguilles de la lagune ; elle n'est rencontrée que dans le tube digestif d'une seule anguille du lac Tonga.

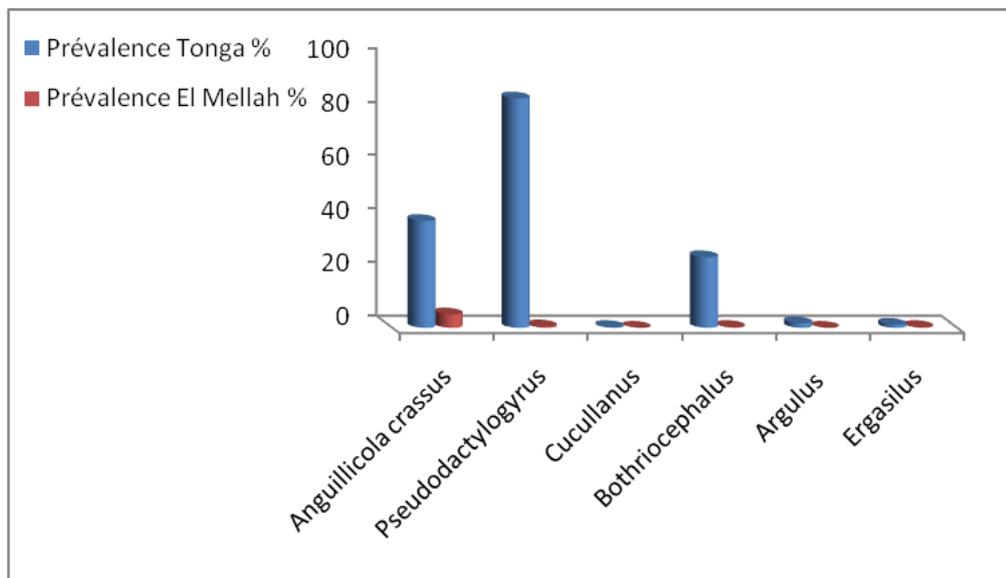


Figure 29: Taux d'infestation des parasites recensés chez les anguilles capturées dans les deux plans d'eau.

Le test du khi deux d'indépendance appliqué a la distribution des différents genres de parasites rencontrés dans le lac Tonga a montré l'existence d'une différence d'un mois à l'autre ($X^2_{obs} = 316.783 > X^2_{1-\alpha} = 43$ avec $\alpha = 0.05$).

3.1.2. Intensité d'infestation

Parmi tous les parasites recensés, c'est l'espèce *Pseudodactylogyrus sp* récoltée chez les anguilles provenant du lac Tonga qui montre les valeurs de l'intensité d'infestation les plus élevées (plus de 10 spécimens par poisson infesté) ; la valeur de l'infestation par ce dernier représente 10 fois celle relevée dans la lagune.

Les anguilles du Tonga hébergent, dans leur vessie, plus de vers nématode que celles d'El Mellah ; nous notons, dans les vessies gazeuses des anguilles du lac Tonga, la présence de plus de 4 vers contre seulement 1,4 vers dans celles des anguilles d'El Mellah.

Dans le lac Tonga, les valeurs de l'intensité d'infestation par le cestode *Bothriocephalus claviceps* sont 3 fois plus élevées que celles notées dans la lagune (fig.30).

En ce qui concerne les parasites *Ergasilus sp.*, *Argulus sp.*, *cucullanus sp* les valeurs de l'intensité d'infestation qu'ils enregistrent n'excèdent pas 1 quand ces derniers sont présents chez les anguilles du plan d'eau considéré (fig. 30).

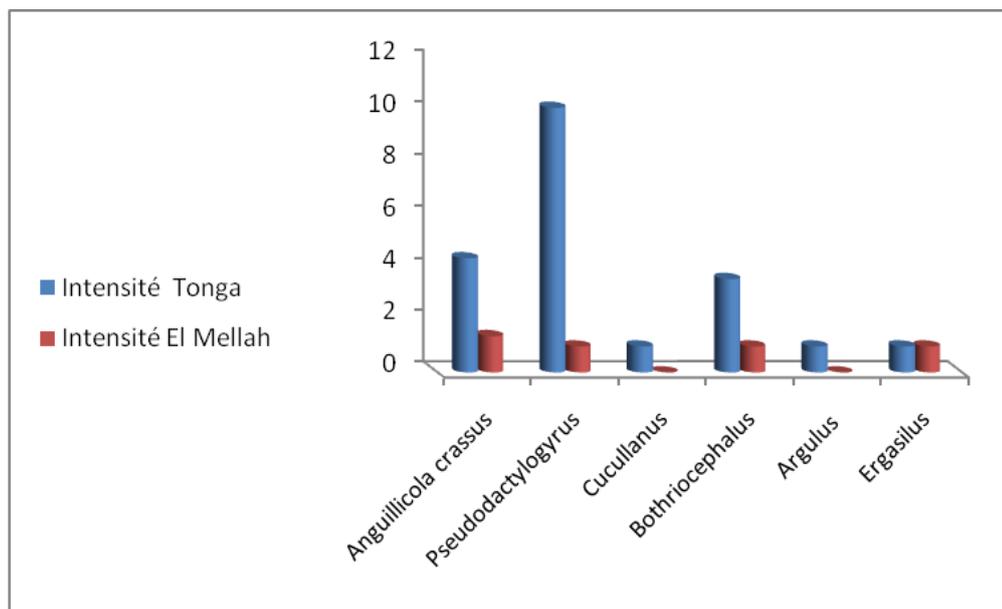


Figure 30 : Intensité d'infestation des parasites recensés chez les anguilles peuplant les deux plans d'eau.

3.1.3. Abondance

Les valeurs de l'abondance des parasites récoltés chez les anguilles des deux plans d'eau montrent une évolution similaire à celle de l'intensité; ce sont, en effet, les espèces *Pseudodactylogyryus*, *Anguillicola crassus* et *Bothriocephalus claviceps* récoltées chez les anguilles du lac Tonga (fig.31) qui montrent les valeurs les plus élevées (A=8,5 ; A=1,5 et A=0,7 respectivement).

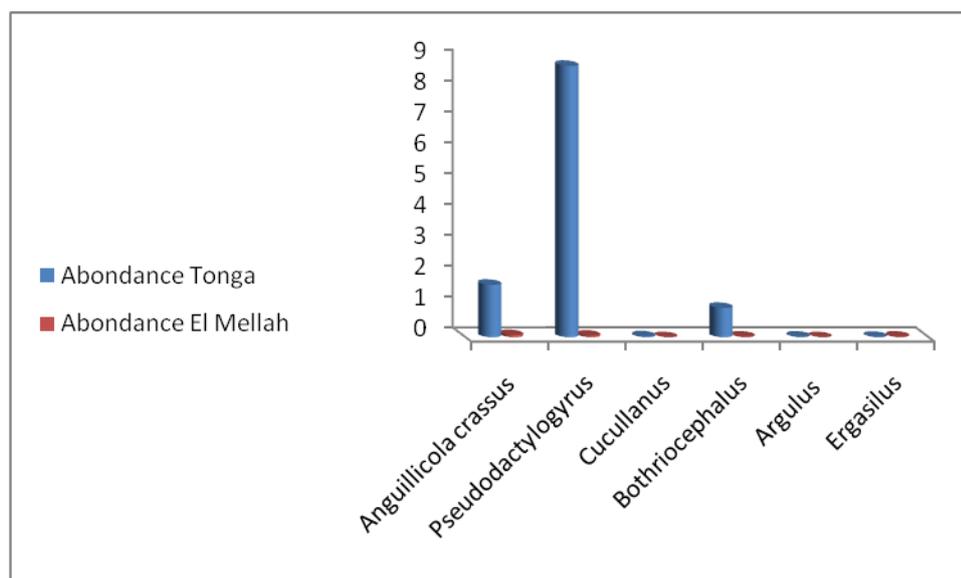


Figure 31 : Abondance des parasites recensés chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

3.2. Distribution spatio-temporelle des indices parasitaires des espèces recensées :

3.2.1. L'espèce *Anguillicola crassus* :

Le tableau 8 rassemble l'ensemble des indices parasitaires d'*Anguillicola crassus* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Tableau 8 : Distribution spatio-temporelle des indices parasitaires d'*Anguillicola crassus* chez les anguilles peuplant les 2 plans d'eau.

Mois	Prévalence (%)		Intensité		Abondance	
	(Tonga)	(El Mellah)	(Tonga)	(El Mellah)	(Tonga)	(El Mellah)
Décembre	63,33	0	3,7	0	2,3	0
Janvier	40	10	4,7	1,7	1,9	0,2
Février	43,33	6,67	5,9	2	2,6	0,1
Mars	43,33	6,67	4	1	1,7	0,1
Avril	50	13,33	3,6	1,5	1,8	0,2
Mai	46,67	10	4,4	1	2,03	0,1
Juin	46,67	6,67	3,7	1,5	1,7	0,1
Juillet	20	0	8,7	0	1,7	0
Aout	43,33	3,33	3,5	2	1,5	0,1
Septembre	33,33	0	2,4	0	0,8	0
Octobre	30	3,33	6,9	1	2,1	0,03
Novembre	20	0	4	0	0,8	0

 **Prévalence**

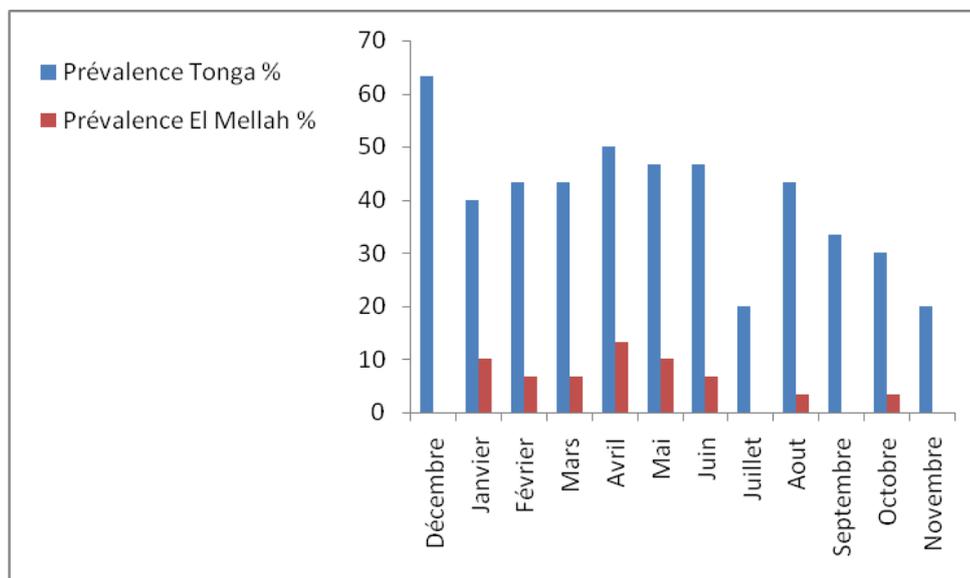


Figure 32: Distribution mensuelle des prévalences d'*A. crassus* chez les anguilles provenant des deux plans d'eau.

Dans le lac Tonga, *A. crassus* est présent toute l'année, mais, en revanche, en milieu lagunaire sa présence est limitée à huit mois sur douze (tab.8). Les prévalences mensuelles varient de 20 (en juillet) à 63% (en décembre) dans le lac Tonga et sont comprises entre 0 et 13% dans la lagune. Les taux d'infestation enregistrés par *Anguillicola crassus* dans le lac Tonga sont 6 fois plus élevés que ceux notés dans la lagune.

Dans le lac Tonga, les effectifs d'anguilles infestés par *Anguillicola crassus* dépassent 40% en période hivernale et printanière ; mais restent inférieurs à 40% en période automnale et estivale (fig. 32).

En milieu lagunaire, l'évolution saisonnière des taux d'infestation montre des variations similaires à celles relevées dans le lac Tonga; les taux les plus élevés étant relevé en période hivernale et printanière (fig. 32).

 **Intensité d'infestation**

Dans le lac Tonga, les valeurs de l'intensité d'infestation des anguilles par *A. crassus* varient de 2,4 (en septembre) à 8,7 (en juillet) ; dans ce plan d'eau, les anguilles hébergent en moyenne jusqu'à 5 spécimens/poisson infesté en période estivale et automnale. Les valeurs de l'intensité d'infestation par *A. crassus* montrent des pics de l'ordre de 5,9 en février (hiver), 4,4 en mai (printemps), 8,7 en juillet (été) et 6,9 en octobre (automne).

En milieu lagunaire, les valeurs de l'intensité d'infestation des anguilles par *A. crassus* varient de 0 à 2 ; dans ce plan d'eau, c'est en période hivernale et printanière que les anguilles hébergent le plus grand nombre de vers (plus de un parasite par poisson infesté).

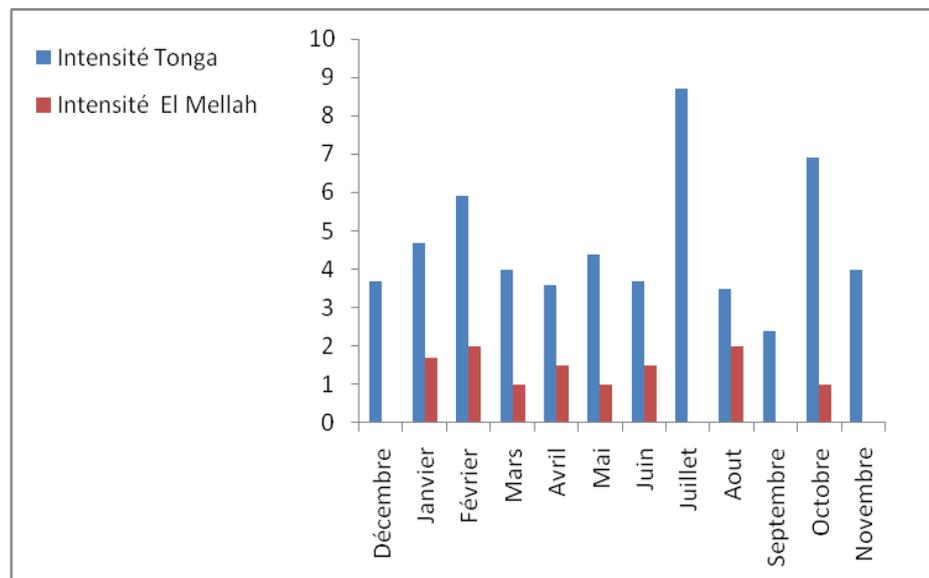


Figure 33 : Distribution mensuelles des intensités moyennes d'infestations par *Anguillicola crassus* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Abondance

Dans le lac Tonga, les valeurs de l'abondance d'*A. crassus* sont comprises entre 0,8 (en septembre-novembre) et 2,6 (en février) ; la valeur moyenne saisonnière est généralement proche de 2, sauf en été où l'abondance n'excède pas 1,5 spécimens/anguille examinée (fig. 34).

Les valeurs de l'abondance d'*A. crassus* en milieu lagunaire montrent une évolution similaire à celle des valeurs de l'intensité d'infestation ; nous notons que les valeurs les plus élevées sont, effectivement, relevées en période hivernale et printanière (fig. 34).

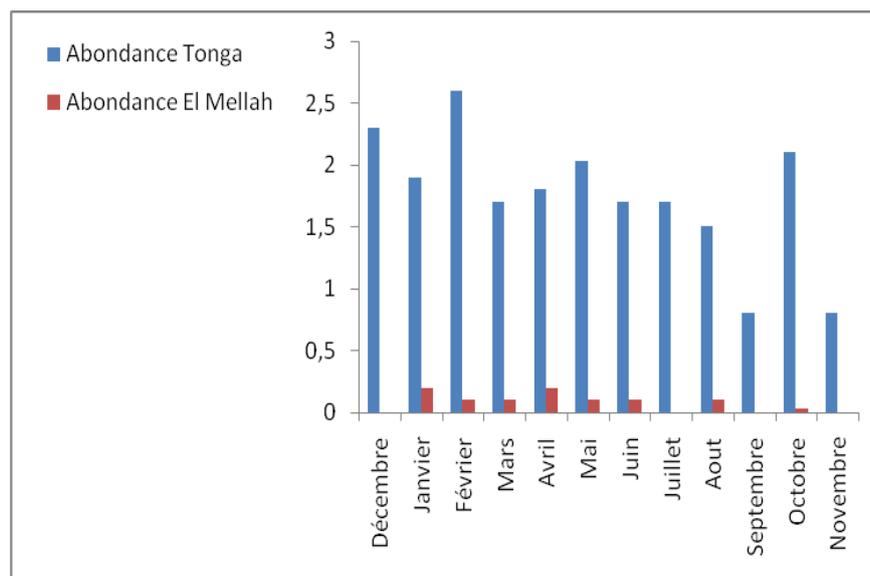


Figure 34 : Distribution mensuelles des abondances d'*Anguillicola crassus* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

3.2.2. L'espèce *Pseudodactylogyrus sp* :

Le tableau 9 rassemble l'ensemble des indices parasitaires de *Pseudodactylogyrus sp* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Tableau 9 : Distribution spatio-temporelle des indices parasitaires de *Pseudodactylogyrus sp* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Mois	Prévalence (%)		Intensité		Abondance	
	(Tonga)	(El Mellah)	(Tonga)	(El Mellah)	(Tonga)	(El Mellah)
Décembre	96,67	0	9,1	0	8,8	0
Janvier	93,33	0	9,9	0	9,3	0
Février	80	0	11,6	0	9,3	0
Mars	86,67	0	4,7	0	4,1	0
Avril	83,33	0	4,6	0	3,8	0
Mai	86,67	0	14,7	0	12,7	0
Juin	90	0	17,8	0	16	0
Juillet	83,33	0	11,4	0	9,5	0
Aout	73,33	0	8,8	0	6,5	0
Septembre	86,67	0	7,6	0	6,6	0
Octobre	76,67	3,33	11	1	8,4	0,03
Novembre	93,33	3,33	7,03	1	6,6	0,03

Prévalence

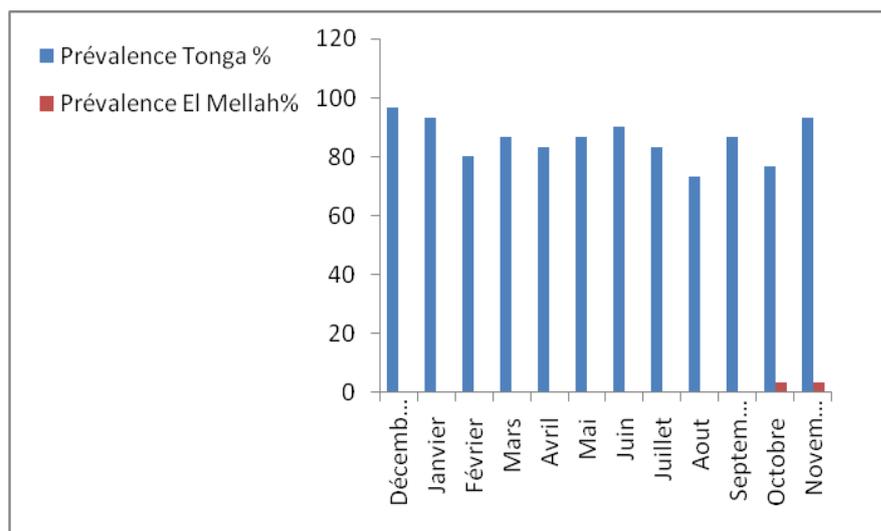


Figure 35 : Distribution mensuelle des prévalences de *Pseudodactylogyrus sp* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Dans le lac Tonga, les anguilles enregistrent des taux d'infestation par *Pseudodactylogyrus sp.* compris entre 73% (en août) et 96% (en décembre). Durant presque l'ensemble des saisons les effectifs d'anguilles infestées par *Pseudodactylogyrus sp.* sont de l'ordre de 86% sauf en période estivale où une légère baisse des valeurs est notée (80%).

Dans la lagune El mellah, les effectifs d'anguilles infestées par *Pseudodactylogyrus sp.* ne dépassent pas 3,5% durant les mois (octobre et novembre) où ce parasite est rencontré (tab.9)

Intensité

Dans le lac Tonga, les valeurs mensuelles de l'intensité d'infestation des anguilles, par *Pseudodactylogyrus sp.*, varient de 4,6 (en avril) à 17,8 (en juin). Des pics saisonniers sont notés en février (11,6), en juin (17,8), en juillet (11,4) et octobre (9,1). La valeur moyenne saisonnière de l'intensité d'infestation des anguilles par ce monogène parasite est généralement proche de 9 durant l'ensemble des saisons sauf au printemps où la valeur relevée dépasse 12 (fig.36).

En milieu lagunaire, les anguilles ne sont infestées, par *Pseudodactylogyrus sp.*, qu'en octobre et novembre à raison d'un seul spécimen / poisson infesté durant chaque mois.

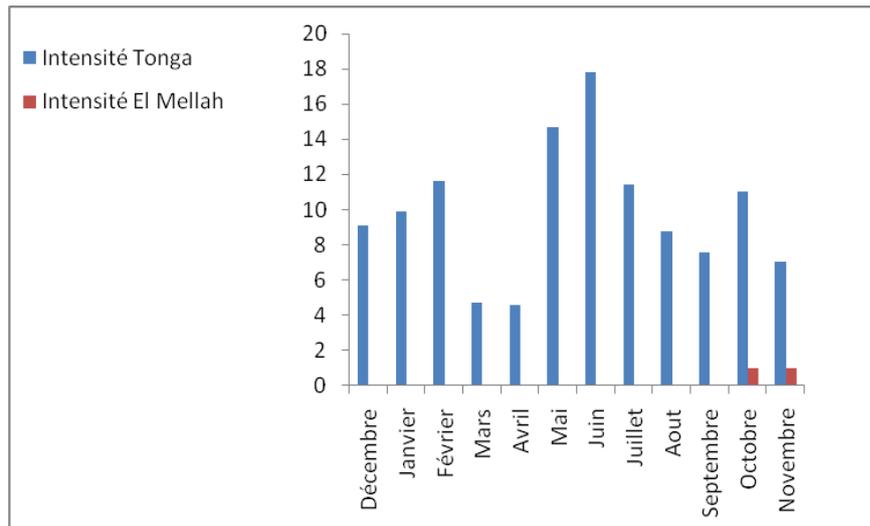


Figure 36 : Distribution mensuelle des intensités moyenne de *Pseudodactylogyrus sp.* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Abondance

Les valeurs mensuelles de l'abondance de *Pseudodactylogyrus sp.* relevées chez les anguilles du lac Tonga fluctuent entre 3,8 (en avril) et 16 (en juin) ; l'évolution de l'abondance de ce parasite est similaire à celle de l'intensité ; nous notons, en effet, des valeurs moyennes saisonnières généralement comprises entre 7 et 8 durant l'ensemble des saisons, à l'exception du printemps où la valeur est proche de 11 (fig. 37). Dans la lagune El mellah, quand ce monogène est présent, les valeurs de l'abondance qu'il enregistre n'excèdent pas 0,03 (fig.37).

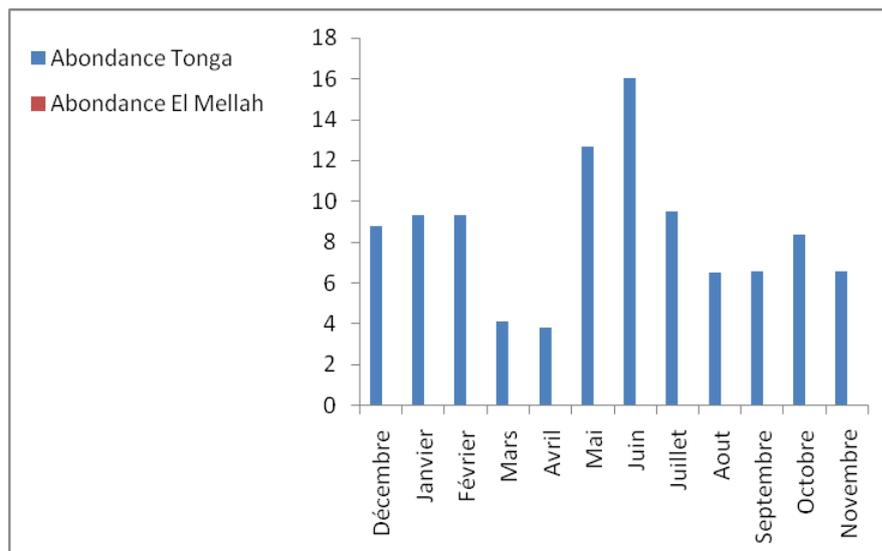


Figure 37 : Distribution mensuelles des abondances de *Pseudodactylogyrus sp* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

3.2.3. L'espèce *Bothriocephalus claviceps* :

Dans le tableau 10, sont consignés l'ensemble des indices parasitaires de *Bothriocephalus claviceps* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Tableau 10: Distribution Spatio-temporelle des indices de *Bothriocephalus claviceps* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Mois	Prévalence (%)		Intensité		Abondance	
	(Tonga)	(El Mellah)	(Tonga)	(El Mellah)	(Tonga)	(El Mellah)
Décembre	26,67	0	1,3	0	0,3	0
Janvier	46,67	0	2,4	0	1,1	0
Février	33,33	0	3,6	0	1,2	0
Mars	20	0	3,3	0	0,7	0
Avril	23,33	0	5,4	0	1,3	0
Mai	60	0	4,8	0	2,9	0
Juin	40	0	4,2	0	1,7	0
Juillet	13,33	0	2,5	0	0,3	0
Aout	3,33	0	3	0	0,1	0
Septembre	20	0	5,7	0	1,1	0
Octobre	6,67	3,33	1	1	0,1	0,03
Novembre	23,33	0	2,6	0	0,6	0

 **Prévalence %**

Dans le lac Tonga, les effectifs d'anguilles infestées par le cestode *Bothriocephalus claviceps*, sont compris entre 3,33% (en août) et 60% (en mai) ; l'évolution mensuelle des prévalences montre deux pics de l'ordre de 46 et 60% en janvier et Mai respectivement. C'est en période hivernale et printanière que les effectifs d'anguilles sont les plus infestés par ce cestode parasite (33 et 41% respectivement) ; les taux d'infestations enregistrés en été et en automne ne dépassent pas 20% ; ils sont de l'ordre de 12 et 19% respectivement.

En milieu lagunaire, le cestode *Bothriocephalus claviceps* n'est rencontré qu'en octobre ou il n'infeste pas plus de 3,33% des effectifs d'anguille (fig.38).

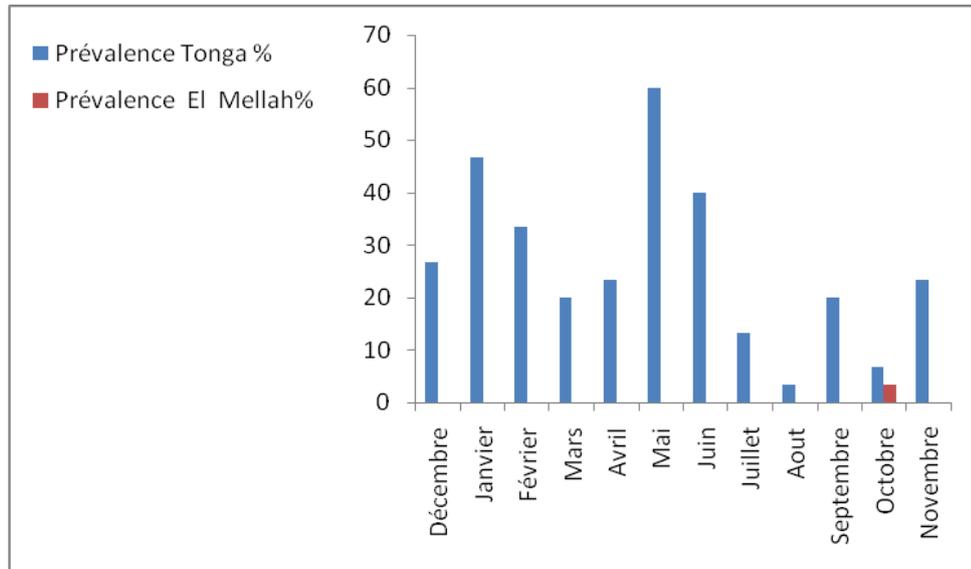


Figure 38 : Distribution mensuelles des prévalences de *Bothriocephalus claviceps* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

■ Intensité

Les anguilles, du lac Tonga, infestées par l'espèce *Bothriocephalus claviceps*. abritent, selon le mois, de 1 spécimen (en octobre) à 5,7 (en septembre) ; Le suivi mensuel de l'intensité moyenne d'infestation fait apparaître 2 pics de plus de 5 parasites par poisson infesté, l'un en avril (5.4) et l'autre en septembre (5.7). Les valeurs moyennes saisonnières les plus élevées (proche de 5) sont notées au printemps et les plus basses (proche de 1,5) en automne; des valeurs comprises entre 3 et 4 sont relevées en hiver et en été respectivement (fig.39).

Dans la lagune El mellah, un seul spécimen de l'espèce *Bothriocephalus claviceps* est rencontré chez la seule anguille infestée par ce cestode parasite (fig.39).

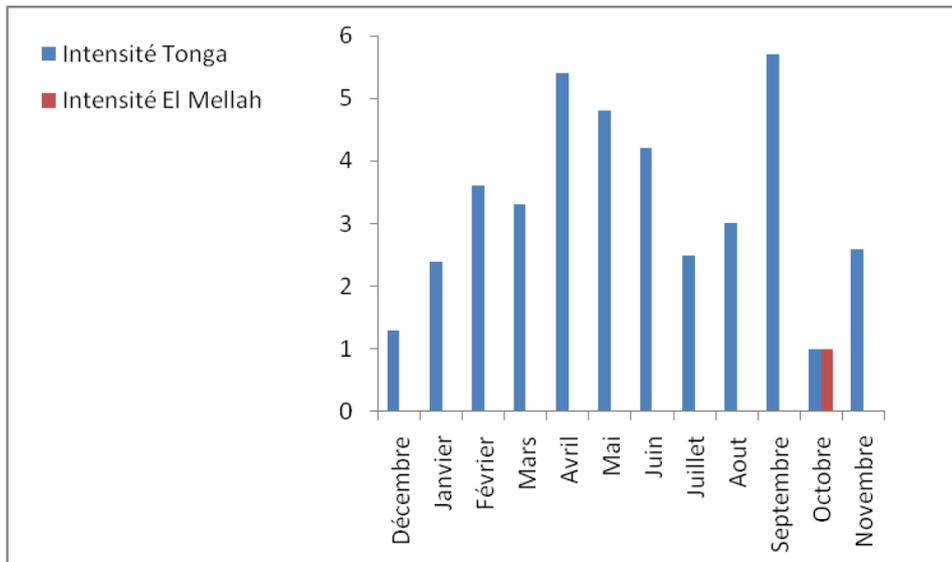


Figure 39: Distribution mensuelle des intensités moyennes de *Bothriocephalus claviceps* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

■ Abondance

Les valeurs mensuelles, de l'abondance de *Bothriocephalus claviceps*, relevées chez les anguilles du lac Tonga varient de 0,1 à 2,9 (en mai). Les valeurs de l'abondance de *Bothriocephalus claviceps* sont basses en période estivale et automnale (0,5 et 0,3 respectivement), intermédiaires (1) en période hivernale et élevées (proche de 2 parasites par poisson examiné) en période printanière (fig. 40).

En milieu lagunaire, l'espèce *Bothriocephalus claviceps* est très faiblement représentée ; la valeur de l'abondance de ce parasite ne dépasse pas 0,03 (fig.40).

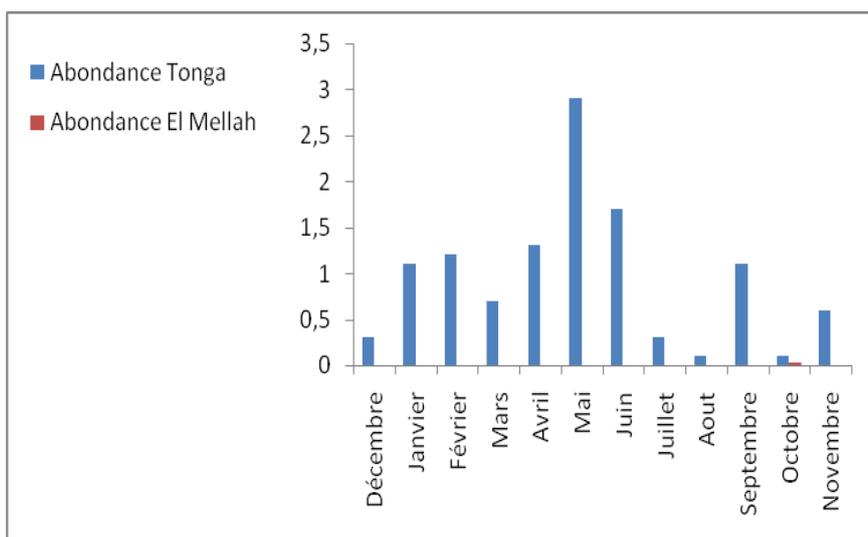


Figure 40 : Distribution mensuelle des abondances de *Bothriocephalus claviceps* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

3.2.4. L'espèce *Argulus sp* :

Dans le tableau 11, sont rapportés les indices parasitaires d'*Argulus sp* . chez les anguilles provenant du lac Tonga.

Tableau 11: Distribution spatio-temporelle des indices de l'espèce *Argulus sp* chez les anguilles provenant du lac Tonga.

Mois	Prévalence % (Tonga)	Intensité (Tonga)	Abondance (Tonga)
Décembre	0	0	0
Janvier	3,33	1	0,03
Février	3,33	1	0,03
Mars	0	0	0
Avril	6,67	1	0,1
Mai	6,67	1	0,1
Juin	0	0	0
Juillet	0	0	0
Aout	0	0	0
Septembre	0	0	0
Octobre	0	0	0
Novembre	0	0	0

Prévalence

Le crustacé parasite, *Argulus sp.* n'infeste pas plus de 7% des effectifs d'anguilles du lac Tonga. Sa présence chez les anguilles se limite aux mois de janvier-février (P=3,33%) et avril-mai (P=6,6%).

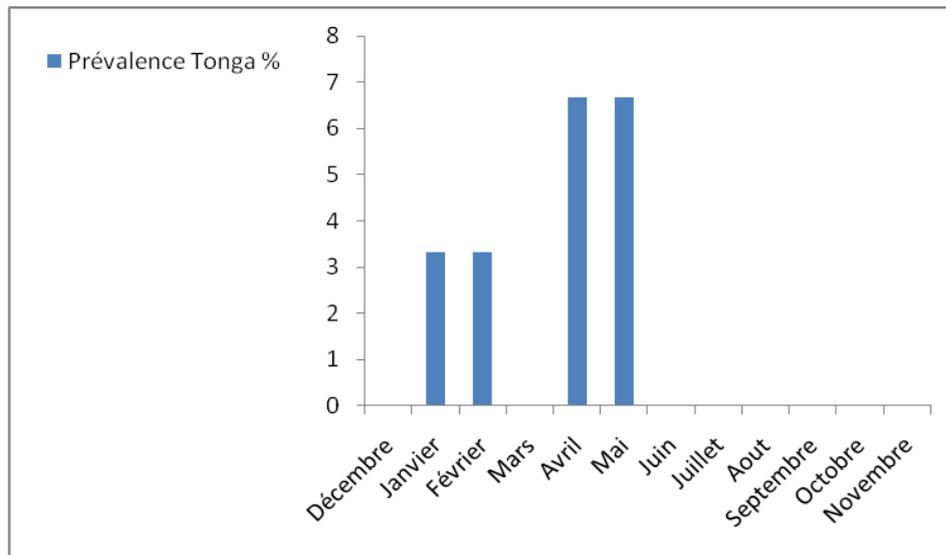


Figure 41: Distribution mensuelle des prévalences d'*Argulus sp.* chez les anguilles provenant du lac Tonga.

Intensité

Les valeurs de l'intensité sont faibles ; elles ne dépassent pas 1 spécimen par anguille infestée (fig.42).

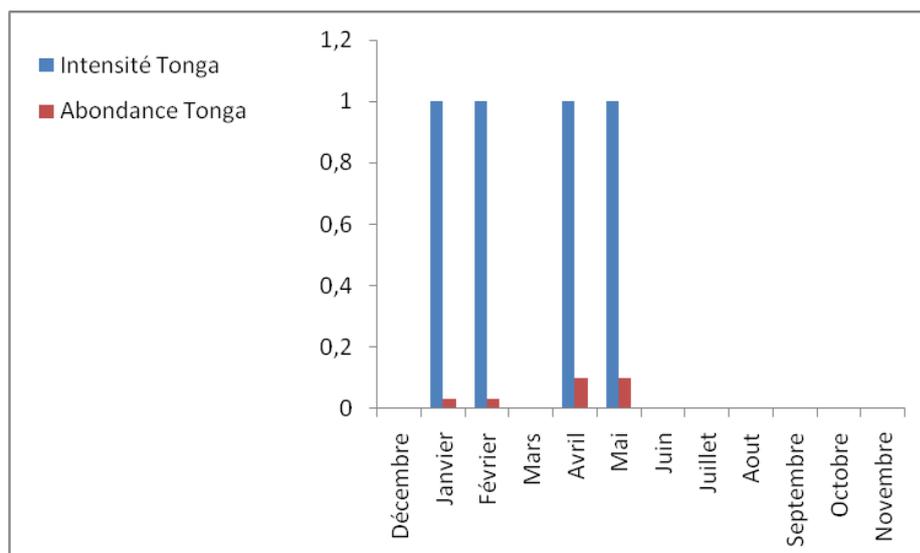


Figure 42: Distribution mensuelle des charges parasite d'*Argulus sp.* chez les anguilles provenant du lac Tonga.

L'espèce *Argulus sp.* n'est pas très abondant, chez les anguilles du lac Tonga, du fait que les valeurs relevées sont comprises entre 0,03 et 0,1 parasite par poisson examiné (fig.4

3.2.5. L'espèce *Ergasilus sp.* :

Le tableau 12 rassemble l'ensemble des indices parasitaires d'*Ergasilus sp.* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Tableau 12: Distribution spatio-temporelle des indices d'*Ergasilus sp.* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.

Mois	Prévalence (%)		Intensité		Abondance	
	(El Mellah)	(Tonga)	(El Mellah)	(Tonga)	(El Mellah)	(Tonga)
Décembre	0	0	0	0	0	0
Janvier	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0
Mars	3,33	0	1	0	0,03	0
Avril	0	6,67	0	1	0	0,1
Mai	0	3,33	0	1	0	0,03
Juin	0	3,33	0	1	0	0,03
Juillet	0	0	0	0	0	0
Aout	0	0	0	0	0	0
Septembre	0	0	0	0	0	0
Octobre	0	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0



Prévalence :

Les taux mensuels d'infestation des anguilles par le crustacé parasite, *Ergasilus sp.*, varient de 3 à 7% dans le lac Tonga et n'excèdent pas 4% dans la lagune El Mellah (fig.43). Chez les anguilles, ce parasite est rencontré durant tout le printemps, dans le lac Tonga et seulement au mois de mars dans la lagune El Mellah.

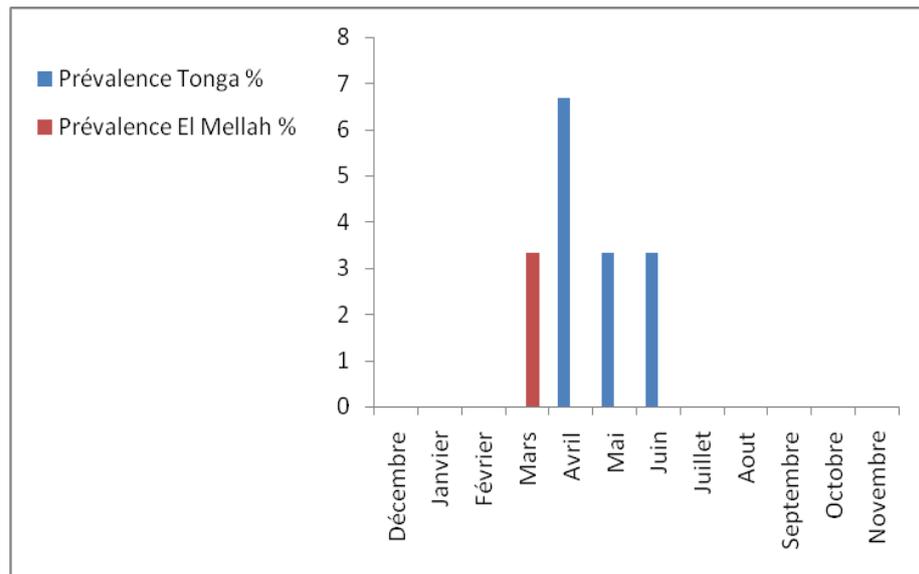


Figure 43: Distribution mensuelle des prévalences *d'Ergasilus sp.* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.



Intensité :

L'intensité d'infestation des anguilles, par l'espèce *Ergasilus sp.*, est de l'ordre de 1 et 0,03 spécimen parasite par poisson infesté respectivement dans le lac Tonga et la lagune El Mellah (fig. 44).

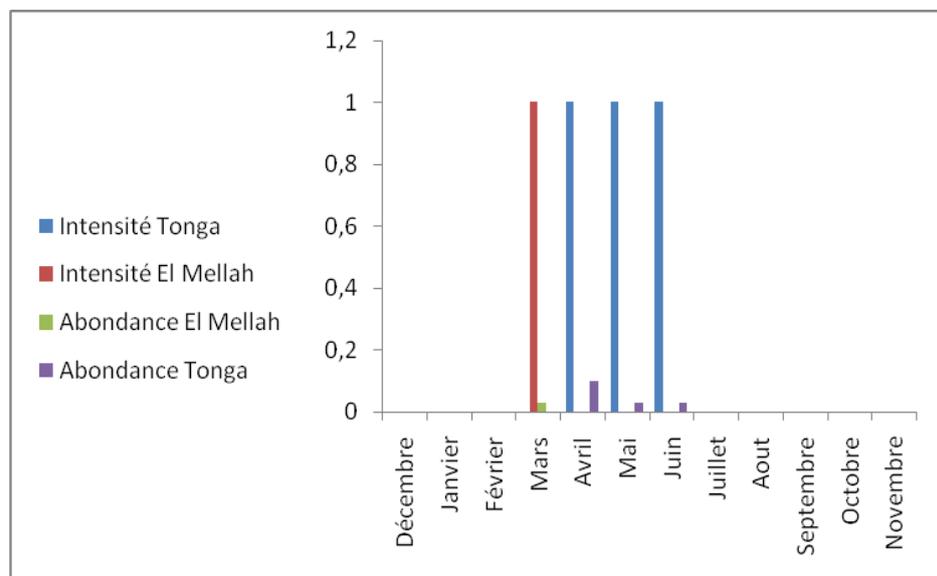


Figure 44 : Distribution mensuelle des charges parasitaires *d'Ergasilus sp.* chez les anguilles provenant des 2 plans d'eau.



Abondance :

Les valeurs de l'abondance, du crustacé parasite *Ergasilus sp.* sont très faibles ; dans le lac Tonga, elles varient de 0,03 à 0,1 spécimen/anguille examinée ; la valeur maximale étant relevée en avril. En milieu lagunaire la valeur de l'abondance ne dépasse pas 0,03 (fig.44).

3.2.6. L'espèce *Cucullanus sp.* :

Dans le tableau 13 figurent l'ensemble des indices parasitaires de *Cucullanus sp.* chez les anguilles du Tonga.

Tableau 13: Indices parasitaires de *Cucullanus sp.* chez les anguilles du Tonga.

<i>Cucullanus sp.</i>	Tonga
Poissons Examinés	360
Poissons Infestés	1
Nombre de <i>Cucullanus sp.</i>	1
Prévalence %	0.3
Intensité	1
Abondance	0.003

Ce nématode parasite du tube digestif, *Cucullanus sp.*, n'est retrouvé que chez une seule anguille capturée dans le lac Tonga (Tab.13). Il présente une prévalence de 0,3% et une intensité d'infestation de l'ordre de 1 spécimen/anguille infestée et une abondance très faible (A=0,003).

L'espèce *Cucullanus sp.* a été retrouvée chez une seule anguille capturée dans le lac Tonga.

3.3. Distribution des indices parasitologiques d'*Anguillicola crassus* en fonction de la taille de l'anguille :

✚ Prévalence

Dans le lac Tonga, les effectifs d'anguilles infestées par *Anguillicola crassus* varient de 35% dans la classe de taille [65-75[à 62% dans la classe de taille [25-35[; dans les autres classes de taille 38 à 44% des effectifs sont infestés.

Dans la lagune, le taux d'infestation maximum (P=9%) est relevé dans la classe de taille [55-65[; *Anguillicola crassus* infeste plus de 7% des effectifs des anguilles de la classe de taille [35-45[mais, en revanche, les anguilles de petite taille et de grande taille ne sont pas infestées par ce ver nématode (fig. 45).

L'application du test d'indépendance (**test du Khi deux**) à la prévalence d'*Anguillicola crassus* au niveau des deux plans d'eau montre que l'infestation des anguilles est fortement dépendante de la classe de taille ($p < \alpha = 0,001$).

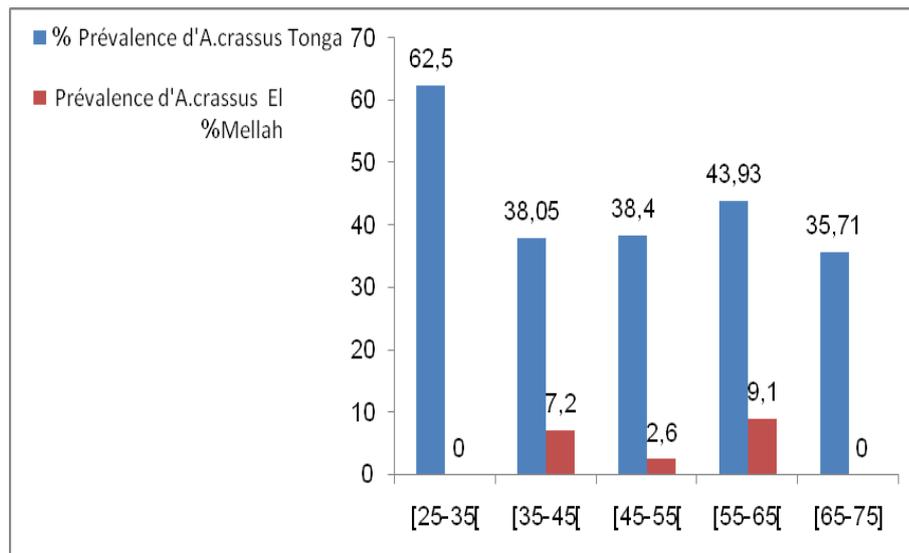


Figure 45 : Répartition du taux d'infestation par *Anguillicola crassus* en fonction de la taille des anguilles.

✚ Intensité d'infestation et abondance

Dans le lac Tonga, l'intensité moyenne d'infestation est généralement proche de 4 parasites par poisson infesté dans l'ensemble des classes de taille à l'exception de la classe de taille [65-75]ou un pic de plus de 8 parasites par anguille infestée est relevé. Les valeurs de l'abondance suivent le même schéma d'évolution que celles de l'intensité d'infestation; dans l'ensemble des classes de taille, *Anguillicola crassus* montre, dans le lac Tonga, une

abondance variant de 1.5 à 2.5 spécimen/anguille examinée, sauf dans la classe de taille [65-75] ou un nombre proche de 4 vers par poisson examiné est relevé (fig. 46).

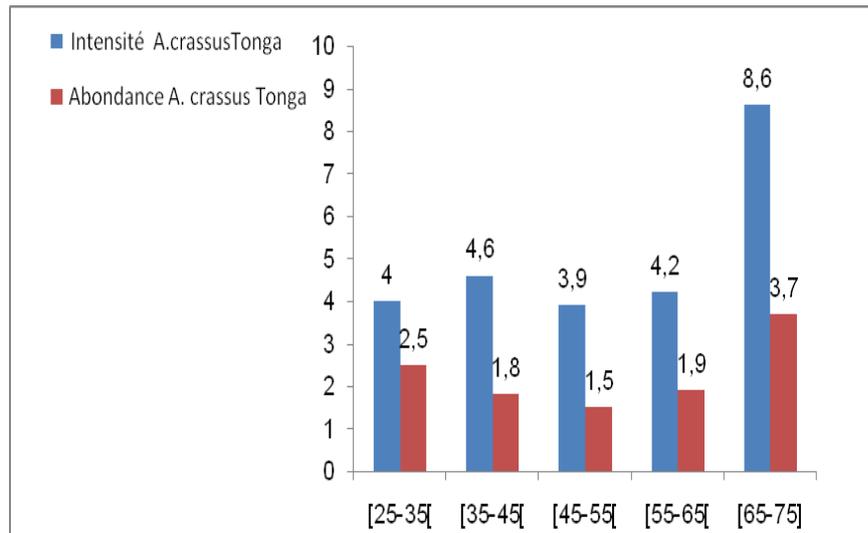


Figure 46: Répartition des charges d'infestation par *Anguillicola crassus* en fonction des classes de taille des anguilles peuplant le lac Tonga.

Dans la lagune El Mellah, les anguilles infestées par *Anguillicolla crassus* de l'ensemble des classes de taille abritent de 1,3 à 1,8 parasites sauf celles de la classe de taille [25-35[ou aucun ver nématode n'est rencontré (fig. 47). L'abondance des vers rencontrés n'excède pas 0,02 ver par anguille examinée; un pic (0,14) est relevé chez les spécimens de la classe de taille [55-65[.

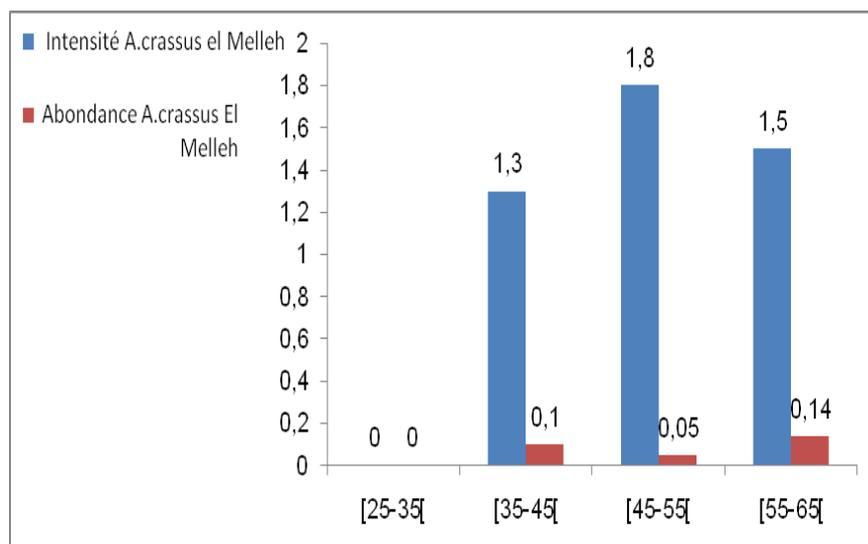


Figure 47 : Répartition des charges d'infestation d'*Anguillicola crassus* en fonction des classes de taille des anguilles peuplant la lagune El Melleh.

3.4. Distribution des indices parasitologiques de *Pseudodactylogyrus sp.* en fonction de la taille de l'anguille :

✚ Prévalence

Dans le lac Tonga, le monogène *Pseudodactylogyrus sp.* infeste plus de 85% des effectifs d'anguilles de l'ensemble des classes de taille à l'exception de la classe de taille [25-35[ou seulement 75% des effectifs sont touchés par ce parasite (fig.48). Dans la lagune El Mellah, *Pseudodactylogyrus sp.* infeste moins de 6% des effectifs d'anguilles de la seule classe de taille [35-45[(fig.48).

Le test d'Indépendance (**Khi deux**) appliqué à la prévalence de *Pseudodactylogyrus* relevée au niveau des deux sites d'études montre l'existence d'une forte dépendance de l'infestation pour la classe de taille ($p < \alpha = 0,001$).

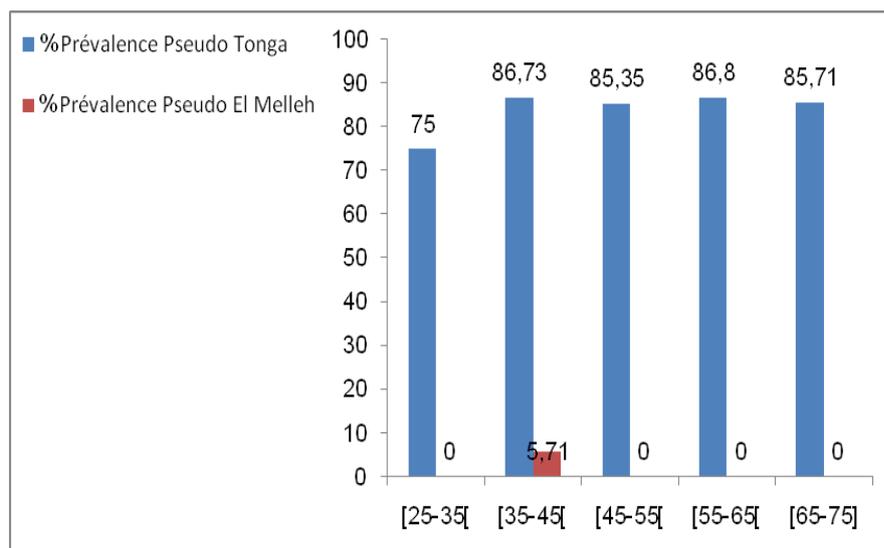


Figure 48 : Répartition du taux d'infestation par *Pseudodactylogyrus sp.* en fonction de la taille des anguilles.

✚ Intensité d'infestation et abondance

En ce qui concerne l'intensité d'infestation, des anguilles du lac Tonga, par *Pseudodactylogyrus sp.* les valeurs relevées dans l'ensemble des classes de taille dépassent 5 parasites par poisson infesté. Nous notons toutefois que les anguilles des classes de taille [45-55[et [55-65[hébergent plus de 12 et 8 parasites par poisson infesté respectivement (fig. 49). Dans le lac Tonga les valeurs de l'abondance suivent le même schéma d'évolution que celles

de l'intensité d'infestation; dans l'ensemble des classes de taille, l'abondance du monogène *Pseudodactylogyrus sp* varie de 4 à plus de 10 vers par poisson examiné.

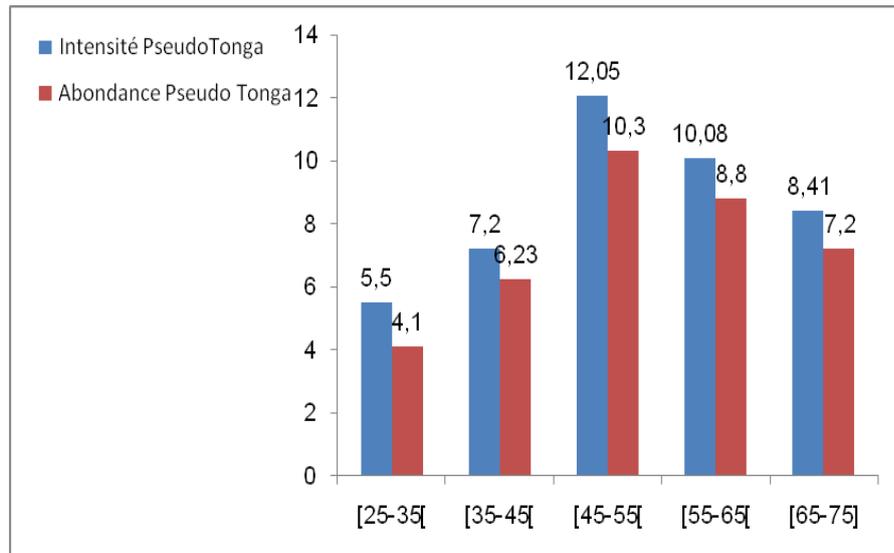


Figure 49 : Répartition des charges d'infestation de *Pseudodactylogyrus sp.* en fonction des classes de taille des anguilles peuplant les le lac Tonga.

Dans la lagune, les anguilles infestées par *Pseudodactylogyrus sp* n'abritent pas plus d'un spécimen ; quant à l'abondance, elle n'excède pas 0.06 vers par anguille examinée dans la seule classe de taille [35-45[(fig. 50).

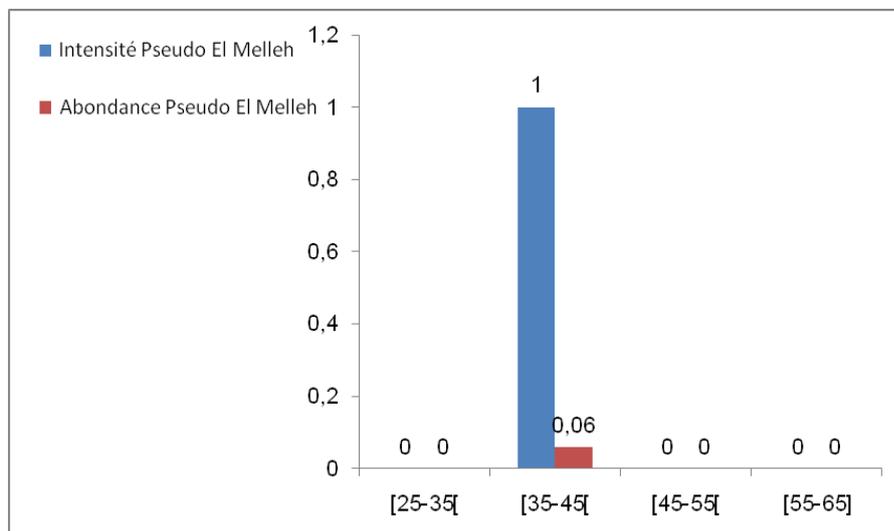


Figure 50 : Répartition des charges d'infestation de *Pseudodactylogyrus sp.* en fonction des classes de taille des anguilles peuplant la lagune El Mellah.

3.5. Types d'association parasitaire chez l'anguille :

L'examen des anguilles, la récolte et l'identification des espèces parasites rencontrées nous a permis de noter que l'infestation de ce poisson peut se faire par la présence d'une seule espèce parasite ou de deux, trois et même quatre chez un même organisme.

✚ Lac Tonga :

Dans le lac Tonga, les anguilles qui hébergent une seule espèce hôte à la fois représentent 47% des effectifs de poissons infestés dénombrés dans ce plan d'eau.

▪ Les poissons abritant une seule espèce parasite à la fois sont au nombre de 160 (soit 47% des effectifs d'anguilles infestées) ; les parasites à l'origine de ce type d'infestation, sont *Pseudodactylogyrus sp.* (rencontré chez 88% des effectifs de ce type d'infestation), *Anguillicola crassus* (touche 9% des effectifs) et *Bothriocephalus claviceps* (infestant à peine 4% des effectifs).

Tableau 14: Différents types d'association parasitaire rencontrés chez les anguilles du lac Tonga.

Proportion du type d'infestation	Espèces parasites et type de combinaison	Nbr et proportion des poissons infestés
Infestation par une seule espèce parasite (47%)	<i>Anguillicola crassus</i>	14 (9%)
	<i>Pseudodactylogyrus sp</i>	140 (88%)
	<i>Bothriocephalus claviceps</i>	6 (4%)
Infestation par 2 espèces parasites (40%)	<i>Ac + Pseudo</i>	87 (63%)
	<i>Ac + Bothrio</i>	4 (3%)
	<i>Pseudo + Bothrio</i>	42 (30%)
	<i>Pseudo + Ergasilus</i>	2
	<i>Pseudo + Argulus</i>	1
	<i>Bothrio + Ergasilus</i>	2
Infestation par 3 espèces	<i>Ac + Pseudo + Bothrio</i>	40 (91%)
	<i>Ac + Pseud + Argulus</i>	2 (5%)
	<i>Ac + Pseudo + cucullanus</i>	1
	<i>Ac + Argulus + Bothrio</i>	1
Infestation par 4 espèces	<i>Ac + Pseud + Argulus + Bothrio</i>	1
Totale		329

▪ Le groupe d'anguilles qui abritent deux espèces parasites simultanément représente 40% des effectifs de poissons infestés ; Parmi ces 40% nous rencontrons six combinaisons que l'on pourrait appeler « association parasitaire » dont les plus fréquentes sont celles regroupant *Anguillicola crassus* avec *Pseudodactylogyrus sp.* (63%), *Pseudodactylogyrus*

avec *Bothriocephalus* (30%) et *Anguillicola crassus* avec *Bothriocephalus sp.* (3%) ; les proportions des autres types d'association sont très faibles (fig. 51).

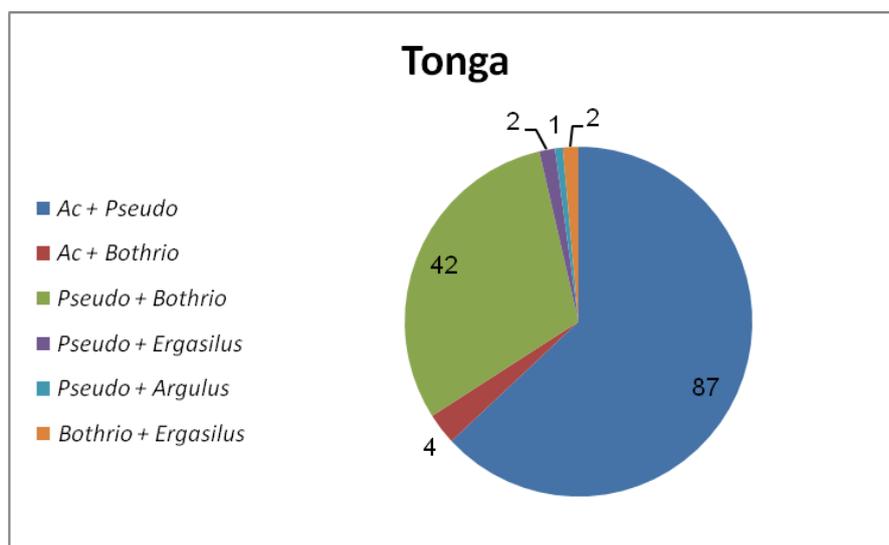


Figure 51: Proportion des différentes combinaisons d'association de deux espèces parasites chez les anguilles du lac Tonga.

▪ Les effectifs d'anguilles infestées par trois espèces parasites représentent 13% ; dans ce groupe c'est l'association de *Pseudodactylogyrus* avec *Anguillicola crassus* et *Bothriocephalus* qui enregistre les plus fortes proportions (91% des effectifs) ; l'association *Pseudodactylogyrus* avec *Anguillicola crassus* et *Argulus sp.* enregistre quant à elle juste 5% et les 2 autres associations à peine 2% chacune (fig. 52).

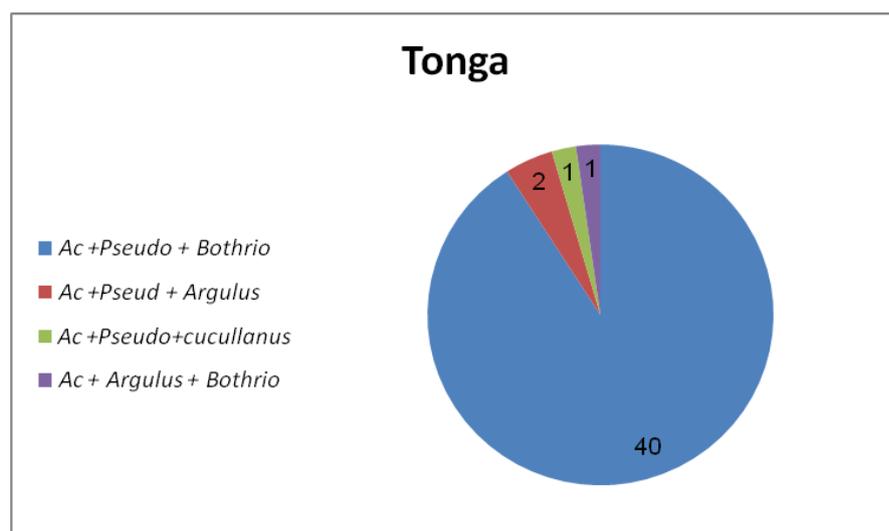


Figure 52: Proportion des différentes combinaisons d'association de trois espèces parasites chez les anguilles du lac Tonga.

- L'association de 4 espèces parasites n'a été rencontrée que chez une seule anguille infestée (tab.14).

Lagune El Mellah

Dans la lagune, parmi les 4 espèces de parasites recensées chez les anguilles nous n'avons pu noter d'association du type signalé chez les anguilles du Tonga (tab.15) ; ceci tient au fait que le nombre d'hôtes infestés et de parasites récoltés sont relativement très faibles pour rendre probable la création de combinaisons.

Tableau 15: Dénombrement des parasites recensés chez les anguilles de la lagune El Mellah.

Espèces parasites recensées	Nombre d'anguilles Infestées
<i>Anguillicola crassus</i>	18
<i>Pseudodactylogyrus sp.</i>	2
<i>Bothriocephalus claviceps</i>	1
<i>Ergasilus sp.</i>	1
Total	22

4. Etude du régime alimentaire des anguilles :

4.1. Coefficient de vacuité (Cv%)

✚ Dans le lac Tonga, la valeur moyenne du coefficient de vacuité enregistré pendant les 6 mois d'étude du régime alimentaire est de l'ordre de 73,88% ; ce qui représente 133 tubes digestifs vides sur les 180 examinés. Nous notons, par ailleurs, que les valeurs mensuelles des coefficients de vacuités fluctuent entre 63,33% en juillet et 83,33% en octobre ; les valeurs de plus de 76% étant relevées de septembre à novembre (fig. 67).

✚ Chez les anguilles de la lagune El Mellah, le coefficient de vacuité moyen dépasse 85% ; ce qui équivaut à 154 tubes digestifs vides sur les 180 examinés. L'évaluation de la valeur mensuelle de ce coefficient (fig.53) montre, à l'exception du mois d'octobre où la valeur minimale (73,33%) est relevée, que les valeurs notées durant les autres mois dépassent largement 80% (variant de 83 à 96%).

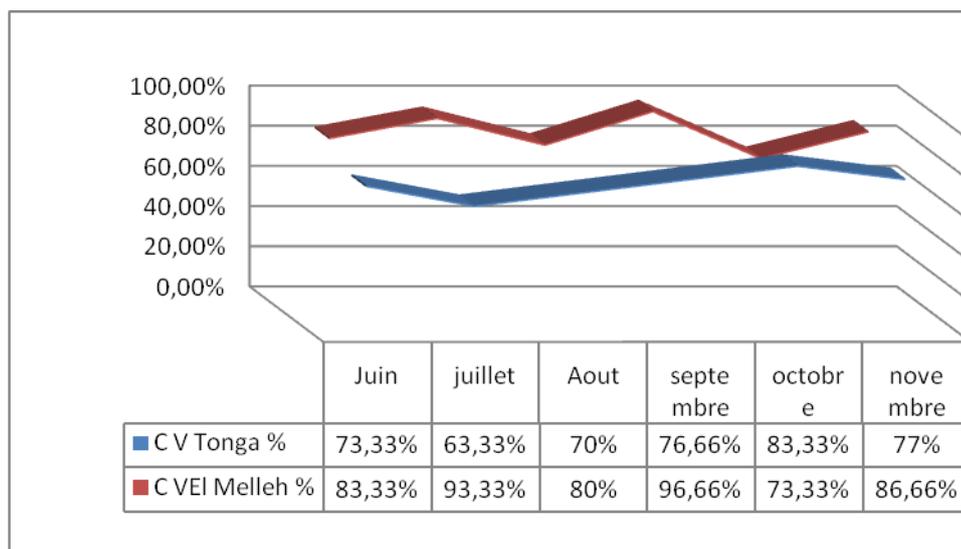


Figure 53 : Evolution mensuelle du coefficient de vacuité chez les anguilles des 2 plans d'eau.

✚ L'évolution du coefficient de vacuité en fonction de la taille des anguilles des 2 sites montre une similitude illustrée par l'apparition d'un pic (fig.54) chez les anguilles de petite taille [25-35[suivi d'une baisse graduelle de la valeur de ce coefficient chez les anguilles de taille [35-45[et l'atteinte de la valeur minimale chez les spécimens de taille [45-55[; une hausse du coefficient de vacuité est notée chez les anguilles de plus grande taille [55-65[.

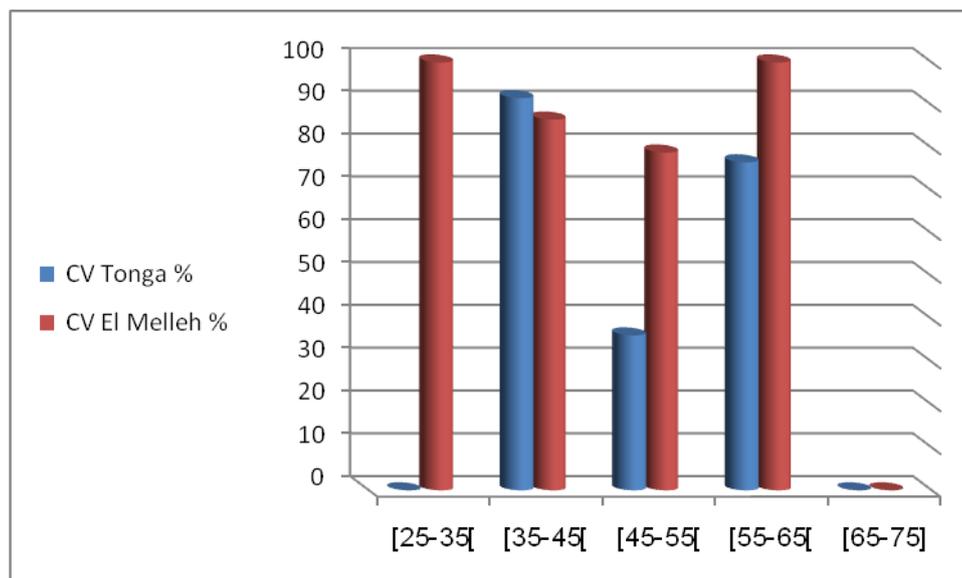


Figure 54 : Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la classe de taille des anguilles des 2 plans d'eau.

L'application du test de Student dans la comparaison du coefficient de vacuité relevé chez les anguilles des deux sites (Tonga et El Mellah) fait apparaître l'existence de différences significatives entre les valeurs notées entre les deux sites durant l'ensemble des 6 mois d'étude ($p=0.027 < \alpha = 0,05$).

4.2. Fréquences d'apparition des proies (F%)

Les résultats de l'analyse qualitative du contenu du tube digestif de l'anguille, provenant des 2 plans d'eau, montrent la présence de proies d'origine animale et végétale. Les proies d'origine animale sont soit des vertébrés (poissons) soit des invertébrés (crustacés, insectes) ; en ce qui concerne les proies d'origine végétales, ce sont des algues ou des plantes. Nous notons, par ailleurs, que les proportions de ces proies varient d'un plan d'eau à l'autre.

✚ En milieu lagunaire, le contenu du tube digestif des anguilles (fig.55) est constitué de crustacés (57,69%), de plantes (30,77%), de poissons (7,69%) et d'insectes (3,84%). Nous notons par ailleurs des changements du contenu en fonction de la taille des poissons; Chez les anguilles de la classe de taille [35- 45[le contenu du tube digestif comprend des crustacés, des plantes et des insectes ; mais en revanche chez celles de la classe de taille [45-55[il est composé de crustacés, de plantes et de poissons.

Il est, par ailleurs, noté que les proportions de ces catégories de proies changent d'une classe à l'autre (fig.55) ; nous relevons, avec l'augmentation de la taille des anguilles, une augmentation des proportions en crustacés (la fréquence passe de 50% à 67%) et en poissons (fréquence passe de 0 à 17%) et une baisse de la proportion des plantes (la fréquence passe de 43% à 17%) et des insectes (fréquence passe de 7% à 0%).

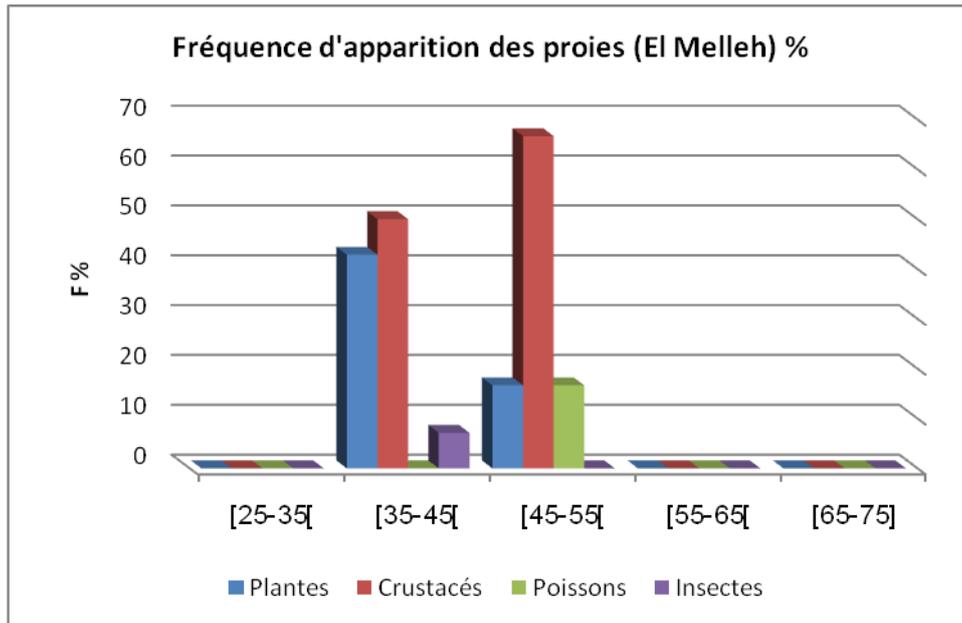


Figure 55 : Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles des différentes classes de taille (lagune El Mellah).

✚ Chez les anguilles du lac Tonga, le contenu du tube digestif est généralement composé de 55,32% de poissons, de 23,40% de plantes, de 14,89% de crustacés et 6,38% d'insectes (fig.56); toutefois les proportions des proies montrent des changements en fonction de la taille du poisson. La fraction des « proies poissons » passe de 20% chez les anguilles de la classe de taille [35-45[à 50 %, 86% et 100% chez celles des classes de taille [45-55[, [55-65[, [65-75[respectivement. Les proportions en plantes passent de 40% chez les anguilles de [35-45[à 31% chez celles de [45-55[pour atteindre la valeur zéro chez les anguilles de grande taille [55-65[et [65-75]. Les crustacés, passent de 20% chez les anguilles de la classe de taille [35-45[à 12%, 14% et 0% chez respectivement les anguilles des classes de taille [35-45[, [55-65[et [65-75]. Les insectes, ne représentent que 20% et 6% des proies contenues dans le tube digestif des anguilles des classes de taille [35-45[et [45-55[respectivement.

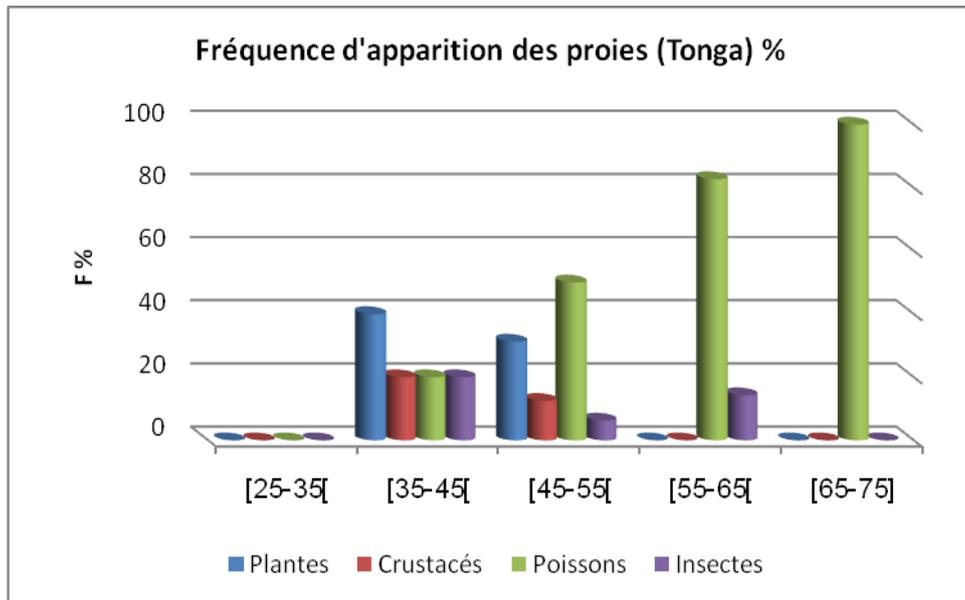


Figure 56 : Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles des différentes classes de taille (lac Tonga).

5. Etat de la vessie natatoire :**Tableau 16:** états des vessies natatoires des anguilles capturées dans les deux sites d'étude.

Etat	Type de lésion	Tonga	El Melleh
Intacte (0)	Translucide	6.66%	21.11%
Dommages modérés (1)	-opaque -Hémorragique	46.11%	67.7%
Dommages sévères (2)	-Opaque+hémorragique -Opaque+fibrosités -Opaque+hémorragique+fibrosités	46.11%	9.44%

Les vessies examinées durant cette étude montrent divers états allant de la transparence à l'opacité en passant par des états hémorragiques et fibreux, toute fois dans le Tonga plus de 46% des vessies présentent des lésions sévères contre seulement 9% dans la lagune.

Dans la lagune les proportions en vessies saines (Translucides) sont 3 fois plus élevées que celles notées dans le lac Tonga (Tab 16).

En ce qui concerne les vessies présentant des dommages modérés les taux relevés dans la lagune sont une fois et demie plus élevées que ceux enregistrés dans le lac Tonga (Tab 16); quant aux vessies présentant des dommages sévères, les taux les plus élevés sont relevés dans le lac Tonga et représentent 5 fois plus ceux de la lagune.



Vessie natatoire translucide(a)

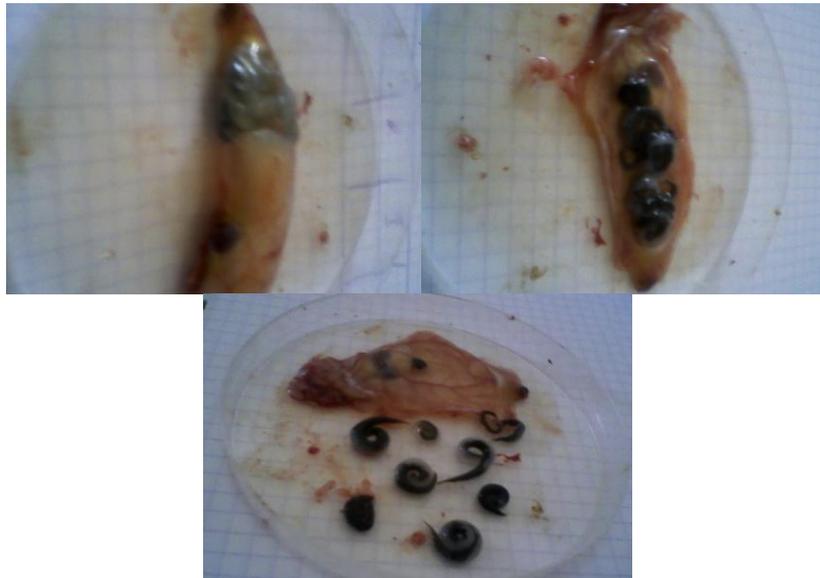


(b) Vessie natatoire opaque

(c) vessie natatoire fibreuse



(d)Vessie natatoire hémorragique



(e) Vessie natatoire abritant le nématode *Anguillicola crassus*

Figure 57 : les différents états de la vessie natatoire relevée au niveau des deux sites d'études
(Photos numérique prise : 05.04.2009).

6. Impact d'*Anguillicola crassus* sur l'anguille européenne :

6. 1. Etat des vessies natatoire des anguilles pêchées dans les 2 plans d'eau

Un total de 654 vers nématodes de l'espèce *Anguillicola crassus* ont été récoltés à partir des vessies natatoires de 720 anguilles, de longueurs comprises entre 710 et 250 mm, provenant du lac Tonga et de la lagune el Mellah.

6.1.1. Les vessies des anguilles du lac Tonga :

Tableau 17 : Etat mensuelle des vessies natatoire des anguilles capturées dans le lac Tonga.

Mois	Vessie natatoire saine			Vessie natatoire lésée		
	Nombre	Abritant des parasites	N'abritant pas de parasites	Nombre	Abritant des parasites	N'abritant pas de parasites
Décembre	00	00	00	30	19	11
Janvier	00	00	00	30	12	18
Février	00	00	00	30	13	17
Mars	00	00	00	30	13	17
Avril	01	00	01	29	15	14
Mai	00	00	00	30	14	16
Juin	05	00	05	25	14	11
Juillet	06	00	06	24	05	19
Aout	04	02	02	26	11	15
Septembre	02	01	01	28	9	19
Octobre	02	00	02	28	09	19
Novembre	03	00	03	27	06	21
Total	23	03	20	337	140	197

Dans le lac Tonga sur les 360 vessies examinées nous relevons 94% de vessies lésées contre seulement 6% de vessies saines (Fig.58). Parmi les vessies saines seules 13% abritent des vers ; les 87% restant n'héberge pas de vers parasites (Fig.59)

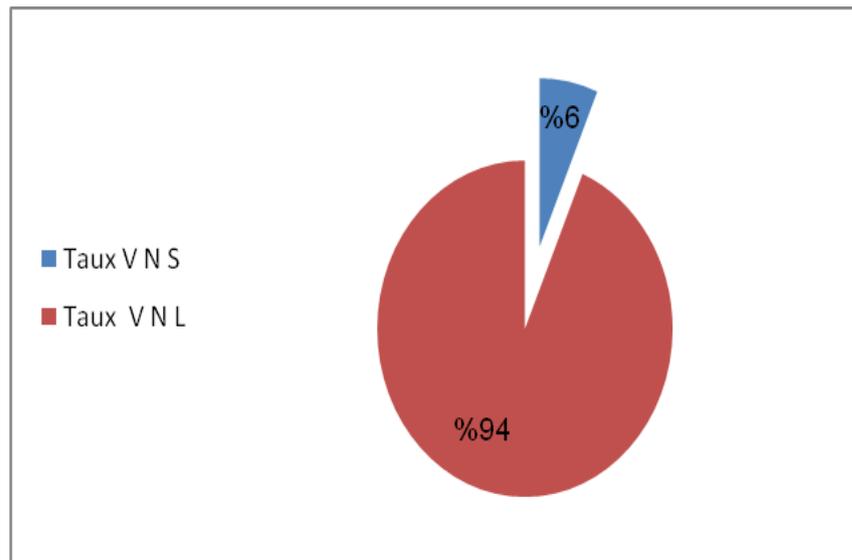


Figure 58 : Proportions des vessies lésées et des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.

(VNL: vessies natatoires lésées hébergeant des parasites ; VNS : vessies natatoires n'hébergeant pas de parasites)

Sur les 23 vessies considérées comme saines, c'est-à-dire dont la paroi est translucide (ou transparente), 3 (soit 13.043%) abritent des vers et 20 (soit 86.956%) n'abritent pas de parasites (fig. 58).

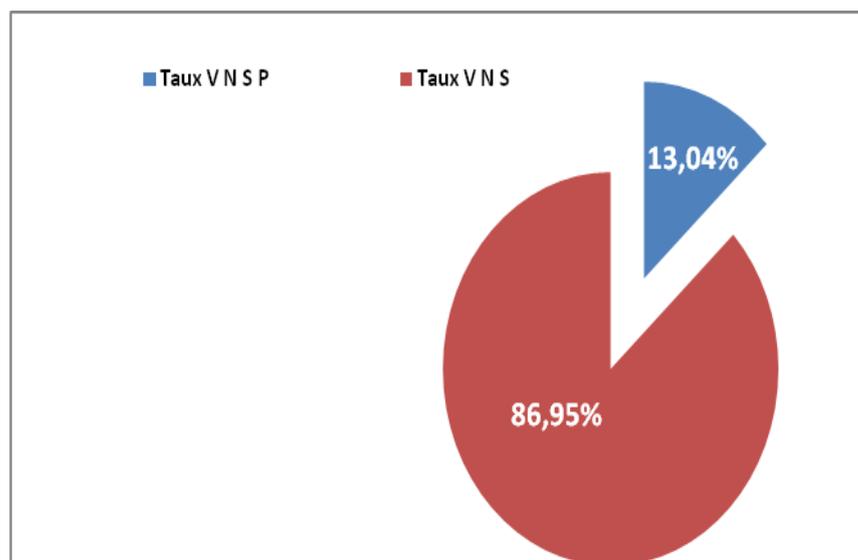


Figure 59 : Proportions des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.

(VNLP: vessies natatoires lésées hébergeant des parasites ; VNL : vessies natatoires n'hébergeant pas de parasites)

Sur les 337 vessies considérées comme lésées, c'est-à-dire dont la paroi est opaque et hémorragiques ou fibreuse (non translucide), 140 (soit 41.543%) abritent des vers et 197 (soit 58.456 %) n'abritent pas de parasites (fig.60).

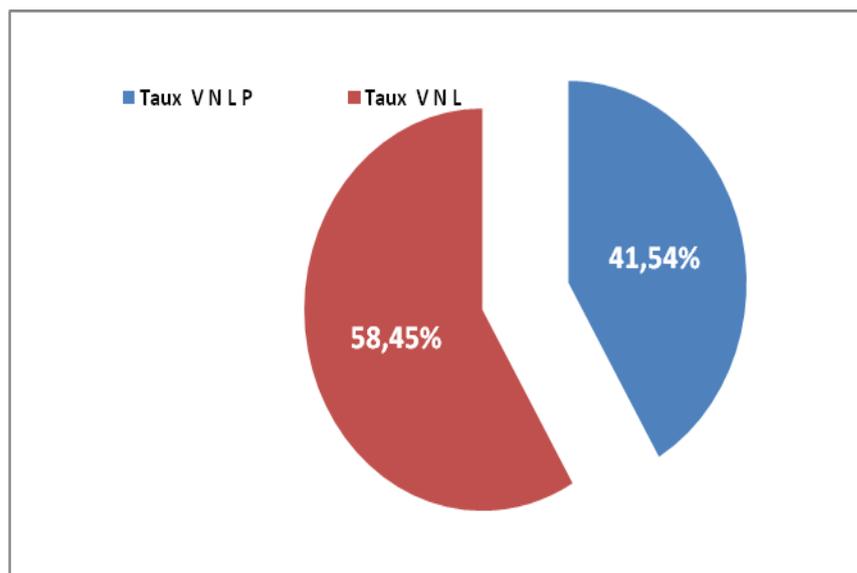


Figure 60 : Taux des vessies lésées (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.

(VNLP: vessies natatoires lésées hébergeant des parasites ; VNL : vessies natatoires n'hébergeant pas de parasites).

6.1.2. Les vessies des anguilles de la lagune El mellah :

Tableau 18 : Etat mensuelle des vessies natatoires des anguilles de la lagune El mellah.

Mois	Vessie natatoire saine			Vessie natatoire lésée		
	Nombre	Abritant des parasites	N'abritant pas de parasites	Nombre	Abritant des parasites	N'abritant pas de parasites
Décembre	18	00	18	12	00	12
Janvier	17	00	17	13	03	10
Février	01	00	01	29	02	27
Mars	00	00	00	30	02	28
Avril	07	00	07	23	04	19
Mai	02	00	02	28	03	25
Juin	03	00	03	27	03	24
Juillet	04	00	04	26	00	26
Aout	12	00	12	18	01	17
Septembre	03	00	03	27	00	27
Octobre	04	00	04	26	01	25
Novembre	07	00	07	23	00	23
Total	78	00	78	282	19	263

Dans la lagune 78% de la population d'anguille examinées; présentent des vessies lésées. Sur les **22** vessies considérées comme saines, c'est-à-dire dont la paroi est translucide (ou transparente), aucun ver n'est rencontré. (Fig.61).

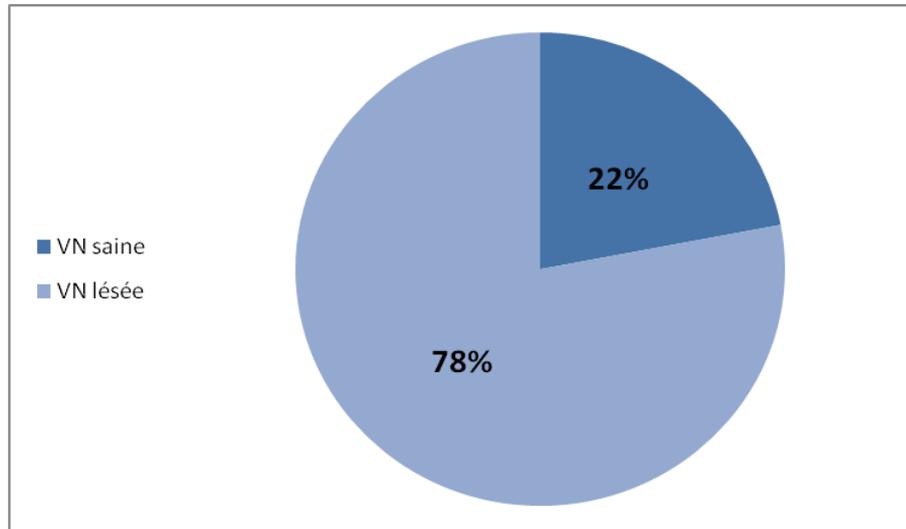


Figure 61: Proportions des vessies lésées et des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles de la lagune. (VN: vessies natatoire).

Sur les 78 vessies considérées comme lésées, c'est-à-dire dont la paroi est opaque, hémorragique et fibreuse (non translucide), 6.7% abritent des vers et 93.3 % n'abritent pas de parasites (fig.62).

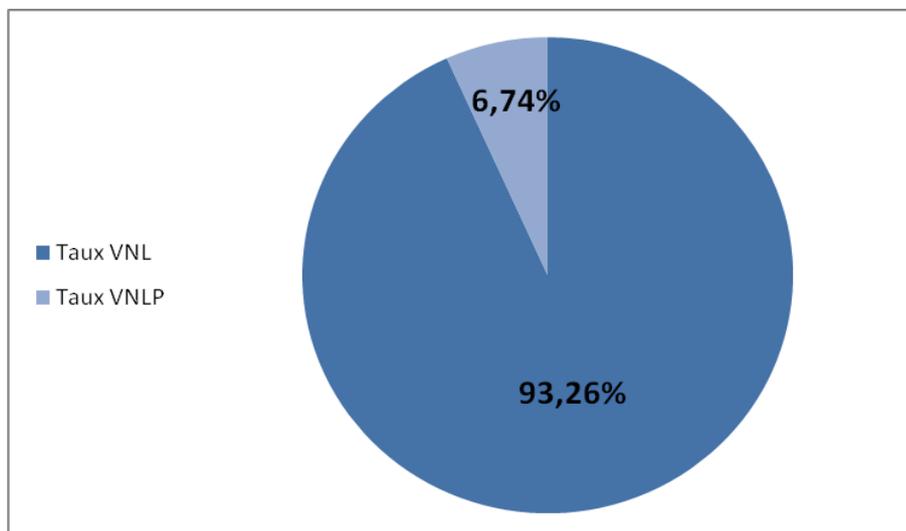


Figure 62 : Taux des vessies lésées (parasitées et non parasitées) chez les anguilles de la lagune El mellah.

(VNLP: vessies natatoires lésées hébergeant des parasites ; VNL : vessies natatoires n'hébergeant pas de parasites).

3. Discussion :

3.1. Diversité parasitaire et indices parasitologiques:

L'examen des anguilles pêchées dans les 2 plans d'eau a révélé la présence de 6 espèces de parasites; trois dans les branchies (*Pseudodactylogyrus sp*; *Ergasilus sp*; *Argulus sp*) ; deux dans le tube digestif (*Bothriocephalus claviceps* et *Cucullanus sp*) et un dans la vessie natatoire *Anguillicola crassus*. En terme de richesse parasitaire des anguilles, les études menées sur les lagunes méditerranéennes montrent des résultats similaires: 10 espèces en France (Fazio et al., 2005), 10 espèces en Italie (Kennedy et al., 1997) et 11 espèces en Espagne (Maillo et al., 2000). Les études sont très ponctuelles comme pour *A. crassus* et rares sont les suivis temporels. Schabuss et al. (2005), en Autriche, ont étudié pendant 8 ans (1994-2001) la composition et la richesse de la communauté d'helminthes d'une population d'anguilles de culture ; Ils trouvent des caractéristiques similaires avec celles des populations sauvages d'Angleterre illustrées par la présence de peu d'espèces et d'une espèce dominante. La disponibilité des hôtes intermédiaires indispensable au déroulement des cycles hétéroxènes des parasites, les conditions du milieu (température, salinité, vitesse du courant) qui agissent sur le développement des différents stades du parasite et l'état des milieux (la pollution influe sur l'abondance des hôtes intermédiaires) joue un rôle dans la variation des paramètres épidémiologiques (Barker & Cone, 2000; Gargouri Ben Abdallah & Maamouri, 2005; Maillo et al., 2005).

La plus grande diversité parasitaire est rencontrée chez les anguilles provenant du lac Tonga ces dernières hébergent jusqu'à 6 espèces parasites contrairement à celles de la lagune qui n'abritent pas plus de 4 (*Argulus sp* et *cucullanus sp* étant absent dans ce plan d'eau). L'augmentation de salinité est corrélée à une diminution de la diversité parasitaire (Koie, 1988; Kennedy et al, 1997).

L'évaluation des taux d'infestation montre une nette prédominance du monogène *Pseudodactylogyrus sp*. dans le lac Tonga. En eau douce, des études menées sur la dynamique des communautés d'helminthes dans l'intestin de l'anguille européenne au Royaume-Uni et sur la rivière Tibre en Italie montrent des résultats similaires illustrés par une faible densité, une faible diversité et la prédominance d'une espèce, souvent un acanthocéphale (Kennedy et al., 1998b). Il est, par ailleurs, signalé que l'espèce dominante de parasites d'anguilles varie

selon les sites: *Pseudodactylogyrus anguillae* (monogène) dans le delta de l'Èbre (Maillo et al., 2005), *Deropristis inflata* et *Bucephalus polymorphus* (digènes) dans les lagunes d'Italie (Kennedy et al., 1997; Di Cave et al., 2001), *A. crassus* dans les lagunes du Languedoc Roussillon (Benajiba, 1991) et *Bucephalus anguillae* dans les lagunes tunisiennes (Gargouri Ben Abdallah & Maamouri, 2005).

Les taux d'infestation des anguilles du Tonga, par *Pseudodactylogyrus sp.* varient généralement entre 73 à 96%. Des prévalences similaires sont rapportées par Maillo et al. (2005) en Espagne; ces auteurs notent des prévalences de 38,9 à 100% chez l'espèce *Pseudodactylogyrus anguilla* ; en revanche, Fazio et al. (2005) enregistrent, chez les anguilles des Pyrénées-Orientales (France) de très faibles taux d'infestation (de 0 à 25%). cependant un cas de 100% d'infestation d'un échantillon de 40 civelles provenant du Grau de la Fourcade à l'entrée de l'étang de Vaccarès ; *Pseudodactylogyrus sp.* est présent dans toutes les lagunes récemment étudiées, sauf sur les étangs de Salses-Leucate et Bages Sigean.

Le crustacé *Ergasilus sp.* est présent dans les deux sites d'étude à des taux d'infestations de l'ordre de 1,11 et 0,3% respectivement dans le lac Tonga et la lagune El Mellah.. En Espagne, Aguilar et al. (2005) rapportent la présence de l'espèce *Ergasilus gibus* chez l'anguille européenne *Anguilla anguilla* à des taux d'infestation et des intensités moyennes d'infestation très faibles variant de 1,55% à 3,5% et de 1,29 à 7,4 parasites/poisson infesté respectivement. Toujours en Espagne, Maillo et al. (2005) rapportent une prévalence et une abondance de 7,7% et de 0,59 parasites/poisson examiné respectivement pour la même espèce.

L'espèce *Argulus sp.* , n'est rencontrée que chez les anguilles du lac Tonga ou elle infeste moins de 2 % des anguilles ; les charges parasitaires d'*Argulus sp* sont très faibles; l'intensité d'infestation ne dépasse pas 1 parasite par poisson infesté quant à l'abondance, les valeurs ne dépassant pas 0.1 parasite par poisson examiné.

Dans le tube digestif, les parasites rencontrés sont le cestode *Bothriocephalus claviceps* et le nématode *Cucullanus sp.*

Dans le lac Tonga l'espèce *Bothriocephalus claviceps* infeste de 30 à 60% des effectifs en hiver et au printemps respectivement; mais touche moins de 20% des anguilles capturées en période estivale et automnale. Dans la lagune El Mellah, ce cestode n'est rencontré qu'en octobre ou il n'infeste pas plus de 3,33% des effectifs d'anguille. Maillo et al. (2005) rapportent, en Espagne, que parmi les 3 lagunes étudiées, *Bothriocephalus claviceps* n'est présent qu'à 1,4% dans une seule d'entre elles (Encanyissada). Dans les lagunes adriatiques, Di Cave et al. (2001) relèvent 9,1% d'infestation, alors qu'un taux d'infestation de 20% est rapporté par Caillot et al. (1999) en Corse. Des prévalences et des intensités plus élevées ont été rapportées dans la péninsule Ibérique (Saraiva et Eiras, 1996 ; Maillo et al., 2001). La présence de ce cestode a été également signalée dans les eaux douces de plusieurs continents (Borgsteede et al., 1999).

L'espèce *Cucullanus sp.* n'est pas présente chez les anguilles de la lagune ; elle n'est rencontrée que dans le tube digestif d'une seule anguille du lac Tonga au mois d'avril (P=0.3%). En Espagne Aguilar et al. (2005) signalent la présence de l'espèce *Cucullanus heterochrous*, à des taux d'infestation compris entre 9,29% et 17% et des intensités moyennes d'infestation variant de 3,30 à 4,32 parasites/poisson infesté. Koie (2000), a retrouvé l'espèce *Cucullanus cirratus* dans les caecums pyloriques et l'intestin de morues franches.

Le ver nématode *A. crassus*, parasite des vessies gazeuses, est présent dans les deux plans d'eau ; ce sont toutefois les anguilles du lac Tonga qui enregistrent les taux d'infestation les plus élevés (40% des effectifs d'anguilles capturées) ; en milieu lagunaire, les taux d'infestation des anguilles par *A. crassus* n'excèdent pas 5%. Dans le lac Tonga, *A. crassus* est présent toute l'année, mais, en revanche, en milieu lagunaire sa présence est limitée à huit mois sur douze. Les prévalences mensuelles varient de 20 (en juillet) à 63% (en décembre) dans le lac Tonga et sont comprises entre 0 et 13% dans la lagune. Les valeurs de la prévalence relevées dans le lac Tonga sont proches de celles notées au Maroc dans l'estuaire Moulouya (Rahou et al., 2001) et dans l'estuaire du Sebou (Loukili et Belghyti, 2007) et en France, dans le Delta du Rhône (Lebevre et al., 2002). En Tunisie, les valeurs rapportées par Gargouri Benabdallah et Maamouri (2006) sont en revanche plus faibles et n'excèdent pas 35%. Dans le lac Tonga, les effectifs d'anguilles infestés par *Anguillicola crassus* dépassent 40% en période hivernale et printanière; mais restent inférieurs à 40% en période automnale et estivale. Des variations mensuelles de la prévalence sont rapportées dans de nombreux

biotopes; dans l'estuaire Moulouya, Rahou et *al.* (2001) signalent 0% (en août) et 70% (en avril); dans les lagunes tunisiennes, Gargouri Ben Abdallah et Maamouri, (2006) notent 4,35% (en juillet) et 35% (en mars); dans le delta du Rhône, Lefebvre et *al.* (2002) enregistrent 40% (en octobre) et 72% (en juin). Cette variation mensuelle des indices parasitologiques serait liée aux fluctuations de la température; cette dernière aurait une influence aussi bien sur le développement larvaire du ver nématode dans l'eau et dans l'hôte intermédiaire (Petter et *al.*, 1989; de Charleroy et *al.*, 1989) que sur les anguilles fortement infestées (Lefebvre et *al.*, 2002). Les taux d'infestation enregistrés par *Anguillicola crassus* dans le lac Tonga sont 6 fois plus élevés que ceux notés dans la lagune.

Dans le lac Tonga, les valeurs de l'intensité d'infestation des anguilles par *A. crassus* varient de 2,4 (en septembre) à 8,7 (en juillet); mais, en revanche, dans la lagune El Mellah, ces valeurs varient de 0 à 2. Dans la lagune El Mellah, nos valeurs sont proches de celles rapportées par Gargouri Ben Abdallah et Maamouri (2006) dans les lagunes du nord-est de la Tunisie (de 1 à 1,5 vers/poisson infesté) et par El-Hilali et *al.* (2004-2005) dans l'estuaire du Sebou au Maroc (0,31 à 1,12 vers/poisson infesté). Dans ce même site, Loukili et Belghyti (2007) trouvent des valeurs de l'intensité d'infestation légèrement plus élevées que celles de 2004 (2,91 à 4 vers/poisson infesté); c'est, par ailleurs dans le Delta du Rhône que l'amplitude de variation la plus élevée est notée (1,5 à 7,7 vers/poisson infesté). L'enregistrement en période hivernale et printanière de valeurs moyennes, de l'intensité et de l'abondance, élevées est conforté par les données obtenues dans des biotopes similaires au Maroc (Rahou et *al.*, 2001), en Tunisie (Gargouri Ben Abdallah et Maamouri, 2006) et en France (Lefebvre et *al.*, 2002).

Par ailleurs, dans le lac Tonga et la lagune El Mellah, les charges épidémiologiques relevées (prévalence, intensité et abondance) montrent de grosses différences spatiotemporelles. Ces différences s'expliqueraient par la longévité des larves d'*Anguillicola crassus* qui dépend essentiellement de la salinité et de la température du milieu aquatique où elles vivent; en eau douce, les larves libres peuvent vivre jusqu'à 3 à 4 semaines. En revanche, si la rencontre avec l'hôte n'est pas réalisée et si la salinité du milieu est élevée et combinée ou non avec une température élevée, la durée de vie de ces larves est réduite à 3-4 jours (De Charleroy et *al.*, 1987 et 1989; Kennedy & Fitch, 1990; Schippers et *al.*, 1991).

Les indices épidémiologiques (prévalence, intensité moyenne et abondance moyenne) du parasite *A. crassus* varient en fonction de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques. (1) avec la taille de l'anguille ; certaines études ont mis en évidence une diminution de l'intensité du parasite avec l'augmentation de la taille des anguilles (Loukili & Belghyti, 2007). Ce phénomène peut s'expliquer par le régime alimentaire des jeunes anguilles qui consomment plus d'hôtes intermédiaires comparativement aux grandes anguilles qui se nourrissent de petits poissons et crabes. Au contraire, Lefebvre et al. (2002a) trouvent une corrélation positive entre la taille de l'anguille et l'intensité et l'abondance du parasite, mais pas avec sa prévalence. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par Lefebvre et al., (2002a) car dans le lac Tonga, les effectifs d'anguilles infestées par *Anguillicola crassus* varient de 35% dans la classe de taille [65-75[à 62% dans la classe de taille [25-35[mais en revanche les charges parasitaires les plus élevées sont relevées chez les spécimens de grande taille. Gargouri Ben Abdallah & Maamouri (2006) notent les plus fortes prévalences chez les individus de petites tailles (20-25cm) (corrélation négative), mais l'inverse pour les intensités, les valeurs les plus fortes étant relevées chez les grands individus (Corrélation positive). Cette relation pourrait venir d'une exposition de l'hôte plus longue en milieu parasité, une surface à infester plus grande ou une consommation plus grande compte tenu de sa taille. (2) Le régime alimentaire joue certainement un rôle aussi pour expliquer la relation en cloche de l'abondance du parasite en fonction de la taille de l'hôte. En effet, les jeunes anguilles se nourrissent d'abord de crustacés puis deviennent de plus en plus piscivores. Le taux plus faible d'infestation sur des anguilles de grandes tailles peut indiquer, selon Blanc (1998), soit une diminution parallèle du taux d'infestation des hôtes paraténiques, soit l'acquisition d'une résistance au parasite. Benajiba et al., (1994) rapportent qu'une infestation plus grande (3 parasites) serait à corrélérer avec la phase intense d'alimentation de l'hôte. Les variations saisonnières des indices épidémiologiques seraient en relation avec les variations saisonnières de la température et l'alimentation; les explications proposées par Gargouri Ben Abdallah & Maamouri (2006), sont : en premier, les changements de températures, car les basses et hautes températures empêchent le développement du cycle parasitaire en rendant impossible le développement de la larve dans l'hôte intermédiaire copépode ; par ailleurs, l'anguille arrête de se nourrir en été lorsque la température est supérieure à 30°C et en hiver quand elle baisse à moins de 10°C ; ce qui selon Lecomte-Finiger, (1983) limiterait l'arrivée des stades infestants et enfin Le changement de proies. Le développement de *A. crassus* est dépendant de

la température en milieu expérimental. A basse température (4C°), le développement larvaire se fait plus lentement, et les adultes, eux, sont sévèrement touchés avec une mortalité accrue et une baisse de la croissance et de la reproduction (Knopf et al.,1998). Un suivi de 4 ans en Camargue montre des variations saisonnières avec des pics réguliers au début de l'été et à la fin de l'hiver. Il montre également qu'il n'y a pas d'influence de la localisation de l'échantillon et que l'importance de l'année semble secondaire (Lefebvre et al., 2002a). La salinité. Les niveaux d'infestation diminuent avec l'augmentation de la salinité (Kirk et al., 2000a), cependant, même en eau de mer, l'éclosion des oeufs des parasites est diminuée mais pas totalement inhibée (Kennedy & Fitch, 1990). Lefebvre et al. (2003) mettent en évidence une relation négative entre les indices parasitaires (prévalence, intensité moyenne et abondance moyenne) des anguilles argentées et la salinité (prévalence de 52% en eau saumâtre à 77% en eau douce). De même, en Bretagne sud, les prévalences sont supérieures pour les anguilles vivant dans des milieux peu salés (>90%) comparées à celles vivant dans des conditions estuariennes (15%) (Sauvaget et al., 2003). La même tendance est observée dans 4 lagunes de Tunisie (Gargouri Ben Abdallah & Maamouri, 2006).

3.2. Impact d'*Anguillicola crassus* sur la vessie gazeuse :

Peu d'études montrent explicitement le rôle d'*A. crassus* dans la mortalité des anguilles en milieu naturel. Cependant, les anguilles argentées, possédant des vessies totalement dégénérées avec peu ou pas de lumen, n'ont vraisemblablement aucune chance d'atteindre leur aire de reproduction (migrations verticales atteignant 600 m). Or, des études récentes montrent que cela concernerait 10 à 30% du stock des anguilles argentées : 11.6% dans le delta de Po (Canestri-Trotti, 1987), 25%; en Camargue en 1999 (Schaefer et al, 1999), 17% en 2002 (Lefebvre *et al.*, 2002b) et 20% en 2003 (Lefebvre *et al.*, 2003); 19-30.7% dans la Loire(Boury et Feunteun, 2002, 2003). Les taux de prévalence sont calculés à partir du nombre d'anguilles pour lesquelles le parasite est présent dans la vessie. Or, pour rendre compte de l'étendue de l'infestation, il semble nécessaire de prendre également en compte les anguilles ayant montré des signes d'infestations passées. Le stade le plus sévère ne dépend pas du nombre de parasites dans la vessie mais de son état (déformations anatomiques et dysfonctionnement physiologique résultant de l'infestation) (Lefebvre *et al.*, 2007). Canestri-Trotti (1987) trouve entre 40 et 78% d'anguilles argentées ayant subi une infestation passée. En cumulant les individus présentant des parasites et ceux montrant des signes d'infestation(s) passée(s), les taux peuvent devenir très élevés : 71% et 95% (Lefebvre *et al.*, 2003).

L'indice de dégénérescence de la vessie (SDI) a été défini par Lefebvre *et al.* (2002b). Cet indice est basé sur les altérations macroscopiques de la vessie. L'indice varie de 0 à 6, il cumule 3 critères qui peuvent prendre les valeurs entre 0 et 2 : (1) le niveau de transparence de la vessie, (2) la présence de pigmentation et de débris au lieu de gaz et enfin (3) l'épaisseur de la paroi de la vessie. Les vessies examinées durant cette étude montrent divers états allant de la transparence à l'opacité en passant par des états hémorragiques et fibreux. Chez les anguilles provenant du lac Tonga, les vessies intactes représentent moins de 7% et celles présentant des dommages modérés et sévères plus de 46% pour chaque degré d'altération. Dans la lagune les proportions de plus de 67% sont enregistrées par les vessies à lésions modérées ; les vessies saines et sévèrement lésées représentent 21 et 10% respectivement. Dans le lac Tonga, sur les 360 vessies examinées, nous relevons 94% de vessies lésées contre seulement 6% de vessies saines; dans cette dernière catégorie, 87% n'abritent pas de vers. Dans la catégorie des vessies lésées 41 % hébergent des vers et 59 % n'en hébergent pas. Dans la lagune, plus de 93 % des vessies présentent des lésions sans pour autant abriter des parasites ; mais, en revanche, moins de 7% des vessies lésées abritent des vers. Dans une étude en Camargue, Lefebvre *et al.* (2002b) trouvent seulement 8% de l'échantillon ont des vessies intactes, soit 92% avec des vessies abîmées, parmi lesquelles 35% seulement possèdent des vers dans le lumen. Selon les résultats expérimentaux de Würtz & Taraschewski (2000), les changements macroscopiques de la paroi de la vessie ne pourraient être observés qu'après des infestations répétitives, c'est pourquoi il existe des vessies non abîmées avec des parasites adultes à l'intérieur. Nimeth *et al.* (2000) montrent en effet que l'infestation de civelles par *A. crassus* ne semble pas avoir altéré les performances de nage, ni la consommation d'oxygène. Au contraire, dans le rapport d'un récent projet Européen (EELREP, 2005) il est démontré que les anguilles faiblement infestées par *A. crassus* ont leur capacité de nage réduite, tandis que celles sévèrement atteintes subissaient en plus un affaiblissement de leur endurance. Ces dernières ne pouvant pas nager plus de 2 mois en tunnel. Le rapport conclut que les anguilles fortement infestées, indépendamment de leur index de reproduction, n'atteindront jamais l'aire de ponte. Autre effet inquiétant : le parasite diminue les niveaux de résistance de l'anguille qui devient plus vulnérable aux différentes pressions environnementales. Lefebvre *et al.* (2007) montrent en conditions expérimentales que les anguilles ayant la vessie fortement altérée par *A. crassus* sont plus sensibles à la diminution de la concentration en oxygène, conditions fréquentes en été (juillet) lors de la montée des températures de l'eau. Une forte mortalité des anguilles dont

la vessie est fortement dégénérée est suspectée en juillet (Lefebvre *et al.*, 2002a; Lefebvre *et al.*, 2002b). Molnár (1993) observe en conditions expérimentales que les anguilles fortement parasitées meurent en premier. Celles comportant moins de lésions tolèrent des niveaux d'oxygène sublétaux plus bas, plus longtemps.

3.3. Régime alimentaire de l'anguille des deux plans d'eau :

Il apparaît donc que les préférences alimentaires de l'anguille changent en fonction du site ; celles de la lagune montrent des préférences pour les crustacés et les plantes qui représentent plus de 88% des aliments ingérés ; les poissons et les insectes ne représentant que seulement moins de 12% des aliments ingérés; mais, en revanche, les anguilles du lac Tonga, consomment beaucoup plus de poissons et de végétaux (presque 80% des aliments ingérés) que de crustacés et insectes (20% des aliments ingérés). Ces résultats font, néanmoins, ressortir que chez les anguilles des 2 plans d'eau, les plantes représentent une assez forte proportion dans leur régime alimentaire.

Durant cette période d'étude, les anguilles du lac Tonga ont un régime alimentaire de base composé de poissons, crustacés, plantes et insectes ; toutefois les proportions des proies montrent des changements en fonction de la taille du poisson ; nous relevons que chez les anguilles du Tonga, la fraction des « proies poissons » augmente progressivement ; elle passe de 20% chez les anguilles de la classe de taille]35-45] à 50 %, 86% et 100% chez celles des classes de taille]45-55] ,]55-65] ,]65-75] respectivement. Nous constatons, par ailleurs, une baisse de la proportion en plantes du contenu du tube digestif ; cette fraction représente 40% des proies chez les anguilles de]35-45] puis passe à 31% chez celles de]45-55] pour atteindre la valeur zéro chez les anguilles de grande taille] 55-65] et] 65-75]. Une baisse graduelle de la fraction « proies-crustacés » est aussi relevée ; les crustacés, qui représentent jusqu'à 20% du contenu du tube digestif chez les anguilles de la classe de taille]35-45], montrent une baisse de leur proportion en fonction de l'augmentation de la taille des anguilles, passant à 12%, 14% et 0% chez respectivement les anguilles des classes de taille]35-45] ,]55-65] et]65-75]. En ce qui concerne les insectes, ils représentent 20% et 6% des proies contenues dans le tube digestif de seulement les anguilles des classes de taille] 35-45] et]45-55] ; ce type de proies n'apparaît plus dans le contenu du tube digestif des anguilles de plus grande taille composé essentiellement de poissons Le coefficient de vacuité moyen est égal à 73% dans le lac Tonga et 85% dans la lagune El Mellah. Ceci

reflète une baisse de l'activité trophique des anguilles à cette période probablement en relation avec la température. Tahri (2009) rapporte que l'anguille de l'estuaire du Mafrag présente un comportement trophique vorace en hiver (CV=40%) alors que cette activité diminue en été (CV=80%). Le facteur limitant est, selon Vollestad (1986), la température de l'eau qui provoque chez l'anguille jaune comme chez de nombreuses espèces animales un ralentissement du catabolisme et, par conséquent, une réduction des besoins alimentaires. La recherche de nourriture qui constitue l'une des motivations des déplacements se trouve alors fortement ralentie durant les périodes de fortes chaleurs.

Conclusion :

Cette étude fait apparaître que :

- L'anguille européenne qui peuple le lac Tonga héberge 6 espèces parasites et celle de la lagune seulement 4.
- Le monogène du genre *Pseudodactylogyrus sp* prédomine, il est présent chez plus de 80% des anguilles du lac Tonga et chez seulement 0.55% des anguilles de la lagune.
- En moyenne, plus de 40% de la population d'anguille du lac Tonga est infestée par le nématode hématophage *Anguillicola crassus* ; les taux d'infestation les plus élevés sont relevés au printemps et en été chez les anguilles de petite taille; Seuls 5% des effectifs d'anguilles de la lagune El Mellah sont infestés.
- Le crustacé *Ergasilus sp.* est présent dans les deux sites d'étude mais à des taux d'infestations très faible (1.11 et 0.3% respectivement dans le lac Tonga et la lagune El Mellah) ; quant au genre *Argulus sp* il infeste moins de 2 % des anguilles du lac Tonga.
- le cestode *Bothriocephalus claviceps* touche plus de 26% des anguilles examinées dans le lac Tonga contre seulement 0.3% des anguilles de la lagune ;
- L'espèce *Cucullanus sp* a été récoltée dans le tube digestif d'une seule anguille provenant du lac Tonga.
- Des signes d'infection passée, par *A. crassus*, sont relevés chez les anguilles du Tonga et d'El Mellah du fait de la présence de lésions des parois sans présence de vers dans la lumière de la vessie ; De ce fait les taux d'infestation réels des anguilles sont plus élevés et que ce parasite constitue un risque non négligeable pour le stock d'anguille des 2 plans d'eau.

Ce travail permet d'envisager de nombreuses voies pour des recherches futures, il serait donc intéressant :

- ⊕ De poursuivre les mêmes études dans différents écosystèmes aquatiques (eau saumâtre, eau douce) et de dresser des études comparatives ;
- ⊕ D'augmenter l'effectif des anguilles pêchées afin de toucher toute la population et de pouvoir établir une comparaison entre les différentes classes de taille ;
- ⊕ De cerner le cycle d'*A. crassus* surtout en amont en identifiant les hôtes intermédiaires potentiels de chaque plan d'eau;
- ⊕ En ce qui concerne l'anguillicolose, il serait intéressant de réaliser des coupes histologiques sur la vessie natatoire et les viscères avoisinants (intestin, foie, etc...) afin de caractériser l'adhésion entre eux et mieux évaluer de degré de l'infestation par le nématode *Anguillicola crassus*.

A :

Aguilar A., Alvarez M.F., Leiro J.M. et Sanmartín M.L. 2005. Parasite populations of the European eel (*Anguilla anguilla* L.) in the Rivers Ulla and Tea (Galicia, northwest Spain). *Aquaculture*, 249, pp. 85-94.

Altunel F. N. 1974. Contribution à l'étude des parasites de l'anguille (*Anguilla anguilla* L. 1758). Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Sci. Techn. Languedoc Montpellier : 138 p.

Altunel F. N. 1979. Parasitisme de quelques anguilles (*Anguilla anguilla* L. 1758) du lac de Bafa. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* : 25-26.

Anonyme, 1984a. Rapport de synthèse et programme quinquennal. Groupe National Anguille. 60 p.

Anonyme, 1984b. Rapports thématiques. Groupe National Anguille. 218 p.

Anonyme, 1998. Barrage de Saint Félix (« Malakoff ») sur l'Erdre (44). Passage des civelles dans l'écluse de navigation par manoeuvres d'ouvrage. Proposition de suivi de la passe à civelles. Cellule Migrateurs du C.S.P., Direction Régionale 4, 12 p.

B :

Baer J. G. 1948. Les helminthes, parasites des vertébrés. Relations phylogéniques entre leur évolution et celles de leurs hôtes. *Ann. Franche-comté et l'univ. De Besançon* : 1-15.

Baer J. G. et Fain A. 1957-1958. *Bothriocephalus kivuensis* n. sp. Cestode parasite d'un barbeau du lac Kivu. *Ann. Soc. Zool. Belg.*, 88 : 287-302.

Baisez A., Rigaud C., Feunteun E., 2000. hétérogénéité de répartition de l'anguille européenne (*A. anguilla*) observée par pêche électrique dans un marais de cote atlantique française (Marais breton). *Cybium* , 24 :23-32.

- Baisez A. 2001.** Optimisation des suivis d'abondances et des structures de taille de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*, L.) dans un marais endigué de la côte atlantique: relation espèce/habitat. Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse III.
- Bangham R. V. et Venard C. E. 1946.** Parasites of fish of Algonquin Park lakes. Publ. Ontario Fish. Rev. Lab., 53:33-46.
- Barker, D. E., et D. K. Cone. 2000.** Occurrence of *Ergasilus celestis* (Copepoda) and *Pseudodactylogyrus anguillae* (Monogenea) among wild eels (*Anguilla rostrata*) in relation to stream flow, pH and temperature and recommendations for controlling their transmission among captive eels. *Aquaculture* 187:261- 274.
- Belpaire C., De Charleroy D., Grisez L. et Ollevier F. 1989b.** Spreading mechanisms of the swimbladder parasite *Anguillicola crassus* in the European eel *Anguilla anguilla*, and its distribution in Belgium and Europe. EIFAC Working Group on Eel Porto, May 29th - June 3rd 1989, 12 p.
- Belpaire C., De Charleroy D. et Thomas K. 1987.** Effects of restocking eels on the distribution of the Nematode *Anguillicola crassa* in Flanders, Belgium. EIFAC Working Party on Eel, Bristol, United Kingdom, 13-16 Avril.
- Belpaire C., De Charleroy D., Thomas K., Damme Van P. et Ollevier E. 1989.** Effects of eel restocking on the distribution of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus* in Flanders, Belgium. *J. Appl. Ichthyol.*, 5, 151-153.
- Benajiba, M. H. 1991.** Les parasites de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* L., 1758 (Poisson téléostéen) dans la région du Languedoc : Ultrastructure, Biologie et Dynamique des populations. Thèse. Université de Clermont- Ferrand II. 225 p.
- Benajiba, M. H., P. Silan, A. Marques, et G. Bouix. 1994.** Protozoaires et métazoaire parasites de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758: Structures temporelles de leurs populations dans une lagune méditerranéenne. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, Paris 15:141-149.

- Bendjedid M (PNEK) 2009.** Les Potentialités aquacoles des lacs et leurs perspectives de développement.
- Blanc G., Bonneau S., Biagiante S. et Petter A. J. 1992.** Description of the larval stages of *Anguillicola crassus* (Nematode, Dracunculoidea) using light and scanning electron microscopy. *Aquat. Living Ressour.* 5, 307-318.
- Bowen, J.T. and R.E. Putz, 1966.** Parasites of freshwater fish. 4. Miscellaneous, 3. Parasitic copepod *Argulus*. Washington, D.C., Bureau Sport Fisheries and Wildlife, FDL.
- Bruslé J. 1990.** L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*), une espèce jugée commune jusqu'à la dernière décennie, mérite-t-elle d'acquérir aujourd'hui le statut d'espèce menacée ? *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 114 : 61-73.
- Bruslé J. 1994.** L'anguille européenne *Anguilla anguilla*, un poisson sensible aux stress environnementaux et vulnérable à diverses atteintes pathogènes. *Bull. Fr. Pêch. Piscic.* 335: 237-262.
- Buchmann K. 1993.** Epidémiologie et contrôle des infections à *Pseudodactylogyrus* dans les élevages intensifs d'anguilles: Données actuelles. *Bulletin Français Pêche Pisciculture* 328: 66-73.
- Buchmann K., Møllergaard S. et Kjøie M., 1987.** *Pseudodactylogyrus* infections in eel: a review. *Diseases of Aquatic Organisms* 3: 51-57.
- Bychowsky B.E., 1957.** Monogenetic Trematode, their classification and phylogeny (in Russian), Moscow: Leningrad. Academy of science USSR. (English translation by W.J Hargis .Oustinoff (1961) Washington.
- Byrnes T.1985.** Two new argulus species (branchiura: Argulidae) found on Australian bream (*Acanthopagrus* spp.) *Austr.Zoologist.*21:579-586.



- Can Estri-Trotti G. 1987.** Occurrence of the Nematode *Anguillicola crassa* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974 in eels from the Po delta, Italy. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 7 (5), 109-111.
- Capart, A., 1944** .Notes sur les copépodes parasites. 3. Copépodes des poissons d'eau douce du Congo Belge. *Bull.Mus.R.Hist.Nat.Belg.*, 20:1–24.
- Castelnaud G., Guerault D., Desaunay Y. et Elie P., 1994** .Production et abondance de la civelle en France au début des années 90. *Bull. Fr. Pêche et Piscic.*, vol. 335 : p. 263-288.
- Charles E. P. et Géry J. 1968.** Parasites des poissons du Gabon –généralités sur les trématodes monogénétiques et description de six nouvelles espèces parasites du genre *Barbus*. Extrait de la revue « *Biologia Gabonica* » - Tome IV – Fascicule 1.
- Christison K. W. et Baker G. C. 2007.** First record of *Pseudactylogyrus anguilla* (Yin et Sproston, 1948) (Monogenea) from South Africa. *Afr. Zool.* 42:279-285.
- Chubb J. C. 1963.** On the characterization of the parasite fauna of fish of Llyn Tegid. *Proc. Zool. Soc. London.* 141:609-621.
- Chung H.-Y., Lin I. H. et Kou G. H. 1984.** Study of the parasites on the gill of cultured eel in Taiwan. COA Fisheries Series, No. 10, *Fish Dis. Res.* (VI): 24-33.
- Cooper A. R. 1919.** North American pseudophyllidean cestodes from fishes. *Illinois Biological Monographs*, 4(4), 1–243.

D:

- De Charleroy D., Thomas K., Belpaire C. et Ollevier F., 1989.** The viability of free living larvae of *Anguillicola crassus*. *J. Appl. Ichthyol.* 5: 154–156.
- Deelder CL. 1985.** Exposé synoptique des données biologiques sur l'anguille, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), FAO, Rome.
- Desaunay Y. Guerault D., 1997.** Seasonal and long-term changes in biometrics of eel larvae: a possible relationship between recruitment variation and north Atlantic ecosystem productivity. *J. Fish Biol.*, 51, 317-339.
- Di Cave D., Berrilli F., De Liberato C., Orecchia P. et Kennedy C.R. 2001.** Helminth communities in eels *Anguilla anguilla* from Adriatic coastal lagoons in Italy. *Journal of Helminthology*, 75 : 7-14.
- Djebari N. et Bensouilah M. 2005.** Les parasites de poissons Téléostéens peuplant un écosystème lagunaire situé dans le Nord Est algérien; 8^{èmes} journées Tunisiennes des Sciences de la Mer; Hammamet du 16 au 19 décembre 2006.
- Dupont F. 1984.** Biologie des populations de *Bothriocephalus claviceps*, cestode, *Pseudophyllidea*, parasite de l'anguille européenne *anguilla anguilla*. Thèse Doctorat 3^e cycle, 199p.
- Dupont F. et Gabrion C. 1986.** Approche expérimentale du rôle de l'hôte paraténique dans la circulation du parasite *Bothriocephalus claviceps* Goeze, 1782 (Cestoda, Pseudophyllidea). *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 61, 423–429.
- Dupont F. et Gabrion C. 1987.** Dynamique de populations de *Bothriocephalus claviceps* Goeze, 1782 (Cestoda, Pseudophyllidea), parasite de l'Anguille *Anguilla anguilla* L. en Camargue. *Vie Milieu*, 37 (2) : 123-131.

Dupont F. et Petter A. J. 1988. Note ichtyologique : *Anguillicola*, une épizootie plurispécifique en Europe, apparition d'*Anguillicola crassa* (Nematoda, Anguillicolidae) chez l'anguille européenne *Anguilla anguilla* en Camargue, Sud de la France. *Bull. Fr. Pêche Piscic*, 308, 38-41.

E :

Edelenyl B. 1964. Belsoeloskodo fergek a Ferto halaibol (Endoparasitare wurmer der fishe in Ferto-see). *Debree. Agrar. Foisk. Tudoman Kozlem*, 9: 253-259.

El Hilali M., Yahyaoui A. et Chetto N. 2004-2005. Etude de l'infestation des anguilles (*Anguilla anguilla*) par le parasite (*Anguillicola crassus*) dans l'estuaire du Sebou au nord-ouest du Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie* n°26-27:39-42.

El Hilali M., Yahyaoui A. Sadak A., Maachi M. et Taghy Z. 1996. Premières données épidémiologiques sur l'anguillicolose au Maroc. *Bull. Fr. Pêche Piscic*. 340 : 57-60.

Engelbrecht H. 1958. Untersuchungen uber den Parasitenbefall der Nutzfishe in Greifswalder Bolden und Kleinen Haff. *Z. Fish*. 7:481-511.

Expertise lac. MPRH Fonctionnement des lac mellah, oubaira, Tonga ONDP.2004
P17.19.184.185.186.

F :

Fazio G., Lecomte-Finiger R., Bartrina J., Moné H. et Pascal P. 2005. Macroparasite community and asymmetry of the yellow eel *Anguilla anguilla* in Salses-Leucate lagoon, Southern France. *Bull. Fr. Pêche Piscic*. 378-379: 99-113.

Feunteun E. 2002. Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. *Ecological Engineering*, 18: 575-591.

Feunteun E., C. Rigaud, P. Elie et JC Lefevre .1999. Les peuplements piscicoles des marais littoraux de l'ouest de la France : un patrimoine à gérer ? *Bull. Fr. Pêche et Piscic.* 352 : 63-79.

Feunteun E. et Vigneux E. (Editeurs). 1998. Numéro spécial anguilles. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 349 : 97-233.

Fryer, G., 1956. A report on the parasitic Copepoda and Branchiura of the fishes of Lake Nyasa. *Proc.Zool.Soc.Lond.* 132:517–50.

Fryer, G., 1961. The parasitic Copepoda and Branchiura of Lake Victoria and the Victoria Nile. *Proc.Zool.Soc.Lond.* 137:41–60.

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

G :

Gandolphi-Hornyold A. 1929. Les parasites intestinaux de l'anguille en Espagne. *Int. Congr. Zool. (Budapest)*, 10 :995-997.

Gargouri Ben Abdallah L. et Maamouri F. 2006. Spatio-temporal dynamics of the nematode *Anguillicola crassus* in Northeast Tunisian lagoons. *C.R. Biologies*, 329:785-789.

Ginneken van V. J. T. et Maes G. E. 2005. The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its life cycle, evolution and reproduction: a literature review. *Reviews in fish biology and fisheries*. 15:367-398.

Gnadberg, W., 1949. Beitrage zur Biologie und Entwicklung des *Ergasilus sieboldii* v. Nordmann (Copepoda Parasitica). *Z.Parasitenkd.*, 14(1–2):103–80

Golovin P. P. 1977. Monogeneans of eel during its culture using heated water. In: Investigation of Monogenoidea in U.S.S.R. Zoological Institute, U.S.S.R. Academy of Sciences, Leningrad, p. 144-150.

Gonzalez-Solis D., Tuz-Paredes V. M. et Quintal-Loria M. A. 2007. *Cucullanus pargus* sp. n. (Nematoda: Cucullanidae) from the grey snapper *Lutjanus griseus* off the southern coast of Quintana Roo, Mexico. *Folia Parasitologica*, 54, 220–224.

Guerault D., Lecomte R., Desaunay Y., Biaganti S., Beillois P. et Grellier P. 1991. The glass-eel arrivals in the Vilaine estuary (Northern Biscay Bay) through the year 1990: demographic features and the early life history. EIFAC, Working Party on Eel, Dublin (Irlande), 289, ronéo.

Gussev A. V. 1965. A new genus of monogenetic trematodes from the eel, genus *Anguilla*. *Trudy zool. Inst. Leningr.* 35: 119-125.

H:

Hanek G. et Threlfall W. 1970. Metazoan parasites of the American eel (*Anguilla rostrata*) in Newfoundland and Labrador. *Canad. J. Zool.* 48: 597-600.

Harley C. H. T. et Keefe T. L. 1971. Helminth parasites of four species for sun-fish (Centrarchidae) from lake Wilgreen in Kentucky. *Tr. Kentucky Acad. Sc.*, 32: 71-74.

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

Hoffman, G.L., 1977. *Argulus*, a branchiuran parasite of freshwater fishes. *Fish Dis. Leaflet*. U.S. Fish Wildl. Serv., (FDL-49).

Höglund J., Andersson J., Wickström H., Reizenstein M. 1993. The distribution of *Anguillicola* in Sweden and its association with thermal discharge areas. *Irish Fisheries Investigations series A (Freshwater)* 36: 143–150.

I :

Imada R. et Muroga K. 1977. *Pseudodactylogyrus microrchis* (Monogenea) on the gills of cultured eels – I. Seasonal changes in abundance. Bull. Jap. Soc. Scient. Fish. 43: 1397 – 1401.

J :

Jareka L. 1964. Cycle évolutif à un seul hôte intermédiaire chez *bothriocephalus claviceps* (Goeze, 1782) Cestode de *Anguilla anguilla* L. Annls. Parasits. Hum. Comp., 39 : 149-156.

Johnson S. K., Fries L. T., Williams J. et Huffman D. G. 1995. Presence of the parasitic swin bladder nematode, *Anguillicola crassus*, in Texas aquaculture. World aquaculture, 26: 35-36.

K :

Kalyankar S. D. 1971. Studies on a known and some new nematode parasites of fish from India. Marathwada Univ. J. 10: 89-107.

Kazic D., Uberlaker J. F. et Conkovic M. 1982. The endohelminths of eel *Anguilla anguilla* (Linné, 1758) of lake Skadar and some tributaries. Ichthyologia, 14: 41-53.

Keith P., Allardi J. et Moutou P. 1992. Le livre rouge des espèces menacées en France. Min. Env. Paris. 111 pp.

Keith P., Allardi J. (coord.), 2001. Atlas des poissons d'eau douce de France. Patrimoines Naturels, 47, 387 p.

Kennedy C. R. 1974. A checklist of British and Irish freshwater fish parasites with notes on their distribution. J. Fish Biol. 6: 613–644.

- Kennedy C. R., Berrilli F., Di Cave D., De Liberato C. et Orecchia P. 1998b.** Composition and diversity of helminth communities in eels *Anguilla anguilla* in the river tiber: Long-term changes and comparison with insular Europe. *Journal of Helminthology*, 72: 301–306.
- Kennedy C. R. et Di Cave D. 1998a.** *Gyrodactylus anguillae* (Monogenea): the story of an appearance and a disappearance. *Folia Parasitologica*, 45: 77–78.
- Kennedy, C. R., D. Di Cave, F. Berrilli, et P. Orecchia. 1997.** Composition and structure of helminth communities in eels *Anguilla anguilla* from Italian coastal lagoons. *Journal of Helminthology* 71:35-40.
- Kennedy C. R. et Fitch D. J. 1990.** Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. *J. Fish Biol.* 36:117-131.
- Kirk R. S. 2000.** The impact of *Anguillicola crassus* on European eels. *Fish. Manag. Ecol.* 10 (6): 385-394.
- Knopf K., Wurtz J., Sures B., et Taraschewski H. 1998.** Impact of low water temperature on the development of *Anguillicola crassus* in the final host *Anguilla anguilla*. *Dis Aquat Organ*, 33(2):143-149.
- Koie M. 1988a.** Parasites in european eels, *Anguilla anguilla* (L.) from Danish freshwater, brackish and marine localities. *Ophelia* 29, 93-118.
- Koie M. 1988b.** Parasites in eels, *Anguilla anguilla* (L.) from eutrophic lake Esrum. *Acta parasitol. Pol.* 33, 89-100.
- Koie M. 2000.** Life cycle and seasonal dynamics of *Cucullanus cirratus* O.F. Müller, 1777 (Nematoda, Ascaridida, Seuratoidea, Cucullanidae) in Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Can. J. Zool.* 78(2): 182–190.

Koops H. et Hartmann F. 1987. Infection of eels from different regions with *Anguillicola*. EIFAC Working Party on Eel, Bristol, 13th-16th april 1987, 7 p.

Kuwahara A., Niimi A. et Itagaki H. 1974. Studies on a Nematode Parasitic in the Air Bladder of the eel I. descriptions of *Anguillicola crassus* n. sp. (Philometridea, Anguillicolidae). Jpn. J. Parasitol., 23, 275-279.

L:

Lambert A., Le Brun N. et Pariselle A. 1984. Présence en France de *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin et Sproston, 1984) Gussev, 1965 (Monogenea, monophisthocotylea) parasite branchial de l'anguille européenne, *Anguilla anguilla*, en eau douce, Annls Parasit. Hum. Comp. 60: 91-92.

Le Brun N., Lambert A. et Justine J. L. 1986. Oncomiracidium, morphogénèse du haptuer et ultrastructure du spermatozoïde de *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin et Sproston, 1948) Gussev, 1965 (Monogenea, Monophisthocotylea, Pseudodactylogyridae n. fam.). Annls Parasit. hum. comp. 61 : 273-284.

Lecomte-Finiger R. 1983. Contribution à la connaissance de l'écobiologie de l'anguille, *Anguilla anguilla* L. 1758, des milieux lagunaires méditerranéens du Golfe du Lion : Narbonnais et Roussillon. Thèse de doctorat. Université de Perpignan. 203 p. + annexes.

Lefebvre A., 2001: article " Internet culturel " in *Dictionnaire des politiques culturelles* (E. de Waresquiel, dir.), Paris, Larousse.

Lefebvre F., Acou A., Lecomte Finiger R. et Crivelli A. J. 2003. Anguillicolosis among silver eels : a 4-year survey in 4 habitats from Camargue (Rhône delta, south of France). Bull. Fr. Pêch. Piscic. 368: 97-108.

Lefebvre F., Contournet P., Priour F., Soulas O. et Crivelli A. J. 2002. Spatial and temporal variation in *Anguillicola crassus* counts: results of a 4-year survey of eels in Mediterranean lagoons. Dis. Aquat. Org. 29: 181-188.

Loucif N., Meddour A. et Samraoui B. 2009. Biodiversité des parasites chez *Anguilla anguilla* Linnaeus, 1758 dans le Parc National d'El Kala-Algérie. Eur. J. of Sci. Research. 25 (2): 300-309.

Loukili A. et Belghyti D. 2007. The dynamics of the nematode *Anguillicola crassus*, Kuvahara 1974 in eel *Anguilla anguilla* (L. 1758) in the Sebou estuary (Morocco). Parasitol. Res. 100: 683-686.

M :

Maamouri F., Gargouri L., Ould Daddah M. et Bouix G. 1999. Occurrence of *Anguillicola crassus* (nématode, Anguillicolidae) in the Ichkeul lake (Northern Tunisia). Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 19:17-19.

Maes E. G., Pujolar J. M., Helfmans B. et Volckaert F. A. M. 2006a. Evidence of isolation by time in the European eel (*Anguilla anguilla* L.). Molecular Ecology, 15, 2095-2107.

Maes E.G., Pujolar J.M., Raeymaekers C., Joost D. J. et Volckaert F. 2006b. Microsatellite conservation and Bayesian individual assignment in four *Anguilla* species. Marine Ecology Progress Series, 319: 251-261.

Mahony, M., 1986. *Sensory Evaluation of Food: Statistical Methods and Procedures*. pp. 487.

Maillo P. A., Amigo J. M., Salvado H. et Gracia M. P. 2000. Principales parasitos de La anguila europea (*Anguilla anguilla* L., 1758) en el delta del Ebro (Trragona). Ser. Monogr. ICCM, 4 : 496-499.

Maillo P. A., Vich M. A., Salvado H., Marqués A. et Gracia P. 2005. Parasites of *Anguilla anguilla* (L.) from three coastal lagoons of the River Ebro delta (Western Mediterranean). Acta Parasitologica, 50(2):156-160.

- Margoli L., Esche W., Hol Mes J.C., Kuris A.M et Schar G.A., 1982.** The use ecological terms in parasitology (Report of an adhoc committee of the American Society of parasitologiste. The journal of parasitology 1. P137-133.
- McDaniel J. S. 1963.** Parasites from genus *Lepomis* (centrarchidae) in lake Texoma, Oklahoma. Tr. Am. Micr. Soc., 82: 423-425.
- Meddour A., Meddour-Bouderda K. et Bensouilah M., 1999.** Bilan d'une pisciculture extensive et parasite des poissons de la lagune Mellah et du lac oubeira (Parc National d' El Kala). Procceding de J'NESMA 99, Alger du 29 au 31 mai 1999; pp657-670.
- Migado (2005),** Lettre d'information n°1. L'anguille dans le bassin Gironde Garonne Dordogne.
- Mikaelian S. 2002.** Dispositifs de surveillance de la population d'anguille. Cas particulier du Marais Poitevin.
- Mizelle J. D. 1938.** Comparative studies on Trematodes (Gyrodactyloidea) from the gills of North America fresh-water Fisches. Biol. Monogr., 17: 1-81.
- Molnar K. 1993.** Effect of decreased oxygen content on eels (*A. anguilla*) infected by *A. crassus* (Nematoda, Dracunculoidea). Acta Vet. Hungarica, 41: 349-360.
- Molnar K., Baska F., Csaba G., Glavits R. et Szekely C. 1993.** Pathological and histological studies of the swimbladder of eels *Anguilla anguilla* infected by *Anguillicola crassus* (nematoda, Dracunculoidea). D. A. O., 15 (1): 41-50.
- Mondl M. C. et Rabalais F. C. 1972.** Helminth parasites of *Ictalurus melas*, *Lepomis cyanillus* and *cacassius* from the Ottawa National Wildlife Refuge Ohio. Am. Midland. Naturalist, 87: 543-545.
- Moravec F. 1992.** Spreading of nematode *Anguillicola crassus* (Dracunculoidea) among eel populations in Europe. Folia Parasitologica, 39: 247-248.
- Moravec F. et Taraschewski H. 1988.** Revision of the genus *Anguillicola* Yamaguti, 1935 (Nematoda, Anguillicolidae) of the swimbladder of eels, including descriptin of two new

species. *A. novaezelandica* sp. N. and *A. papernai* sp. N. *Folia Parasitologica*, 35: 125-146.

Moriarty C. 1987. Factors influencing recruitment of the Atlantic species of anguillid eels. *Am. Fish. Soc. Symp.* 1: 483-491.

Moriarty C. et Dekker W. (Eds.) 1997. Management of the European eel. *Fisheries Bulletin*, 15: 110 pp.

Mural, T., and J. W. Andrews. 1974. Interactions of dietary a-tocopherol, oxidized menhaden oil and ethoxyquin on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *J. Nutr.* 104:1416-1431. 1975. Pantothenic acid supplementation of diets for catfish.

Tribus M., Edward C., 1971. *Energy and Information*, p 179-188 v 225, Scientific American, September.

N:

Neumann W. 1985. Schwimmblasen parasit *Anguillicola* bei Aalen. *Fischer und Teichwirt*, 11, 322.

O:

Odhner., 1912. Phylogeny and a revised classification of Monogeneoidea.

Ogawa K. 1986. *Pseudodactylogyroides* gen. n. (Monogenea: Ancyrocephalidae, *Pseudodactylogyrylinae* subf. n.), with a redescription of *P. apogonis* (Ydrnagutl, 1940) comb. n. *Zool. Sci.* 3: 181-185.

Ogawa K., Chung H. Y., Kou G. H., Imada R. 1985. On the validity of an eel monogenean *Pseudodactylogyryrus microrchis* Ogawa et Egusa, 1976. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 51 : 381-385.

Ogawa K. et Egusa S. 1976. Studies on eel pseudodactylogyrosis - I. Morphology and classification of three eel dactylogyrids with a proposal of a new species, *Pseudodactylogyrus rnicrorchis*. Bull. Jap. Soc. scient. Fish. 42: 395-404.

Okamura A., Yamada Y., Mikawa N., Tanaka S. & Oka H.P., 2002. Exotic silver eels *Anguilla anguilla* in Japanese waters: seaward migration and environmental factors. Aquatic Living Ressources, 15 (6): 335-341.

Okamura A., Zhang H., Yamada Y., Utoh T., Mikawa N., Horie N., Tanaka S. & Motonobu T., 2001. Identification of two eel species, *Anguilla japonica* and *A. anguilla* by discriminant function analysis. Nippon Suisan Gakkaishi, 67 (6): 1056-1060.

P.

Paggi L., Orecchia P., Minervini R. et Mattiucci S. 1982. Occurrence of *Anguillicola australiensis* Johnston and Mawson, 1940 (Dracunculoïdea: Anguillicolidae) in *Anguilla anguilla* in Lake Bracciana. Parasitologia Roma: Societa Italiana de Parassitologia. Dec. 1982. V. 24 (2-3): 139-144.

Petter A., Fontaine Y. A. et Le Belle N., 1989. Étude du développement larvaire de *Anguillicola crassus* (Dracunculoidea, Nematoda) chez un cyclopidae de la région parisienne. Ann. Parasitol. Hum. Comp. 64: 347-355.

Petter A. J. et Le Bel J. 1992. Two new species in the genus *Cucullanus* (Nematoda-Cucullanidae) from the Australian region. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, 87: 201-206.

R.

Rahhou I., Melhaoui M., Lecomte-Finiger R., Morand S., et Chergui H. 2001. Abundance and distribution of *Anguillicola crassus* (Nematoda) in eels *Anguilla anguilla* from Moulouya Estuary (Morocco). Helminthologia, 38(2):93-97.

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

S :

Sauvaget B., Fatin D. et Briand C. 2003. Contamination par *Anguillicola crassus* de cinq populations d'anguilles (*Anguilla anguilla*) du littoral de Bretagne Sud (France). Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 368 : 21-26.

Schabuss, M., C. R. Kennedy, R. Konecny, B. Grillitsch, F. Schiemer, et A. Herzig. 2005. Long-term investigation of the composition and richness of intestinal helminth communities in the stocked population of eel, *Anguilla anguilla*, in Neusiedler See, Austria. Parasitology 130:185-194.

Schippers C., Booms G.H.R. & Boon J.H. 1991. Susceptibility of *Anguillicola crassus* in the swimbladder of European Eel (*Anguilla anguilla*) to high water temperatures. *Bull. Europ. Ass. Fish Pathol.*, 11, 2, 92-95.

Schmidt J. 1922. The breeding places of the eel. *Phil. Trans. R. Soc. London*, 211 : 179-208.

Schmidt G. D. et Kuntz R. E. 1969. Nematode parasites of ceanica. V. Four new species from fishes of Palawan, P. I., with a proposal for *Oceanicucullanus* gen. nov. *Parasitology*, 59: 389–396.

Scholz T. 1997. Life-cycle of *Bothriocephalus claviceps*, a specific parasite of eels. *Journal of Helminthology*, 71, 241–248.

Soltynska M. 1964. Fish tapeworms in Puck Bay (South Baltic). *Acta parasit. Pol.*, 12: 13-26.

Sood M. L. 1989. Fish nematodes from South Asia (703 pp). New Delhi–Ludhiana: Kalyani Publishers. Soota, T. D. (1983). Studies on nematode parasites of Indian vertebrates. I. Fishes (352 pp). Calcutta: Zoological Survey of India.

Soota T. D. 1983. Studies on nematode parasites of Indian vertebrates I. Fishes. Rec. Zool. Surv. India, Misc. Publ., Occas. Pap. No. 54, 353 p.

Soota T. D. et Dey Sarkar S. R. 1980. On three species of the nematode genus *Cucullanus* Muller, 1777, and a note on *lappetascaris lujani* Rasheed, 1965, from India marine fishes. Rec. Zool. Surv. India, 76: 1-6.

Sures B., Knopf K. et Taraschewski H. 1999a. Development of *Anguillicola crassus* (Dracunculoidea, Anguillicolidae) in experimentally infected Balearic congers *Ariosoma balearicum* (Anguilloidea, Congridae). Diseases of Aquatic Organisms, 39, 75–78.

Szekly C., Lang M. et Csaba G. 1991. First occurrence of *Anguillicola crassus* in Hungary. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol., 11 (4), 162-163.

T :

Tahri M., 2009. les parasites de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* peuplant l'estuaire du Mafragh: memoir magistère .80-81-82p.

Taraschewski H., Moravec F., Lamah T. et Anders K. 1987. Distribution and morphology of two helminths recently introduced into European eel populations: *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) and *Paratenuisentis ambiguus* (Acanthocephala, Tenuisentidae). Dis. aquat. Org., 3, 167-176.

Tesch F.W. 1977. The eel. Biology and management of anguillid eels. London, Chapman & Hall. 434 p.

Thurston, J.P., 1970. The incidence of Monogenea and parasitic crustacea on the gills of fish in Uganda. Rev.Zool.Bot.Afr., 82(1/2):111–30.

Tulonen J et Pursiainen M. 1992. Eel stockings in the waters of the Evo State Fisheries and Aquaculture Research Station. Suomen Kalatalous, 60: 246-261.

U:

Uberlaker J. E., Kazic D., Mayberry L. et Cankovic M. 1981. Parasitism of fishes and other vertebrates of Lake Skadar. *In: The biota and limnology of lake Skadar*, Karaman et Beeton Edits., Titograd: 356-383.

V:

Van Banning P., Heermans W. et Van Willigen J. A. 1985. *Anguillicola crassa*, een nieuwe aalparasiet in de Nederlandse wateren. *Visserij.*, 38, 237-240.

Van Beneden., 1858: Monogenea in the light of new evidence and their position among platyhelminths. *Angew Parasitological.* (3):149-167.

W:

Wootten R. 1973. The metazoan parasite-fauna of fish from Hanning field reservoir, Essex in relation to features of the habitat and host populations. *J. Zool. Soc. London*, 171: 323-331.

Würtz J., Knopf K. et Taraschewski H. 1998. Distribution and prevalence of *Anguillicola Crassus* (Nematoda) in eels (*Anguilla anguilla*) of the rivers Rhine and Naab, Germany. *Diseases of Aquatic Organisms*, 32, 137–143.

Würtz J. et Taraschewski H. 2000. Histopathological changes in the swimbladder wall of the European eel *Anguilla anguilla* due to infections with *Anguillicola crassus*. *Dis. Aquat. Org.*, 39:121-134.

Y:

Yamaguti S. 1935. Studies on the Helminth fauna of Japan. 9. Nematodes of Fishes. *Japan J. zool.*, 6, 337-386.

Yamaguti, S. 1939. *Parasitic copepoda* from fishes of Japan. Part. 4. Cyclopoida, II, vol. Jub. Yoshida (2): 39 – 44.

Yamaguti S. 1963. Parasitic Copepoda and Branchiura of fishes: 1-1104. (Wiley Interscience, New York)

Z:

Zmerzlaya, E.I., 1972. *Ergasilus sieboldi* Nordmann 1832, its development, biology and epizootic significance. Izv.Gos.Nauchno-Issled.Inst.Ozern.Rechn.Rybn. Khoz., 80:132–77 (in Russian, English summary).

Site internet:

Anguille © Béatrice Gysin

E:\Anguille_fichiers\Poissons migrateurs - anguille.mht

http://www.elacuarista.com/secciones/images/ergasilus_sieboldi1.jpg

<http://www.logrami.fr/node/197>

www.lepecheurbarbezilien.com.

www.anguille-loire.com

www.k-state.edu/.../Arthropods01.html

www.scielo.clc



Conclusion et perspectives

Chapitre 1 : Partie Expérimentale

•
•



Chapitre 3 : Discussion

Université:Badji- Mokhtar Annaba

Université:Badji- Mokhtar Annaba



Références bibliographiques



Chapitre 2 : Résultats



Conclusion et Perspectives

Université: Badji- Mokhtar Annaba

Université: Badji- Mokhtar Annaba