



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
CHADLI BENDJEDID EL TARG UNIVERSITY
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES
قسم علوم البحار



Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en

« **Aquaculture durable** »

Thème

Biodiversité parasitaire de l'anguille européenne
***Anguilla anguilla* Linneaus, 1758 du lac Tonga**
(Extrême nord algérien)

Présenté Par : **ABADLIA Amani**

SOUALMI Abdelali

Soutenue publiquement le : 16/06/2026

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
TAHRI Mardja	Prof	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Président
LADJAMA Imene	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Directeur de mémoire
ZAIDI Raouf	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Examineur

Année universitaire : 2025/2026



Remerciements

**Avant tout on remercie Dieu qui a éclairé notre chemin afin
de mener Au mieux ce travail.**

On remercie particulièrement les personnes suivantes :

Dr Ladjama. Pour son soutien moral,

**Compréhension, et esprit de critique constructive, la ténacité
qu'elle a manifestée à nos égards exigeant de nous des
progrès incessants ont fédérés le don du meilleur de nous -
même.**

**On gardera un souvenir très fort de cette collaboration
enrichissante, empreinte de respect, de confiance et d'estime
mutuelle. Merci, Madame, pour votre générosité, votre
humanité et d'avoir cru en nous.**

**Nos respectueux remerciements vont à Madame, professeur
Tahri M qui a fait l'honneur de présider cet honorable jury.**

**Très honorée que Monsieur Zaidi R examine ce modeste
travail.**



Dédicaces



A la mémoire de mon cher Père <<Messaoud >> patient avec nous, si soucieux de notre avenir et de notre bien-être sachez que rien de ce que je vous donnerai n'égale ce que vous m'avez offert que dieu lui garde dans son vaste paradis.

A ma douce et tendre Mère<< Zahia >> à qui je dois la vie et tous dans Cette vie

Que Dieu vous accorde santé, bonheur et longue vie

A mon soutien moral et source de joie et de bonheur, mon frère <<Brahim>> pour l'encouragement et l'aide qu'il m'a toujours accordé

A ma soeur << Zineb>> l'amour qu'elle me réserve Je te souhaite une vie pleine du bonheur et de succès.

À mon enseignante <<Ladjma Imen>> pour ces efforts remarquables.

A ma binôme « Amani » et à toute sa famille

A mes amis, <<Abdallah>> <<Raouf>> <<Islam>> Au nom de l'amitié qui nous réunit, Et au nom de nos souvenirs inoubliables A tous ceux qui me sont chers.

Une dédicace particulière à ma merveilleuse promotion de Licence sciences de la Mer. Ces trois années ont été riches en bons sentiments à plusieurs niveaux et j'en garde un souvenir impérissable.

Merci pour l'ambiance qui a contribué à des moments d'échanges culturels et personnels très puissants. Parfois, les mots ne suffisent pas pour exprimer tout le bien que l'on ressent !

Merci

ABDELALI



Dédicaces



A mon cher Père <<Yassine >> patient avec nous, si soucieux de notre avenir et de notre bien-être

Sachez que rien de ce que je vous donnerai n'égale ce que vous m'avez offert

A ma douce et tendre Mère<< Rima>> à qui je dois la vie et tous dans cette vie

Que Dieu vous accorde santé, bonheur et longue vie

A mon soutien moral et source de joie et de bonheur, mon frère

« Mohamed nadir » pour son encouragement et aide qu'il m'a toujours accordé

A ma soeur << Razane>> l'amour qu'elle me réserve Je lui souhaite une vie pleine du bonheur et de succès.

A la mémoire de mon grand-père « Saade » que dieu lui garde dans son vaste paradis.

Toute ma famille qui continue à me guider inlassablement vers le chemin de la Réussite, votre présence et vos conseils sont inestimables.

À mon enseignante <<Ladjma Imen>> pour ces efforts remarquables.

A Mon cher binôme « Abd El Ali » et à toute sa famille

A mes amis, <Maha>, <Hayem> <Majda> <Riheb> <Fahima> <Lamia>

<Zineb > Au nom de l'amitié qui nous réunit, Et au nom de nos souvenirs inoubliables A tous ceux qui me sont chers.

Dédicace particulier à ma merveilleuse promotion de Licence sciences de la Mer. Ces trois années ont été riches en bons sentiments à plusieurs niveaux et j'en garde un souvenir impérissable.

Merci pour l'ambiance qui a contribué à des moments d'échanges culturels et personnels très puissants. Parfois, les mots ne suffisent pas pour exprimer tout le bien que l'on ressent !

Merci

AMANI

SOMMAIRE

Résumé

Introduction générale.....	01
-----------------------------------	-----------

Chapitre I: Rappels bibliographiques

1. Systématique de l'anguille européenne (<i>Anguilla Anguilla</i>)	03
2. Morpho anatomie.....	04
3. Écologie.....	06
3.1. Régime alimentaire.....	06
3.2. Habitat.....	06
4. Cycle biologique.....	06
5. Aire de répartition.....	10
6. Les menaces.....	11
6.1. Parasitisme.....	12
6.1.1. <i>Anguillicoloides crassus</i>	12
6.1.2. <i>Pseudodactylogyrus sp.</i>	14
6.1.3. <i>Bothriocephalus claviceps</i>	15
6.1.4. <i>Cucullanus sp.</i>	17
6.1.5. <i>Argulus sp.</i>	18

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Site d'étude.....	19
1.1. Le lac Tonga.....	20
1.1.1. Bathymétrie.....	21
1.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des eaux.....	21
1.1.3. Flore et faune remarquable.....	21
2. Méthodes d'étude.....	22
2.1. Échantillonnage.....	22
2.2. Protocole d'étude des anguilles.....	23
2.2.1. Traitement des parasites récoltés et identification.....	25
2.3. Indices parasitaires.....	27
2.3.1. Prévalence spécifique.....	27
2.3.2. Intensité parasitaire moyenne.....	28
2.3.3. Abondance parasitaire.....	28
2.4. Étude du régime alimentaire.....	29
2.4.1. Méthode qualitative.....	29
2.4.2. Analyse quantitative Coefficient de vacuité (CV%).....	30
2.4.3. Fréquence d'une proie (F%)	30

Chapitre III : Résultats

1. Structure des fractions de population d'anguilles.....	32
1.1. Distribution des tailles.....	32
1.2. Distribution des classes de poids.....	32

2. Indices parasitaires.....	33
2.1. Proportion des différents parasites.....	33
2.2. Distribution des indices parasitaires en fonction de la taille.....	36
2.2.1. <i>Bothriocephalus claviceps</i>	36
2.2.2. <i>Pseudodactylogyrus sp.</i>	38
2.2.3. <i>Anguillicoloides crassus</i>	39
3. État de la vessie natatoire.....	41
3.1. Impact d' <i>Anguillicoloides crassus</i> sur l'anguille européenne.....	42
4. Étude du régime alimentaire.....	45
4.1. Coefficient de vacuité.....	45
4.2. Fréquences d'apparition des proies et pourcentage numérique.....	46

Chapitre IV : Discussion générale

Discussion.....	48
<i>Conclusion et perspective</i>	51
<i>Références bibliographiques</i>	52

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Physiologie simplifiée des téléostéens montrant la position relative des elopomorphes vis-à-vis d'autre groupe important d'après. Rousseau (2000)	03
02	Morphologie général de l'anguille européenne. (https://normandiegrandsmigrateurs.fr/les-poissons-migrateurs-de-normandie/anguilleseuropeenne/anguille-presentation/).	04
03	Anatomie d'une anguille disséquée au laboratoire (Soualmi et Abadlia ,2024)	05
04	Stades de développement de l'anguille européenne. A : Larve leptocéphale (©Desaunay, http : // Ifremer.fr) ; B & C : Civelles transparentes (©Nick Upton & ©Angulas Roset,	09
05	Les stades biologiques de l'anguille. (https://www.salamandre.org/article/anguille-europeenne-mysterieuse-migratrice-extinctiontrafic/).	10
06	Aire de répartition de l'anguille européenne (https://www.especies-menacees.fr/anguille-europe/).	11
07	Morpho anatomie du nématode <i>Anguillicoloide Crassus</i> (Soualmi et Abadlia ,2026).	13
08	Photographie de <i>Pseudodactylogyrus sp.</i> (Gr x40) (Soualmi et Abadlia, 2026).	14
09	<i>Bothriocéphales claviceps</i> (Soualmi et Abadlia ,2026).	16
10	Photographie de <i>Cucullanus sp</i> (Gr x40). (Ladjama, 2010).	17
11	Schéma d' <i>Agulus sp.</i> (Yamaguti, 1939).	18
12	Situation géographique du lac Tonga du parc national d'El Kala (Image Google Earth 2026, modifiée).	19
13	Photographies du lac Tonga	20
14	Les différentes étapes avec les organes prélevés (Soualmi, et Abadlia 2026).	25
15	Photographie de quelques parasites de l'anguille : (A) <i>Anguillicoloide crassus</i> , (B) <i>Pseudodactylogyrus sp</i> , (C) <i>Bothriocephalus Claviceps</i> . (Soualmi et Abadlia, 2026).	27

16	Distribution des classes de taille des anguilles capturées dans le lac Tonga.	32
17	Distribution des classes de poids des anguilles capturées dans le lac Tonga.	33
18	Prévalence des parasites recensés chez les anguilles capturées dans le lac Tonga.	35
19	Intensité d'infestation des parasites recensés chez les anguilles du lac Tonga.	35
20	Abondance des parasites recensés chez les anguilles du lac Tonga.	36
21	Prévalence de <i>Bothriocephalus claviceps</i> selon les classes de taille des anguilles peuplant le lac Tonga.	37
22	Abondance et Intensité de <i>Bothriocephalus claviceps</i> selon les classes de taille.	38
23	Prévalence de <i>Pseudodactylogyrus sp</i> selon les classes de taille.	38
24	L'abondance moyenne et l'intensité moyenne de <i>Pseudodactylogyrus sp</i> selon les classes de taille.	39
25	Prévalence d' <i>Anguillicoloides crassus</i> selon les classes de taille.	40
26	L'abondance et l'intensité moyenne d' <i>Anguillicoloides crassus</i> selon les classes de taille.	41
27	Proportions des vessies lésées et des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.	43
28	Proportions des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.	44
29	Taux des vessies lésées (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.	45
30	Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles dans lac Tonga.	47

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Protocole d'étude	23
02	Classification des proies en fonction de la fréquence F (Sorbe, 1972).	31
03	Proportions des différents parasites recensés chez les anguilles peuplant le lac Tonga.	34
04	les différent États des vessies natatoires d'anguilles capturées dans le lac Tonga (Soualmi et Abadlia 2026).	42
05	Coefficient de Vacuité chez les anguilles du lac Tonga.	46

Résumé :

Cette étude porte sur les parasites de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* du lac Tonga, eau douce des zones humides du Parc National d'El Kala : L'examen de 65 anguilles a permis de récolter 325 spécimens parasitaires. Par l'analyse morpho-anatomique on a identifié cinq espèces : deux parasites branchiaux (*Pseudodactylogyrus sp.*, et *Argulus sp.*), un parasite de la vessie natatoire (*Anguillicoloides crassus*) et deux parasites digestifs (*Bothriocephalus claviceps* et *Cucullanus sp.*). Les indices parasitologiques montrent la prédominance nette de *Pseudodactylogyrus sp.* (P = 77 %) suivie d'*Anguillicoloides crassus* (P= 58,46 %). Les prévalences et abondances les plus élevées sont relevées chez les anguilles de différentes tailles.

Sur la totalité des vessies examinées, on enregistre la contamination de 46 vessies (lésions modérées et sévères) contre seulement 19 vessies saines. Sur les 46 vessies considérées comme lésées, 08 n'abritent pas de parasite ce qui révèle des signes d'infection passée. *Anguillicoloide Crassus* est à l'origine d'altération de la vessie natatoire et d'un affaiblissement général de l'individu qui pourrait avoir des effets néfastes sur la migration transocéanique et la reproduction de l'anguille.

Pour le régime alimentaire nos résultats montrent que les anguilles du lac Tonga ont une préférence alimentaire pour les poissons (ostéichtyens), végétations aquatiques et crustacés avec une baisse des proportions des annélides et insectes.

Mots-clés : Lac Tonga ; prévalence, indices parasitologiques ; *Anguilla anguilla* ; régime alimentaire. Anguillicolose.

Summary

This study focuses on the parasites of the European eel, *Anguilla anguilla*, inhabiting Lake Tonga, a freshwater ecosystem located within the wetlands of the Parc National d'El Kala. Examination of 65 eels resulted in the collection of 325 parasite specimens. Morphological and anatomical analyses enabled the identification of five parasite species: two gill parasites (*Pseudodactylogyrus* sp. and *Argulus* sp.), one swim bladder parasite (*Anguillicoloides crassus*), and two digestive tract parasites (*Bothriocephalus claviceps* and *Cucullanus* sp.).

Parasitological indices revealed a clear predominance of *Pseudodactylogyrus* sp. (P = 77%), followed by *Anguillicoloides crassus* (P = 58.46%). The highest prevalence and abundance values were recorded in different sized eels.

Among all swim bladders examined, 46 showed lesions (moderate to severe damage), whereas only 19 were considered healthy. Of the 46 damaged swim bladders, 8 contained no parasites, suggesting evidence of previous infections. *Anguillicoloides crassus* was found to be responsible for swim bladder deterioration and general weakening of the host, which may negatively affect the eel's transoceanic migration and reproductive success.

Regarding feeding habits, the results indicate that eels from Lake Tonga preferentially feed on bony fishes, aquatic vegetation, and crustaceans, while annelids and insects constitute a less important part of their diet.

Keywords: Lake Tonga; prevalence; parasitological indices; *Anguilla anguilla*; feeding ecology; Anguillicolosis.

المخلص

تتناول هذه الدراسة طفيليات الحنكليس الأوروبي (*Anguilla anguilla*) ببحيرة تونغنا، وهي بحيرة عذبة تقع ضمن المناطق الرطبة التابعة لـ Parc National d'El Kala. وقد سمح فحص 65 فرداً من الأنقليس بجمع 325 عينة طفيلية. ومن خلال التحليل المورفولوجي والتشريحي تم التعرف على خمسة أنواع طفيلية: طفيليان على مستوى الخياشيم (*sp. Pseudodactylogyrus* و *sp. Argulus*)، وطفيلي واحد على مستوى المثانة الهوائية (*Anguillicoloides crassus*)، وطفيليان على مستوى الجهاز الهضمي (*Bothriocephalus claviceps* و *sp. Cucullanus*).

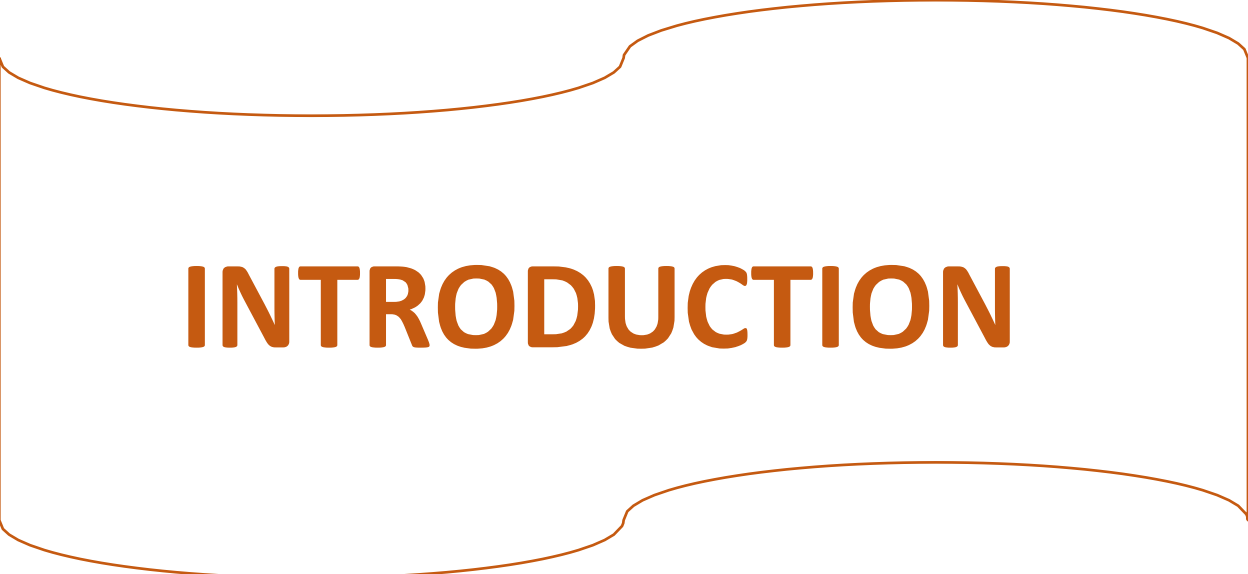
أظهرت المؤشرات الطفيلية هيمنة واضحة لـ *sp. Pseudodactylogyrus* بنسبة انتشار بلغت 77%، يليه *Anguillicoloides crassus* بنسبة انتشار قدرها 58.46%. كما سُجلت أعلى قيم الانتشار والوفرة الطفيلية لدى الأنقليس مختلف الحجم.

من بين جميع المثانات الهوائية التي تم فحصها، سُجلت إصابة 46 مثانة (آفات متوسطة وشديدة) مقابل 19 مثانة سليمة فقط. ومن بين المثانات الـ 46 المصابة، وُجد أن 8 منها لا تحتوي على أي طفيليات، مما يدل على وجود آثار لإصابات سابقة. ويُعد *Anguillicoloides crassus* مسؤولاً عن إحداث تلف في المثانة الهوائية وإضعاف الحالة العامة للسكة، الأمر الذي قد يؤثر سلباً في هجرتها العابرة للمحيطات وقدرتها على التكاثر.

أما فيما يتعلق بالنظام الغذائي، فقد أظهرت النتائج أن أنقليس بحيرة تونغنا يفضل التغذية على الأسماك العظمية والنباتات المائية والقشريات، مع انخفاض في نسب استهلاك الحلقيات والحشرات.

الكلمات المفتاحية: بحيرة تونغنا، الانتشار الطفيلي، المؤشرات الطفيلية، الحنكليس الأوروبي (*Anguilla anguilla*) ،

النظام الغذائي، داء الأنغيليكولوز (*Anguillicolose*)



INTRODUCTION



L'anguille européenne *Anguilla anguilla* est une espèce thalassotoque qui se reproduit en mer des Sargasses et dont la phase de croissance se déroule dans les milieux littoraux et les eaux continentales. Elle représente un intérêt socio-économique important. En effet, tous ses stades continentaux (civelle, aiguillettes, anguille jaune et anguille argentée) sont exploités (Baisez, 2001).

L'anguille européenne est un poisson vulnérable par son cycle de vie complexe et par l'impact de la pollution de la quasi-totalité des milieux aquatiques dulcicoles et par la gravité et la diversité de ses parasites (Endoparasites ou ectoparasites). Il est classé dans le livre rouge des espèces menacées (Loukili et al, 2016). C'est une espèce commune, elle forme un stock unique réparti sur l'ensemble du continent européen et les côtes nord africaines, cette espèce est abondante et largement répandue dans les eaux estuariennes, lagunaires et intérieures. Ce poisson est apte de vivre dans un environnement à température et à salinité variable et supporte une grande variation de l'oxygène dissout (Kennedy, 2001) ce qui lui permet de coloniser tous les milieux aquatiques ; Au cours des dernières années son stock a diminué à un niveau extrêmement bas (ONEMA, 2010), l'un des principaux facteurs biotiques de cette réduction est la présence de plusieurs agents pathogènes qui font de cette espèce un hôte définitif ou intermédiaire dans leur cycle biologique (Moravec et Scholz, 2015). Les conditions environnementales agissent sur la composition des communautés parasitaires (Andersson et Petersson, 2012). Les parasites causent une infestation massive (Loukili et al, 2016), c'est l'exemple des deux parasites les plus pathogènes l'ectoparasite *Pseudodactylogyrus* sp qui provoque une détresse respiratoire du poisson qui devient apathique et entraînent une anémie et un amaigrissement chez anguilles infestées et l'endoparasite *Anguillicoloides crassus*, parasite qui a été introduit en Méditerranée dans les années 90 à la suite d'importation d'anguilles japonaises (*Anguilla japonica*). La présence de ce parasite provoque des lésions de la vessie gazeuse, dans laquelle il se reproduit. Après plusieurs infestations successives, la paroi de la vessie gazeuse perd alors progressivement son élasticité, ce qui la rend probablement moins fonctionnelle pour assurer l'équilibre hydrostatique lors de la migration marine de l'anguille vers la mer des Sargasses, zone de sa reproduction.



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 ; Tahri, 2009 ; Ladjama, 2010).

L'objectif visé dans cette étude est de décrire l'évolution des parasites pathogènes responsables du déclin de l'anguille peuplant le lac Tonga,

Notre travail s'articule sur :

- *Introduction générale.

- *Rappels bibliographiques.

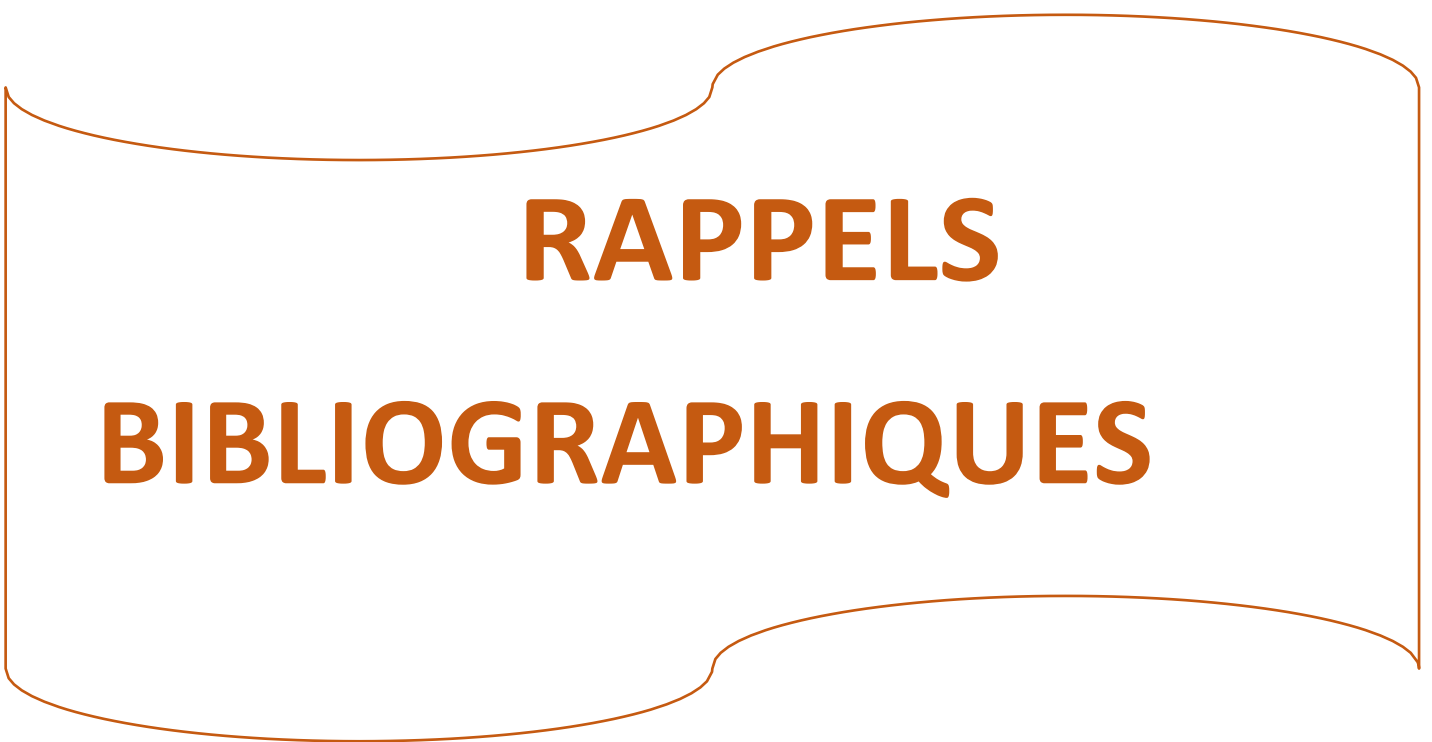
- *Matériel et Méthodes : elle comprend un descriptif du site d'étude, du matériel et des méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude.

- *Résultats : dans cette partie nous avons étudié l'évolution des parasites pathogènes et leurs indices épidémiologiques en fonction de la taille des hôtes ; Nous nous sommes intéressés, plus particulièrement, à l'*Anguillicolose* et l'état de la vessie natatoire.

- *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.

.



RAPPELS

BIBLIOGRAPHIQUES



I. Rappels bibliographiques :

1. Systématique de L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L) :

Les anguilles font partie de la classe des Ostéichthyens de la sous-classe des Apodes, de l'ordre des Anguilliformes et de la famille des Anguillidés dont elles constituent le genre *Anguilla* (Blache et *al.*1973). Leur stade larvaire (leptocéphale) qui présente une morphologie et des adaptations originales est caractéristique du superordre des Elopomorphes (Pfeiler, 1999) (fig.1). On dénombreait 2 espèces Atlantiques et entre 16 et 17 espèces Indopacifiques selon les auteurs (Tesch, 1977) jusqu'à l'étude de Watanabe et *al.* (2005) qui démontre par des critères morphologiques et génétiques qu'il existe en fait 15 espèces au niveau mondial. Il existe des controverses quant à leur séparation phylogénétique (Aoyama, 2003) et leurs aires de ponte ne sont pas toutes localisées avec certitude (Miller, 2003). Les deux espèces Atlantiques occupent l'hémisphère nord. Leur détermination est basée sur le nombre de vertèbres et myomères (Tesch, 1977 ; Lecomte-Finiger, 1985). De plus, elles possèdent des aires de répartition bien distinctes :

┆ L'anguille américaine *Anguilla rostrata* (Lesueur, 1817) colonise le Nord-est du continent américain (du Sud du Groenland au Venezuela). Elle possèderait quelques représentants dans le Nord de l'Europe ;

┆ L'anguille européenne *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) est essentiellement localisée dans la partie Ouest de l'Europe.

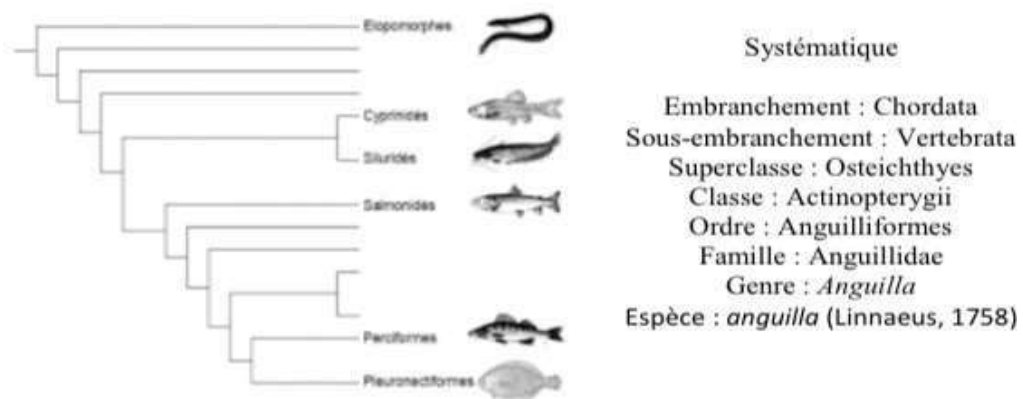


Figure 1 : Phylogénie simplifiée des Téléostéens, montrant la position relative des Elopomorphes vis à vis d'autres groupes importants, d'après Rousseau (2000).



2. Morpho-anatomie

L'anguille est un poisson serpentiforme, d'un corps cylindrique dans sa partie antérieure et comprimée dans sa partie postérieure (Fig. 2) (Renault, 2011). Les nageoires, anale et dorsale sont réunies en nageoire très longue, les pectorales sont présentes tandis que les pelviennes sont Absentes (Djemali, 2005). Sa peau est couverte d'un abondant mucus, porte des écailles Minuscules très peu visibles. La tête est comprimée et les yeux sont ronds avec les iris jaunâtres. La bouche est garnie de petites dents pectinées et la lèvre inférieure est débordante. Les Ouvertures branchiales sont étroites (El Hilali, 2007).

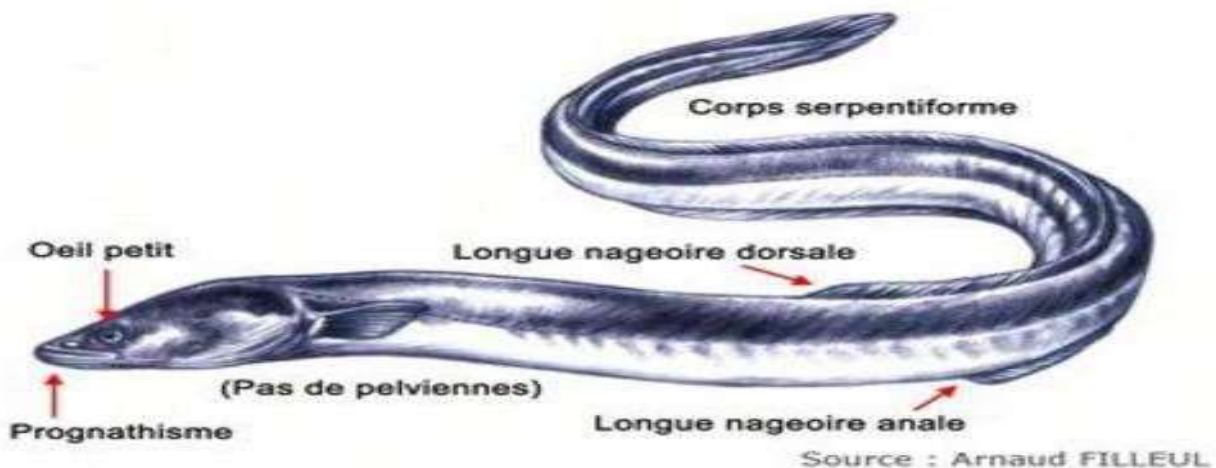


Figure 2 : Morphologie général de l'anguille européenne.

(<https://normandiegrandsmigrateurs.fr/les-poissons-migrateurs-de-normandie/anguilles-europeenne/anguille-presentation/>).

-**Les branchies** de chaque côté de la tête quatre arcs branchiaux osseux supportent les lamelles branchiales. La petitesse Des orifices branchiaux empêche les branchies de se déshydrater et permet ainsi à l'anguille de rester plus longtemps que d'autres poissons hors de l'eau.

- **Le cœur** présente les caractéristiques générales des autres poissons. Il est constitué d'un sinus veineux, d'une oreillette et d'un ventricule, il ne contient que du sang veineux.

-**L'appareil digestif** : possède les caractéristiques de son mode d'alimentation carnivore un Œsophage allongé, et à l'arrière des cellules épithéliales très riches en muco substances, un foie volumineux unilobé, un Pancréas compact avec peu d'ilots de Langerhans, un intestin muni d'un



système lamellaire dérivant de membranes latérales et basales invaginées dans les entérocytes.

-Appareil génital : Au début les gonades ont une apparence non différenciée avec quelques parties qui semblent montrer des caractères mâles ou femelles. La plupart des anguilles demeurent en état d'indétermination sexuelle jusqu'à ce qu'elles atteignent des tailles de 30 cm et plus. La différenciation sexuelle s'effectue par développement des gonades d'un sexe et dégénérescence des gonades de l'autre. A maturité, les organes mâles sont obèses avec des canaux déférents bien développés, plongés dans une trame de tissu conjonctif et Rodés d'une couche de cellules mères des spermatozoïdes. Les ovaires sont des rubans godronnés, c'est à dire plissés Comme des Collerettes. Ils s'étendent dorsalement dans toute la longueur de la cavité abdominale et se terminent-en pointe à quelque distance en arrière de l'anus. (Fig.3)

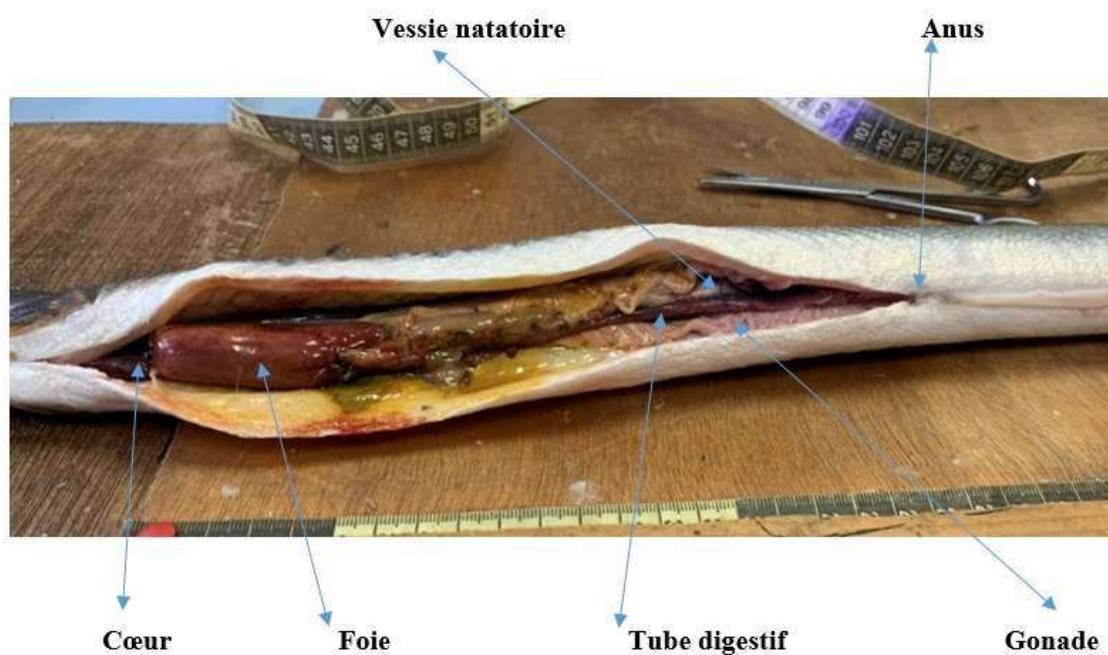


Figure 3 : Anatomie d'une anguille disséquée au laboratoire (Soualmi et Abadlia ,2024)



3. Ecologie :

3.1. Régime alimentaire :

L'anguille est un prédateur vorace et opportuniste. Pendant sa croissance, ce poisson peut avaler quotidiennement jusqu'à 25 % de son poids. Le régime alimentaire de l'anguille se compose de toutes les espèces animales aquatiques – marines ou d'eaux douces – surtout celles vivant à proximité du fond, puisque c'est là que l'anguille évolue le plus souvent (larves d'insectes, crustacés, poissons). Les grosses anguilles, à l'occasion, dévorent même leurs congénères de plus petite taille. Il peut être complété par des apports terrestres (insectes, petits mammifères). Les anguilles se nourrissent surtout de nuit.

L'alimentation de l'anguille dépend de son stade d'évolution. C'est un prédateur au régime alimentaire varié, il dispose d'un odorat aussi sensible que celui du chien. Elle part en chasse au crépuscule pour se nourrir de poissons, de crustacés, de vers et d'autres invertébrés. Les individus à "tête large" sont plutôt carnassiers alors que les individus à "tête pointue" se nourrissent de petits poissons. L'anguille ne se nourrit pas :

- lorsqu'elle se transforme en anguille de verre (civelle) : elle perd alors ses dents,
- lorsqu'elle migre vers sa zone de frai : elle cesse définitivement de se nourrir (Doris, 2020).

3.2. 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 (Ladjama, 2010).

4. Cycle biologique :

Cette espèce amphihaline de type catadrome a un cycle de vie unique et encore mystérieux sur de nombreux points (Geffroy, 2021). Le cycle biologique de l'anguille européenne est caractérisé par deux migrations transocéaniques, entre la mer des Sargasses et les côtes de l'Europe. Une première, en début de cycle au stade de larve leptocéphale et une en fin de cycle,



migration reproductrice de retour vers l'aire de ponte. Entre ces deux phases migratoires et pendant la phase de grossissement, cette espèce subie différentes métamorphoses.

Elles sont considérées comme des phases d'adaptation anatomiques et physiologiques aux changements de milieux.

Stade « œuf » :

La ponte en Mer des Sargasses se déroule en février-mars. La femelle pond jusqu'à 4 millions d'œufs qui sont fertilisés par le mâle. Jamais aucun œuf d'anguillidé n'a été récupéré dans le milieu naturel (Nilo et Frotin, 2001). Les informations disponibles proviennent donc d'expérimentations. Les œufs mesurent en moyenne 1mm après la ponte ; ils ont une forme ellipsoïdale (Tesch, 1993). Ils sont pélagiques (Tanaka, 2003) mais leur densité par rapport à l'eau de mer est variable. Après la ponte, les adultes meurent.

Stade « leptocéphale » :

Il s'agit d'un stade larvaire caractérisé par des individus en forme de feuille de saule. La tête, petite, est comprimée latéralement d'où leur nom. Chez les anguillidés, la queue est arrondie. La longueur des larves capturées varie entre 5 et 80 mm (Schmidt, 1906).

Stade civelle :

Première métamorphose, phase de migration margino-littorale et continentale anadrome. La métamorphose des leptocéphales en civelles (ou pibales « jeunes translucides) intervient Août-Septembre pour la plupart des individus. Elle s'accompagne d'une forte diminution du poids et de la longueur (Elie, 1979), ainsi que d'importantes modifications morphologiques, physiologiques et comportementales.

Stade anguillite : Phase de colonisation des eaux continentales.

Lorsque la température est favorable, autour de 11-12°C, les civelles se pigmentent, commencent à se nourrir puis nagent activement. Les anguillettes continuent de migrer vers l'amont des bassins versants jusqu'à une taille d'environ 30 cm. Elles se sédentarisent ensuite dans les eaux douces ou les estuaires pendant plusieurs années. Journal of Fish biology (Briand et al. 2005).



Stade anguille jaune :

En général, on parle d'anguille jaune, lorsque l'individu en question atteint une certaine taille ; sinon, on parle d'anguillettes. Le stade anguille jaune correspond à la phase au cours de laquelle l'anguille acquiert aussi les réserves nécessaires à la migration de ponte et à la maturation des gonades (Thillart et *al.* 2004). Les anguilles jaunes sont généralement sédentarisées, mais des conditions hydro climatiques particulières (obligent les anguilles à changer de territoire) peuvent provoquer des mouvements migratoires. Elles effectuent leur croissance aussi bien dans les milieux côtiers que dans les estuaires, marais, fleuves, rivières et ruisseaux (Durif, 2003 ; Campton et Crivelli, 2010).

Stade anguille argentée :

Au terme de sa période continentale, l'automne généralement, lorsqu'elle a accumulé suffisamment de réserves, l'anguille jaune se métamorphose en anguille argentée. Ses yeux grossissent pour se préparer à la vie marine obscure, sa robe devient sombre sur le dos et argentée ventralement pour mieux se confondre dans son environnement. Une ligne latérale sensitive ponctuée de neuromastes (points noirs) apparaît.

L'anguille argentée

Descend alors les cours d'eau avec les premières pluies pour rejoindre l'océan. Elle poursuit son périple sur près de 6 000 km d'Est en Ouest à travers l'Atlantique afin d'atteindre les sites de reproduction. Les géniteurs rejoignent la mer des Sargasses, située au Sud-Est de la Floride, en 4 à 6 mois. Grâce à un important stock de graisse (20% de la masse corporelle), les mâles et les femelles jeûnent pendant la traversée. Bien qu'elle n'ait jamais été observée, il semblerait que la reproduction ait lieu à des profondeurs de 400 à 700 mètres entre mars et juillet. On estime à environ 1 million d'oeufs en moyenne par kg de femelle. *Journal of fish biology* (Briand et *al.*, 2005).



Figure 4 : Stades de développement de l'anguille européenne. A : Larve leptocéphale (©Desaunay, [http :// Ifremer.fr](http://Ifremer.fr)) ; B & C : Civelles transparentes (©Nick Upton & ©Angulas Roset,; D : Civelles transparentes (en haut) et civelle pigmentée (en bas) (<http://europeaneel.com>); E & F : Civelles pigmentées (<http://europeaneel.com>) ; G : Anguille jaune (©Adam, Diren) ; H : Anguille argentée (<http://saumon-Rhin.com>).

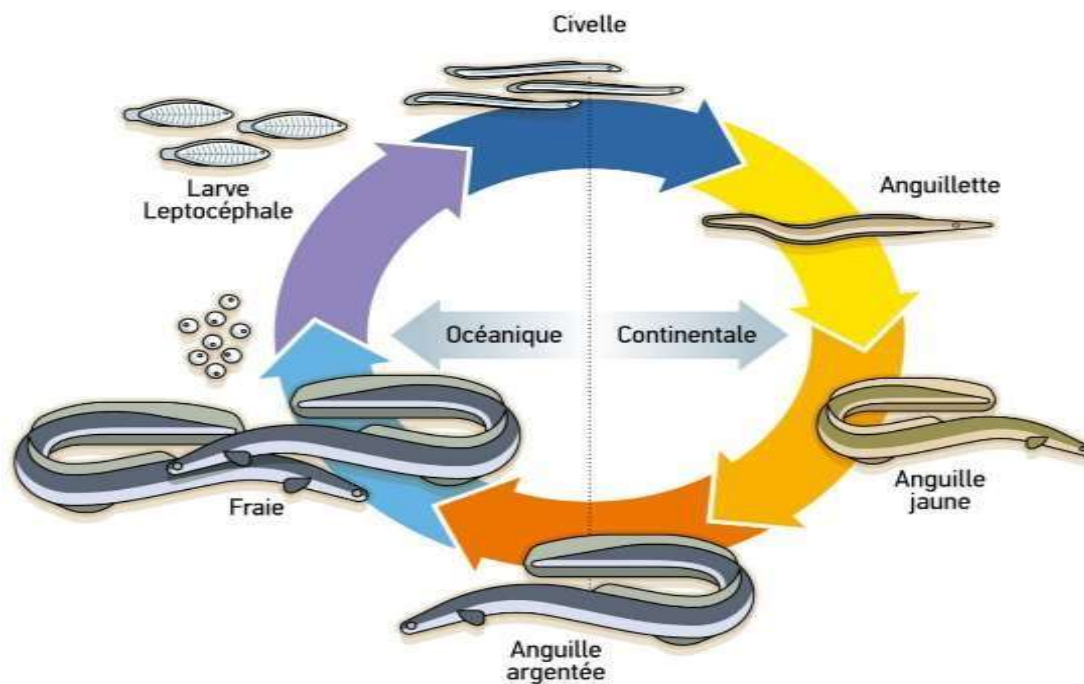


Figure 5 : les stades biologiques de l’anguille.

(<https://www.salamandre.org/article/anguille-europeenne-mysterieuse-migratrice-extinction-traffic/>).

5. Aire de Répartition :

L’anguille est un poisson amphihalín, dont le cycle de vie comprend deux trajets migratoires importants qui lui confère un titre de “grand migrateur” (Adam, 1997 ; Dave rat et al. 2005 ; Amilhat, 2007 ; Bonhommeau, 2008). L’aire de répartition s’étale dans la majorité des pays côtiers d’Europe et d’Afrique du Nord, entre une limite méridionale située en Mauritanie (20°N et 15°W) et une limite Nord située en mer de Barents (72°N). L’ensemble du bassin méditerranéen et de la mer Noire sont également peuplés par les anguilles européennes jusqu’à 45° Est (Adam, 1997 ; Djemali, 2005 ; Farrugio et Elie, 2011). (Fig.6).



Figure 6 : Aire de répartition de l’anguille européenne

(<https://www.especes-menacees.fr/anguille-europe/>).

6. Les menaces :

Du fait de sa capacité de colonisation des différents milieux aquatiques dulçaquicoles et marins, l’anguille est exposée à de nombreuses menaces naturelles et anthropiques :

- **Surpêche:** La pêche professionnelle de l’anguille atteint environ 20 000 tonnes par an dans son aire de répartition, avec environ 2 milliards d’anguilles capturées en Europe (Moriarty & Dekker, 1997). La demande grandissante en Asie de l’Est, entraîne un braconnage important des civelles, considérées comme met raffiné et médicinales (Alonso & Van Uhm, 2023).

- **Dégradation des habitats:** Les modifications des substrats et la destruction des zones humides affectent les populations d’anguilles (Bruslé, 1994). Les barrages et autres obstacles à la migration provoquent une rupture de la continuité écologique, limitant l’accès des individus aux habitats situés en amont et affectant leur croissance (Lasne & Laffaille, 2007; Machut et *al.*, 2007).



• **Pollution:** En tant qu'espèce bio-accumulatrice, l'anguille est sensible à certains composés xénobiotiques tels que les polychlorobiphényles (PCB), les métaux lourds, les pesticides, ... qui peuvent diminuer les capacités reproductrices, migratoires ou de résistance au stress, voire entraîner la mort (Bruslé, 1994; Moriarty & Dekker, 1997; White & Knights, 1994).

• **Changement climatique:** Les changements globaux, incluant la modification des courants marins et de l'oscillation Nord-Atlantique (NAO), perturbent les migrations amphihalines et augmentent la mortalité des leptocéphales lors de leur migration (Dekker, 1998; Kettle et al., 2008; Miller et al., 2016).

• **Maladies:** Si les parasites autochtones ne semblent pas jouer un rôle majeur dans leur déclin (Bruslé, 1994), les parasites allochtones exercent une pression plus importante. Par exemple, le parasite asiatique *Anguillicola crassus*, est responsable de la détérioration de la vessie natatoire, ce qui réduit les capacités de nage et compromet le succès reproducteur des individus adultes (Barry et al., 2014; Kirk, 2003; Palstra et al., 2007).

6.1. Parasitisme :

6.1.1. *Anguillicoloïde Crassus* :

Constitue l'une des plus importantes menaces naturelles qui pèsent sur l'anguille européenne. Ce parasite, est responsable d'un important taux de mortalité en milieu naturel. Malheureusement, les données relatives à ce parasite dans les eaux algériennes, sont limitées. En effet, cette parasitose a fait l'objet que de quelques études sont celles de Meddour (1988), Meddour et al (1999), Loucif et al (2009) , Djebbari et al (2009) ,Tahri (2010), Ariba (2011), Ladjama (2016) et Hamdi (2012), dans le temps et l'espace, son apparition dans nos plans d'eau saumâtres et douces serait probablement due à des opérations de repeuplement en Cyprinidés et Cichlidés, en provenance de la Hongrie et de l'Égypte (Loucif et al., 2009), aussi la distribution actuelle de ce parasite et l'état de l'infestation en Algérie, demeure à ce jour incomplète. Dans ce travail on s'intéressera particulièrement à ce parasite.



✚ Taxonomie et description du parasite :

Embranchement : Nematoda

Classe : Spirurida

Famille : Anguillicolidae

Genre : Anguillicola

Espèce : Anguillicola crassus



Figure 7 : Morpho anatomie du nématode *Anguillicoloide Crassus* (Soualmi et Abadlia ,2026).

A. Crassus , est un nématode hématophage qui peut infester l'anguille dès le stade civeille (Nimeth et *al.* 2000), qui se localise, au stade adulte dans la vessie gazeuse de l'anguille. La diagnose de cette « anguillicolose » est très difficile, car l'examen de sang ne permet pas d'aboutir au diagnostic. Cependant, les anguilles à forte intensité parasitaire, montrent un abdomen flasque avec un ballonnement plus ou moins important et un anus hémorragique (Blanc ,1989). Après ouverture de la cavité abdominale, la vessie gazeuse apparaît opaque, nacré et bosselée dans le cas d'infestation massive et renferme peu ou pas de gaz. Les parasites bruns foncés, bien visibles et vivants et libres, baignent le plus souvent dans un liquide hémorragique rouge brunâtre, peu ou très abondant (Fig.7).

✚ Répartition géographique et cycle biologique d'*Anguillicoloide crassus* :

C'est un nématode parasite de la vessie natatoire qui s'est répandu en Europe "à partir de cargaisons d'anguilles japonaises importées d'Asie sud -est (Taiwan New Zealand) en 1982 pour des installations aquacoles allemandes" (Neumann, 1985). Ce parasite est maintenant présent dans toute l'Europe et s'est ensuite introduit au Canada et aux Etats-Unis, il constitue l'une des plus importantes menaces naturelles qui pèsent sur l'anguille européenne, il est responsable d'important taux de mortalité. *Anguillicola crassus*, engendre des manifestations mécaniques par l'inflammation des tissus de la vessie natatoire, qui s'opacifie et se dilate en suite. L'action toxique du parasite par la sécrétion d'une substance, rendrait l'anguille plus



fragile, et compromettrait gravement son aptitude à migrer, il en résulte une plus forte dépense énergétique, afin de pallier les efforts musculaires pour migrer en profondeur.

6.1.2. *Pseudodactylogyrus* sp :

Le genre *Pseudodactylogyrus* regroupe des parasites mono gènes ectoparasites appartenant aux Plathelminthes, infestant principalement les branchies des anguilles du genre *Anguilla*, notamment *Anguilla anguilla*. Ces parasites sont considérés comme pathogènes en aquaculture en raison de leur impact sur la fonction respiratoire et la survie des hôtes (Buchmann, 1993).

Taxonomie et Description du parasite :

Règne : Animalia

Embranchement : Platyhelminthes

Classe : Monogenea

Ordre : Dactylogyridea

Famille : Dactylogyridae

Genre : *Pseudodactylogyrus*



Figure 8 : Photographie de *Pseudodactylogyrus* sp.

(Gr x40) (Soualmi et Abadlia,2026).

Les espèces du genre *Pseudodactylogyrus* sont des parasites microscopiques allongés, caractérisés par la présence d'un organe de fixation postérieur appelé haptor, muni de crochets permettant l'attachement aux branchies de l'hôte (Køie, 1988). Leur corps est aplati dorso-ventralement et adapté à une vie ectoparasitaire. Ils se nourrissent principalement de mucus et de cellules épithéliales branchiales.

Répartition géographique et cycle biologique :

Le genre *Pseudodactylogyrus*, initialement originaire d'Asie et décrit chez l'anguille japonaise (*Anguilla japonica*), s'est largement propagé à l'échelle mondiale, notamment en Europe, en Afrique du Nord et dans divers systèmes aquacoles (Køie, 1988 ; Buchmann, 1993). Cette



expansion géographique est principalement liée aux transferts internationaux d'anguilles destinées à l'élevage et au repeuplement (Buchmann, 1993).

Dans les régions européennes et méditerranéennes, y compris en Afrique du Nord, ces parasites ont été signalés chez *Anguilla anguilla*, où ils se sont établis durablement dans les milieux naturels et les exploitations aquacoles (Ladjama, 2010 ; Tahri, 2010 ; Newbold et al. 2015). Le cycle biologique de *Pseudodactylogyrus* est direct (monoxène) et ne nécessite aucun hôte intermédiaire, ce qui facilite sa dispersion dans les différentes zones géographiques où l'hôte est présent (Buchmann, 1993). Les adultes vivent fixés sur les branchies de l'anguille, où ils se reproduisent en pondant des œufs. Ces œufs éclosent en une larve libre nageuse appelée oncomiracidium, capable de survivre dans l'eau pendant une courte période (Køie, 1988).

La larve infecte directement un nouvel hôte en se fixant sur les branchies, où elle se développe rapidement en adulte. Ce cycle court, associé à une reproduction rapide, favorise une forte transmission, notamment dans les élevages intensifs où la densité des hôtes est élevée (Buchmann, 1993 ; Newbold et al. 2015). Par ailleurs, les conditions environnementales, en particulier la température de l'eau, influencent fortement la dynamique du cycle biologique et la distribution du parasite, en accélérant son développement et en augmentant l'intensité des infestations dans les zones favorables (Newbold et al. 2015).

6.1.3. *Bothriocephalus claviceps* :

C'est un ténia parasite (Cestoda, Pseudophyllidea) qui infecte principalement les intestins des anguilles (*Anguilla anguilla*). Il est responsable de troubles digestifs et peut causer une diminution de la croissance chez les jeunes anguilles et des mortalités dans les élevages intensifs (Buchmann & Bresciani, 2006).



Taxonomie :

Règne : Animalia

Embranchement : Platyhelminthes

Classe : Cestoda

Ordre : Pseudophyllidea

Famille : Bothriocephalidae

Genre : Bothriocephalus

Espèce : Bothriocephalus claviceps



Figure 9 : *Bothriocéphales claviceps*

(Soualmi et Abadlia ,2026).

Caractérisé par un corps plat, segmenté en proglottis, typique des cestodes Possède une scolex avec deux sillons absorbants (bothria) pour s'attacher à la paroi intestinale

Taille adulte : plusieurs centimètres chez l'anguille. Se nourrit des nutriments absorbés directement de l'intestin de l'hôte (Buchmann & Bresciani, 2006).

Répartition géographique et cycle biologique

Bothriocephalus claviceps est largement répandu en Europe, Asie et Afrique du Nord, principalement là où *Anguilla anguilla* est présente, en milieux naturels ou en élevage (Ladjama, 2016). Le cycle biologique est indirect (hétéroxène) et comprend :

1. L'adulte vit fixé dans l'intestin de l'anguille et produit des œufs (Buchmann & Bresciani, 2006).
2. Les œufs sont libérés dans l'eau via les fèces
3. Les œufs éclosent en larve coracidium, nage libre
4. La coracidium est ingérée par un copépode (hôte intermédiaire) et se développe en procercoïde
5. L'anguille ingère le copépode infecté → développement en plérocercarioïde, puis adulte dans l'intestin



Ce cycle explique la répartition géographique liée à la présence des hôtes intermédiaires et la propagation dans les élevages où les copépodes sont abondants. La densité des hôtes et la qualité de l'eau influencent fortement le niveau d'infestation (Buchmann & Bresciani, 2006 ; Ladjama, 2016).

6.1.4. *Cucullanus sp.* :

Taxonomie:

Embranchement : Némathelminthes

Classe : Nématoda

Famille: Cucullanidae (Cobbold, 1864)

Genre: *Cucullanus* (Mueller, 1777)

Espèce: *Cucullanus sp.*

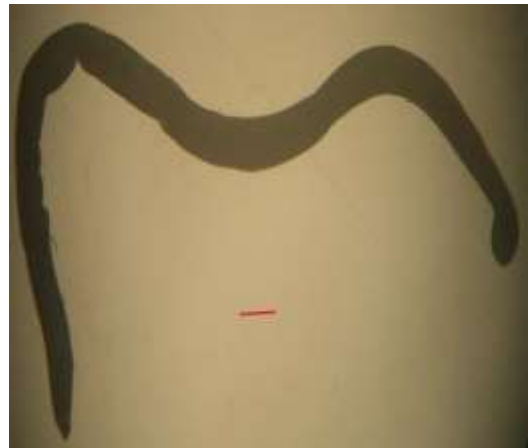


Figure 10 : Photographie de *Cucullanus sp* (Gr x40).
(Ladjama, 2010).

• **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'oesophage 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.

 **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.



6.1.5. *Argulus* sp. :



Taxonomie:

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Crustacea (Pennant, 1977)

Classe : Maxillopoda (Dahl, 1956)

Sous-classe : Branchiura (Thorell, 1815)

Ordre : Arguloidea (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).

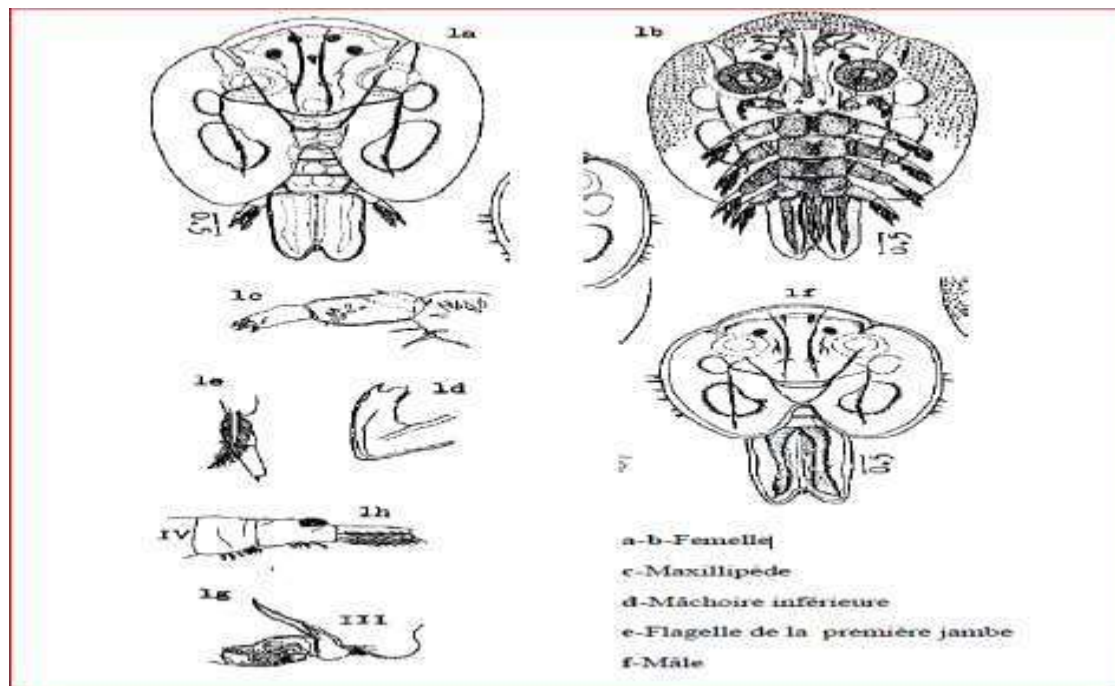


Figure 11: Schéma d'*Argulus* sp. (Yamaguti, 1939).



MATÉRIEL ET MÉTHODES



II. Matériel et Méthodes :

1.Site d'étude :

Dans le cadre de cette étude nous avons procédé à l'examen des anguilles peuplant le lac Tonga du Parc National d'El Kala (Fig.12).



Figure 12: Situation géographique du lac Tonga du parc national d'El Kala (Image Google Earth 2026, modifiée).



1.1. Le lac Tonga :

Le Lac Tonga est un lac naturel d'eau douce peu profond situé dans l'extrême nord-est de l'Algérie, au sein du parc national d'El Kala dans la wilaya d'El Tarf, caractérisé comme une zone humide continentale d'une grande importance écologique et biologique (Parc National d'El Kala). Il couvre une superficie d'environ 2 600 hectares, ce qui en fait l'un des plus vastes lacs naturels d'Algérie, avec une profondeur généralement faible favorisant le développement d'une végétation aquatique dense (Samraoui & De Bélair, 1997).

Le lac est alimenté principalement par les eaux pluviales et les apports saisonniers, avec un régime hydrologique dépendant du climat méditerranéen local (Ramsar, 1971). Il est entouré de marécages, de prairies humides et de formations forestières typiques de la région d'El Kala, constituant un écosystème complexe et dynamique. La végétation dominante est composée de roseaux (Phragmites), de typhas et d'autres plantes hydrophytes adaptées aux milieux saturés en eau.

Le site bénéficie également d'une protection nationale au sein du parc d'El Kala. Cependant, cet écosystème reste vulnérable aux pressions humaines. Parmi ces pressions, on peut citer la pollution et les changements climatiques. La gestion durable du lac est donc essentielle pour préserver sa biodiversité. Des études scientifiques ont été menées pour mieux comprendre son fonctionnement écologique. Ces travaux, notamment ceux de Samraoui et De Bélair, ont mis en évidence sa richesse biologique. Ils soulignent aussi l'importance de sa conservation à long terme. Ainsi, le lac Tonga représente un exemple remarquable de zone humide méditerranéenne.



Figure 13 : Photographies du lac Tonga

(<http://dgf.org.dz/fr/content/lac-tonga-1>).



1.1.1. 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. La profondeur moyenne est de 1,20 m. (M.P.R.H. 2004).

1.1.2. Les caractéristiques physico-chimiques des eaux du Lac Tonga:

- ✚ **Température (T°)** : variable selon les saisons ($\approx 10-15^{\circ}\text{C}$ en hiver, jusqu'à $25-30^{\circ}\text{C}$ en été) (Samraoui & De Bélair, 1997).
- ✚ **PH** : neutre à légèrement alcalin ($\approx 7 - 8.5$) sous l'effet de l'activité biologique (Parc National d'El Kala).
- ✚ **Salinité** : faible, eaux douces à légèrement minéralisées (Ramsar, 1971).
- ✚ **Oxygène dissous (O_2)** : élevé en hiver/printemps, plus faible en été (variation thermique et décomposition organique).
- ✚ **Conductivité électrique** : moyenne (présence modérée de sels dissous).
- ✚ **Nutriments : Nitrates (NO_3^-)** : présents en quantités notables
- ✚ **Phosphates (PO_4^{3-})** : relativement élevés $\rightarrow$ traduisant un état eutrophe (Samraoui & De Bélair, 1997).
- ✚ **Matière organique** : abondante, issue de la décomposition des végétaux.

Ces paramètres montrent que le lac est un milieu eutrophe dynamique, influencé par les variations saisonnières et les apports naturels (Samraoui B.1997).

1.1.3. Flore et faune 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* (PNEK, 2004).



✓ Le Parc National d' El-Kala compte pas moins de 40 espèces de Mammifères et 191 espèces aviennes fréquentant de manière régulière les habitats naturels du territoire du Parc National d'El-Kala (De Belair, 1990). Certaines d'entre elles présentent un intérêt à l'échelle nationale voir internationale vu leur rareté. D'autres par leurs importants effectifs, révèlent des conditions d'accueil très favorables et confèrent à la région un intérêt écologique de premier plan (Aissaoui et *al.*, 2009).

Ardeola ralloides : espèce typique des zones humides méditerranéennes (Samraoui & De Bélair, 1997).

Fulica atra : oiseau aquatique très abondant dans les eaux calmes du lac (Parc National d'El Kala).

Anguilla anguilla : poisson migrateur important reliant les eaux douces et marines (Samraoui & De Bélair, 1997).

Cyprinus carpio : espèce de poisson très adaptée aux eaux stagnantes riches en nutriments (Parc National d'El Kala).

Cette faune montre une forte dominance d'espèces liées aux milieux aquatiques et aux roselières, ce qui confirme le rôle du lac comme habitat essentiel pour les oiseaux migrateurs, les poissons et les amphibiens (Samraoui B. ; Ramsar, 1971).

2. Méthodes d'étude :

2.1. Echantillonnage :

La présente étude a ciblé les populations d'anguilles peuplant le lac Tonga durant la période hivernale s'étalant de fin novembre 2025 à février 2026. Un total de **65 Anguilles** de longueur totale comprise entre **34 et 57 cm** et de poids total compris entre **50,9 et 253,5 g** ont été capturés destinés à l'étude du régime alimentaire, et l'étude parasitaire. L'échantillonnage des anguilles est aléatoire. Tous nos échantillons proviennent des captures de pêcheurs Professionnels, les anguilles sont transférées et maintenues vivantes au laboratoire.



2.2. Protocole d'étude des anguilles :

Tableau 1 : Protocole d'étude.

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. -le poids frais (W) est évalué au milligramme près par une balance électronique « SARTORIUS » de précision 1/1000 g.
03	Ouvrir la cavité abdominale par le ventre. Noter le sexe qui a été déterminé macroscopiquement (Acou, 2006) : Mâle : gonade laiteuse de couleur blanchâtre avec une légère vascularisation d'un individu à un autre. Femelle : gonade rosâtre, richement vascularisée et d'un aspect plus ou moins granuleux. Indéterminé : absence ou présence de structure filamenteuse transparente.
04	Retirer les branchies, les rincer, examiner chaque arc branchial et l'eau de rinçage au microscope binoculaire.
05	Ouvrir la cavité abdominale par le ventre. Noter le sexe Examiner la cavité et chercher les parasites dans la vessie natatoire.
06	Séparer l'estomac, les cæcums pyloriques et l'intestin pour l'étude du régime alimentaire. Les ouvrir longitudinalement et chercher les proies sous binoculaire.
07	L'examen de la vessie gazeuse et évaluation de son état de dégradation (vessie opaque, hémorragique, nacrée, translucide), avant de l'isoler et de la sectionner longitudinalement.
08	Récolte, dénombrement 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).

MATERIEL ET METHODES



✚ Les différentes étapes avec les organes prélevés :



(A) Pesée de l'anguille



(B) Mesure de taille



(C) Dissection de l'anguille



(D) Tube digestif (Estomac et Intestin)



(E) Branchies



(F) Vessie natatoire

Figure 14 : Les différentes étapes avec les organes prélevés (Soualmi, et Abadlia 2026).

2.2.1. Traitement des parasites récoltés et identification :

Après leur prélèvement, les branchies sont congelées pendant une nuit afin de favoriser le détachement des parasites. En effet, une congélation de 12 heures ou plus avant toute fixation constitue une méthode efficace de relâchement des parasites (Mizelle, 1938). Les arcs branchiaux destinés à l'examen sont ensuite placés dans une éprouvette de 100 ml remplie aux deux tiers d'eau. Une agitation énergique permet de séparer les parasites des filaments branchiaux. Le dépôt obtenu est transféré dans une boîte de Pétri et dilué jusqu'à obtenir une préparation suffisamment claire pour l'observation sous loupe binoculaire. Les parasites sont alors prélevés individuellement à l'aide d'une pipette capillaire, rincés plusieurs fois à l'eau ordinaire puis déposés sur une lame. Après évaporation complète de l'humidité, une goutte de



vernis à ongles est appliquée sur le parasite avant la pose de la lamelle. L'identification est réalisée au stéréomicroscope (Charles et Géry, 1968).

Les tubes digestifs sont prélevés par section de la partie supérieure de l'œsophage, à proximité de la cavité buccale, ainsi qu'au niveau de la papille uro-génitale (anus). Les graisses mésentériques adhérant à l'intestin sont retirées. L'estomac, les cæcums pyloriques et l'intestin sont ensuite séparés puis ouverts longitudinalement. Leur contenu est vidé, sans raclage de la paroi, à l'aide d'une spatule ou d'une pince, puis lavé au-dessus d'une boîte de Pétri. Sous loupe binoculaire, les proies ingérées sont examinées dans le cadre de l'étude du régime alimentaire des anguilles, tandis que les parasites sont recherchés, récupérés et conservés pour une identification ultérieure.

L'examen de la vessie gazeuse consiste d'abord à évaluer son état de dégradation (opaque, hémorragique, nacré ou translucide), avant son isolement et son ouverture longitudinale. Les parasites observés dans la vessie natatoire, généralement prélevés vivants, sont débarrassés du liquide hémorragique, dénombrés puis conservés pour une identification ultérieure.

À l'issue de chaque opération, chaque espèce ou type de parasite provenant d'un organe donné est placé dans un pilulier distinct contenant une solution d'éthanol à 70 %. Chaque échantillon est étiqueté en mentionnant la date et le lieu de capture du poisson ainsi que la localisation du parasite dans l'hôte. Les parasites sont manipulés et transférés à l'aide de pipettes ou de pinceaux fins afin d'éviter toute détérioration liée à l'utilisation d'instruments pointus. L'étude anatomique des parasites récoltés est effectuée à l'aide d'une loupe stéréomicroscopique Olympus SZX10.

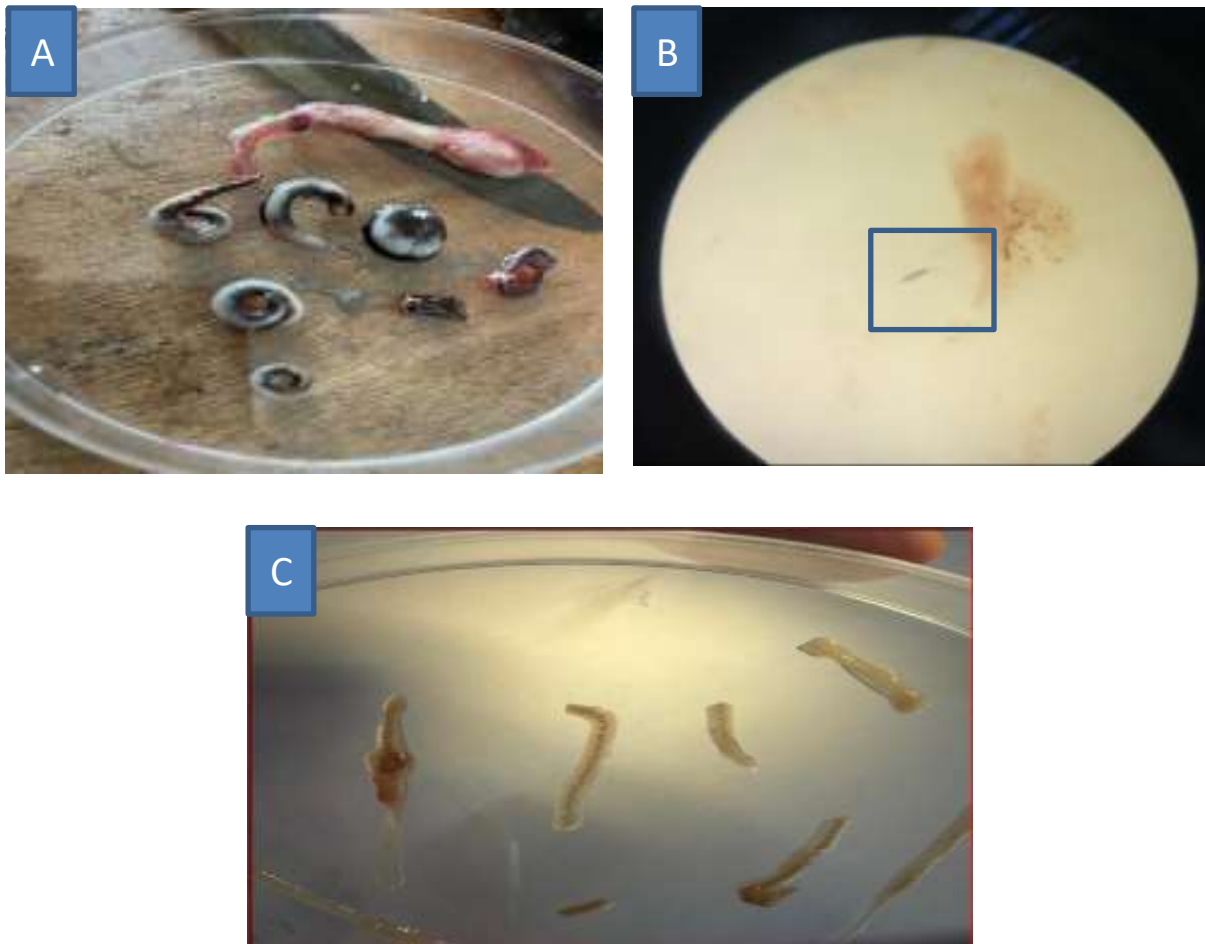


Figure 15 : Photographie de quelques parasites de l'anguille : (A) *Anguillicoloides crassus*, (B) *Pseudodactylogyrus* sp, (C) *Bothriocephalus claviceps*. (Soualmi et Abadlia, 2026).

2.3. Indices parasitaires :

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

2.3.1. Prévalence spécifique (P) :

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

$$P (\%) = N/H * 100$$



P = Prévalence

N = Nombre d'Hôtes infestés.

H = Nombre de poissons examinés

2.3.2. 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.

$$I = n/N$$

I= Intensité

n = nombre de parasites

H = Nombre de poissons infestés

2.3.3. 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.

$$A = n/H$$

A = Abondance

n = nombre de parasites

H = Nombre de poissons examinés



2.4. Etude du régime alimentaire :

2.4.1. Méthode qualitative : analyse du contenu digestif

Les tubes digestifs ont été sectionnés longitudinalement et vidés de leur contenu par lavage et d'une spatule ou d'une pince sans gratter la paroi interne. Une fois le contenu digestif récupéré dans une boîte de pétrie en verre, le bol alimentaire a été ensuite observé sous une loupe binoculaire à faible grossissement (x 10) afin de pouvoir trier grossièrement les différentes unités taxonomiques. Une fois les groupes séparés, chaque proie ingérée a été identifiée.

Les proies ont été identifiées en tenant compte des critères morphologiques suivants Les proies ichthyologiques sont facilement reconnaissables d'après leurs structures ossifiées (écailles, otolithes, arêtes ou colonne vertébrale). Leur nombre a été comptabilisé comme étant une seule proie ingérée quel que soit le nombre de structure présent, sauf pour la colonne vertébrale lorsqu'elle est entière où chaque une d'elle correspond à un poisson. - Les proies invertébrées (crustacés, mollusques, insectes) sont identifiées morphologiquement en tenant compte de la forme du corps, de la présence des pièces céphaliques et abdominales. Les eucarides (décapodes macroures, natantia et reptantia) sont souvent reconnaissables à leur appendices céphalothoraciques (formule rostrale et périopodes) et abdominaux (pléopodes et telson), tandis que les crustacés inférieurs ou péracarides (amphipodes, isopodes, etc...) se distinguent par la forme de leur corps et de ses différentes parties, (aplatis dorso-ventralement pour les isopodes et comprimé latéralement pour les amphipodes). Les insectes sont aisément identifiés (ailes, élytres, mandibules). Les plathelminthes sont des vers plats. On peut trouver aussi bien des formes libres (turbellariés) que parasites (cestodes, trématodes).

- Les nématodes sont des vers ronds, longs et très fins non segmentés pointus aux deux extrémités très fines, à la cuticule lisse. Leur nombre tient compte du nombre de trompe.

- Les annélides sont des vers annelés à système bilatérale. Leur corps est métamérisé ou séparés par des cloisons.

- La végétation est représentée par des phanérogames (magnoliophytes) et des algues. Ces aliments sont considérés comme proie unique quelle que ce soit l'abondance des fragments trouvés dans le tube digestif.



2.4.2. Analyse quantitative Coefficient de vacuité (CV%) :

Il permet de quantifier le comportement alimentaire, selon la formule donnée par Morato et *al.* (2000). C'est le nombre de tubes digestifs vides (Nv) par rapport au nombre total de tubes digestifs examinés (N).

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

2.4.3. Fréquence d'une proie (F%) :

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

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

Une classification des proies selon Sorbe (1972), est établie à partir du de la fréquence

F, qui correspond au pourcentage d'estomacs contenant une catégorie de proie par rapport au nombre d'estomacs pleins examinés. La valeur de F classe les différents

groupes de proies en trois catégories, et exprime l'affinité du prédateur pour la proie (Tab.2) :

-F supérieur ou égal à 50 % : proies préférentielles (constitue l'alimentation principale et caractérise le régime alimentaire de l'espèce).

- F compris entre 10 et 50 % : proies secondaires (correspond à une nourriture accessoire ou de remplacement de l'espèce).



- F inférieur ou égal à 10 % : proies accidentelles (sans signification particulière dans le régime de l'espèce).

Tableau 2: Classification des proies en fonction de la fréquence F (Sorbe, 1972).

F < 10% : Proies accidentelles	Sans aucune signification particulière dans le régime alimentaire de l'espèce
10% < F < 50% : Proies secondaires	Représentant une nourriture accessoire ou de remplacement pour l'espèce.
F > 50% : Proies préférentielles	Constituent l'alimentation principale et caractérisent le type du régime alimentaire de l'espèce



RESULTATS

III. Résultats :

1. Structure des fractions de population d'anguilles

1.1. Distribution des tailles des anguilles :

La taille des 65 anguilles capturées dans le lac Tonga est comprise entre 30cm et 60cm, L'histogramme des tailles est établi après regroupement des mensurations en classe de taille de 5cm. Les anguilles prélevées sont subdivisées en 6 groupes.

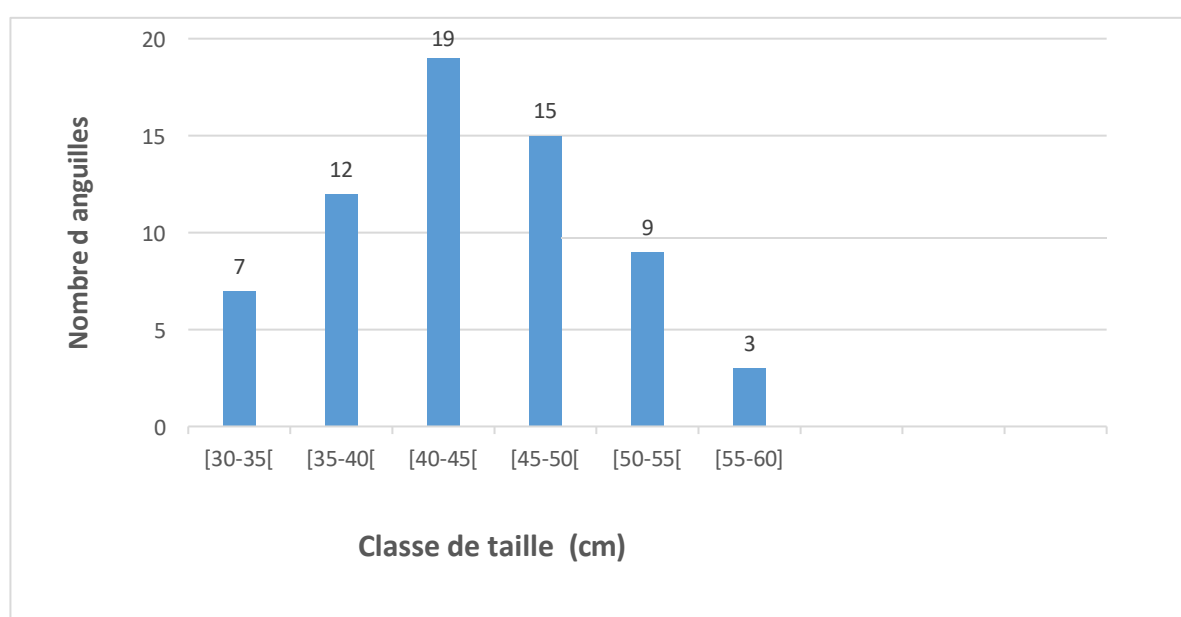


Figure 16 : Distribution des classes de taille des anguilles capturées dans le lac Tonga.

1.2. Distribution des classes de poids des anguilles :

Les anguilles capturées dans le lac Tonga montrent des poids variant de 50 à 270g. L'échantillon d'anguilles collectées comporte 11 classes de poids présentant des proportions différentes. L'histogramme montre que la majorité des anguilles se concentre dans les classes de poids comprises entre 90 g et 150 g. La classe modale est 110–130 g avec 11 individus (16,92 %). Les classes de poids faibles (50–90 g) représentent 13 anguilles (20,00 %) Les classes de poids élevées (≥ 190 g) ne représentent que 10 anguilles (15,38 %).

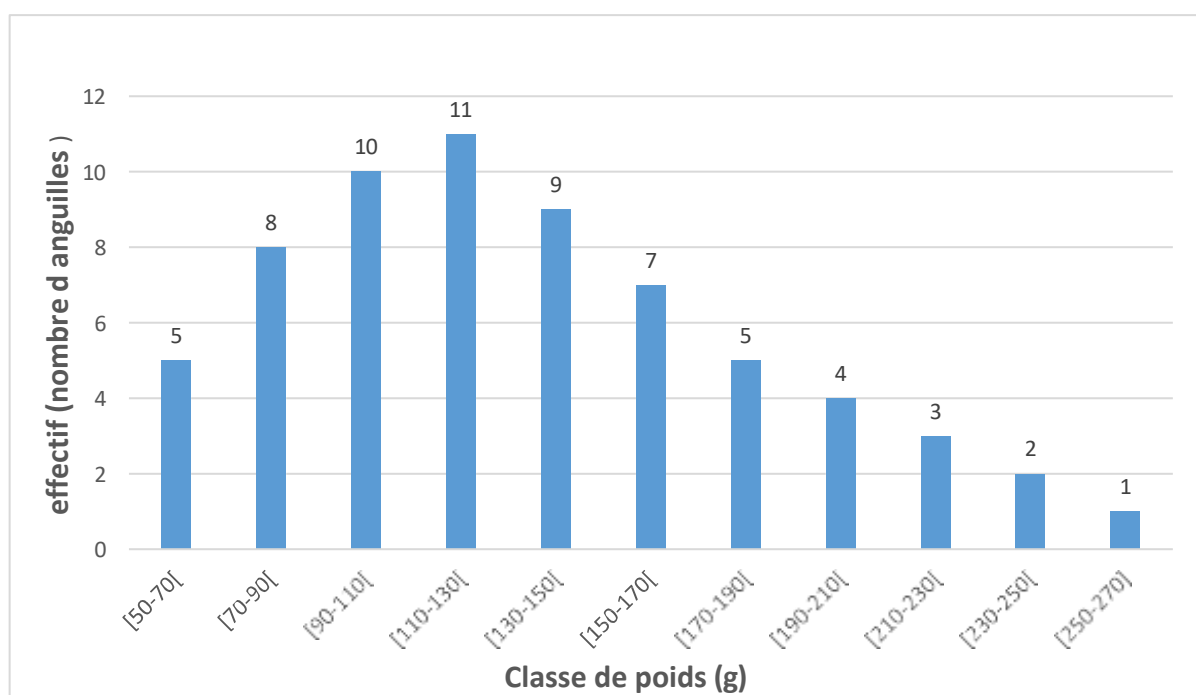


Figure 17 : Distribution des classes de poids des anguilles capturées dans le lac Tonga.

2. Indice parasitaire

2.1 Proportion des différents parasites :

Le tableau montre la proportion des différents parasites observés chez l'anguille. L'analyse révèle que *Pseudodactylogyrus sp* est le parasite le plus dominant avec une prévalence très élevée de 76,92 %. Cela indique que ce parasite est largement réparti parmi les anguilles examinées et représente l'espèce parasitaire la plus fréquente dans l'échantillon étudié. En deuxième position, *Anguillicoloides crassus* présente une prévalence de 58,46 % avec une intensité moyenne de 4,18 et une abondance de 2,44. Ces résultats montrent une infestation importante des anguilles par ce parasite, connu pour affecter la vessie natatoire et provoquer des troubles physiologiques chez l'hôte. Le parasite *Bothriocephalus claviceps* présente une prévalence moyenne de 33,84 %, indiquant une présence modérée dans la population étudiée. Par contre, les genres *Argulus*, *Ergasilus* et *Cucullanus* montrent une très faible prévalence (1 %), ce qui traduit une présence rare et occasionnelle chez les individus analysés.

Tableau 3 : Proportions des différents parasites recensés chez les anguilles peuplant le lac Tonga.

parasitaire	Poissons infectés	Nombre de parasite	Prévalence (%)	intensité	abondance
<i>Anguillicoloides crassus</i>	38	159	58.46	4.18	2.44
<i>Pseudodactylogyrus sp</i>	50	123	76.92	2.46	1.89
<i>Bothriocephalus claviceps</i>	22	41	33.84	1.86	0.63
<i>Argulus</i>	1	1	1,54	1	0.01
<i>Cucullanus</i>	1	1	1,54	1	0.01

✚ Prévalence (P) :

Pseudodactylogyrus sp présente la prévalence la plus élevée (76,92 %), suivi d'*Anguillicoloides crassus* (58,46 %), puis *Bothriocephalus claviceps* (33,84 %). Pour les parasites *Argulus* et *Cucullanus* sont quasiment absent (1 %).

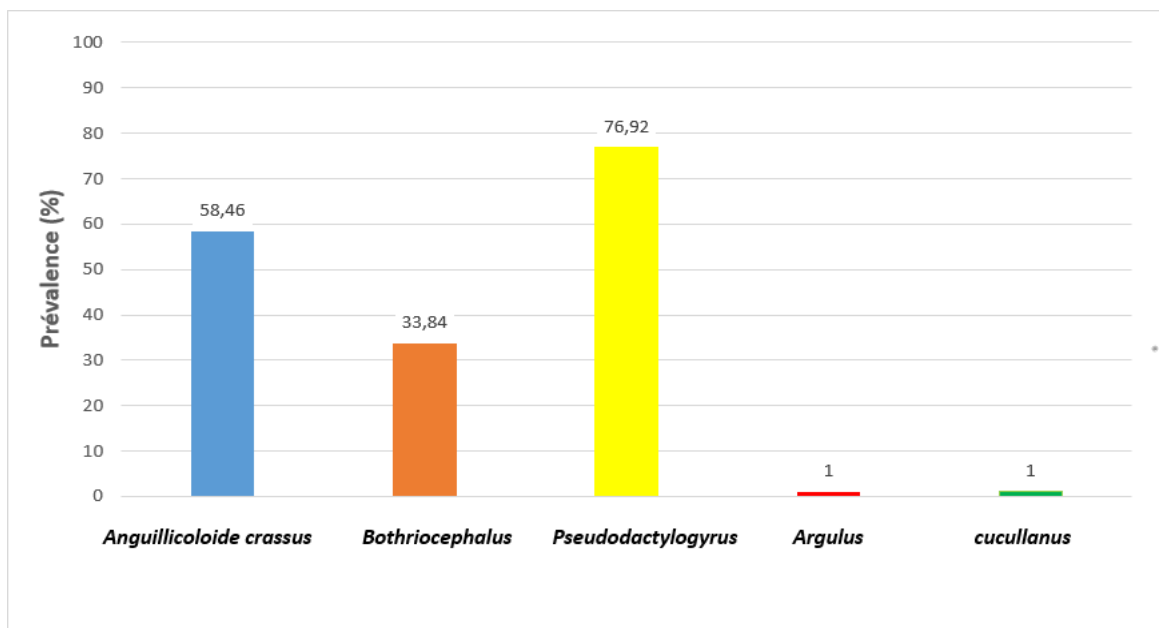


Figure 18 : Prévalence des parasites recensés chez les anguilles capturées dans le lac Tonga.

+ Intensité moyenne (I) :

Anguillicoloides crassus montre la plus forte intensité moyenne (4,18), indiquant des infections plus lourdes chez les hôtes infestés. *Pseudodactylogyrus* sp vient ensuite (2,46), puis *Bothriocephalus claviceps* (1,86) et *Argulus*, *Cucullanus* sont quasiment absent (1 %).

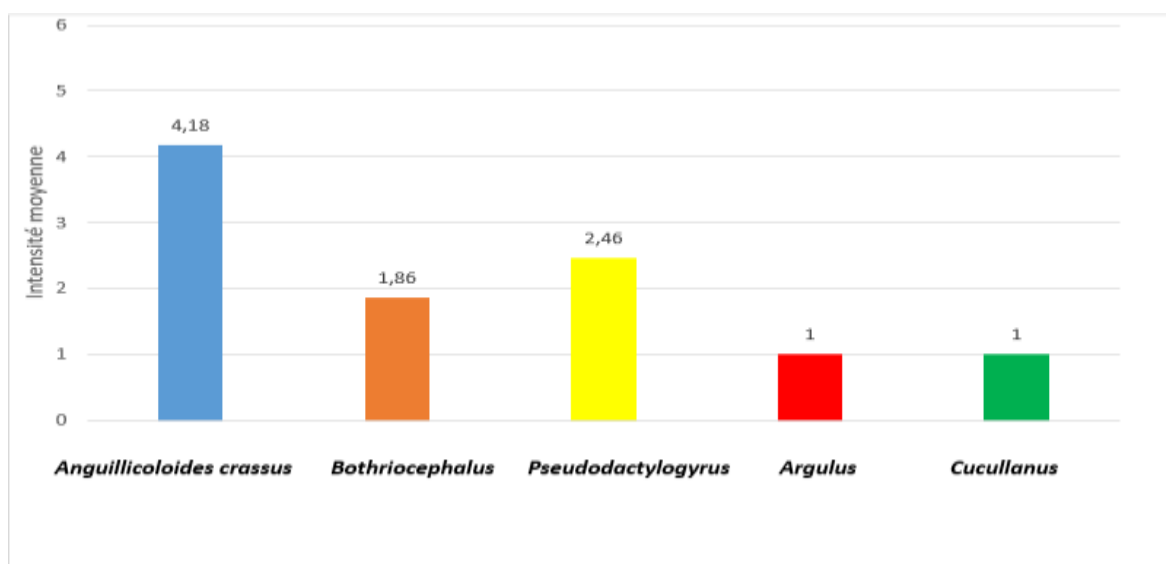


Figure 19 : Intensité d'infestation des parasites recensés chez les anguilles du lac Tonga.

✚ Abondance moyenne (A) :

Anguillicoloides crassus a l'abondance moyenne la plus élevée (2,44), suivi de *Pseudodactylogyrus* (1,89), puis *Bothriocephalus* (0,63). *Argulus* et *Cucullanus* ont une abondance quasi nulle (0,01).

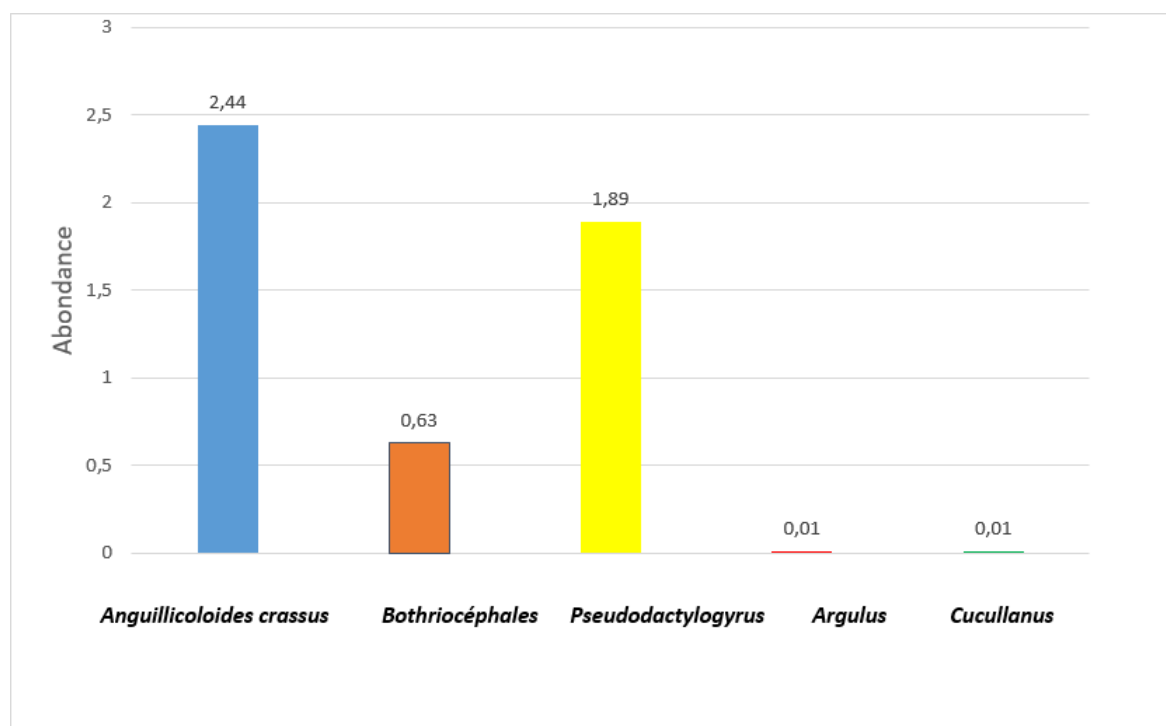


Figure 20 : Abondance des parasites recensés chez les anguilles du lac Tonga.

2.2. Distribution des indices parasitologiques en fonction de la taille de l'anguille :

2.2.1. *Bothriocephalus claviceps*

✚ Prévalence:

La prévalence du parasite *B.claviceps* varie selon les classes de taille des anguilles. La valeur la plus élevée est enregistrée dans la classe [50–55[cm avec 44,44 %, ce qui montre que les anguilles de grande taille sont les plus exposées à l'infestation. Les classes [30–45[cm, présentent des valeurs moyennes indiquant une infestation modérée. La classe [45–50[cm

montre une diminution de la prévalence, tandis que la classe [55–60[cm ne présente aucune infestation.

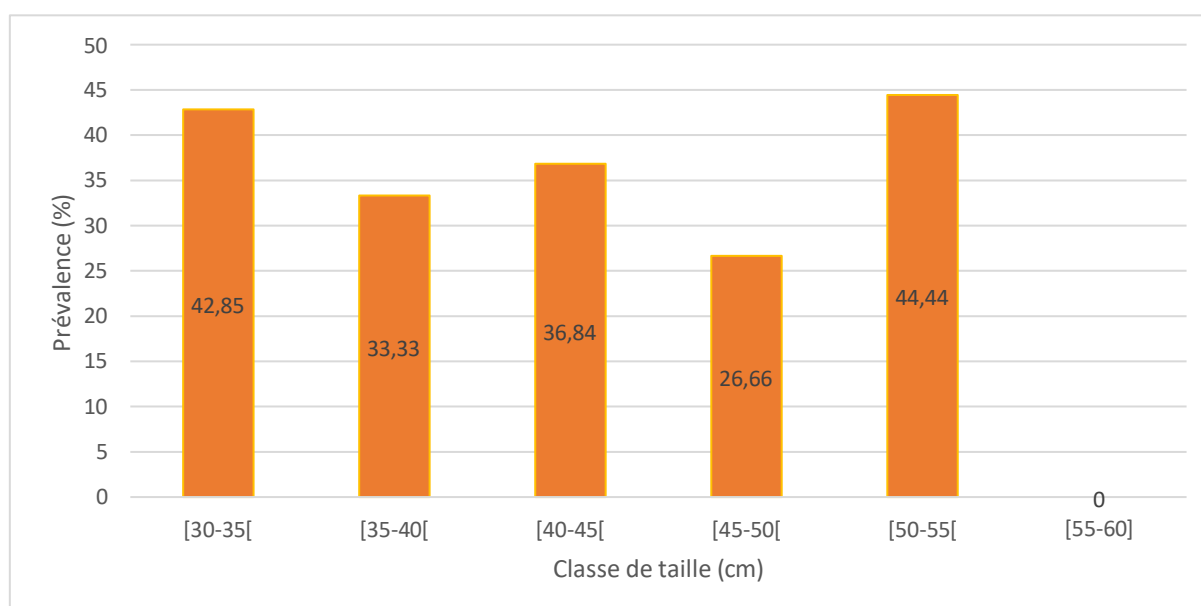


Figure 21 : Prévalence de *Bothriocephalus claviceps* selon les classes de taille des anguilles peuplant le lac Tonga.

Abondance et Intensité:

L'abondance moyenne du parasite reste faible à moyenne dans la majorité des classes de taille. La valeur maximale est observée dans la classe [50–55[cm avec une abondance de 1,44, ce qui indique une accumulation plus importante du parasite chez les anguilles de cette taille. Les classes inférieures montrent des valeurs proches les unes des autres, traduisant une infestation limitée. Pour la classe [55–60[cm on a l'absence de parasites pour cette catégorie.

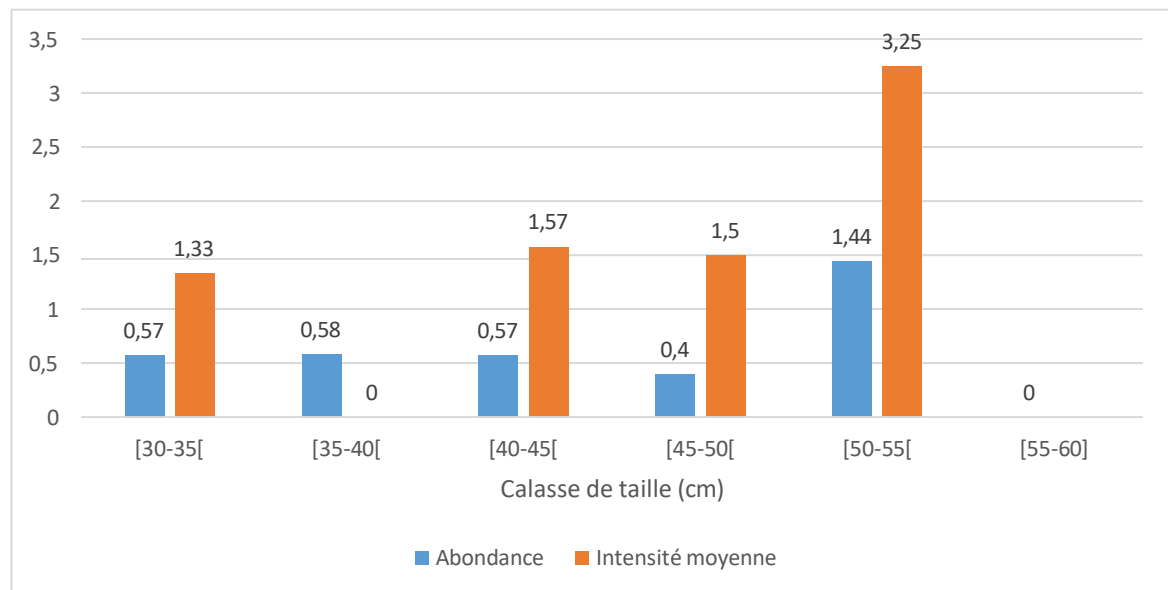


Figure 22: Abondance et Intensité de *Bothriocephalus claviceps* selon les classes de taille.

2.2.2. *Pseudodactylogyrus Sp*

🚦 Prévalence :

La prévalence *Pseudodactylogyrus* augmente progressivement avec la taille des anguilles. Les classes [45–50[cm, [50–55[cm et surtout [55–60 [cm présentent les taux les plus élevés.

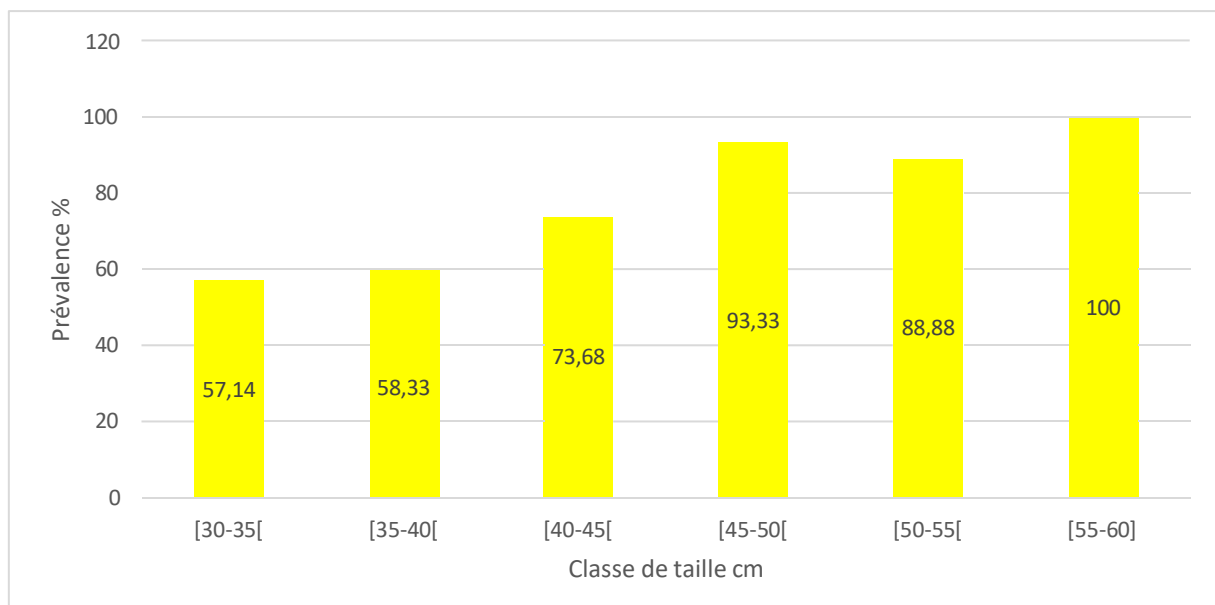


Figure 23 : Prévalence de *Pseudodactylogyrus sp* selon les classes de taille.

✚ Abondance moyenne et l'intensité moyenne :

Montrent une tendance générale d'augmentation avec la taille des anguilles. La classe [55–60 [cm possède les valeurs les plus élevées ($A = 3$; $I = 3$), traduisant une forte charge parasitaire chez les individus âgés ou de grande taille. Les petites classes présentent des valeurs plus faibles, indiquant une infestation moins importante.

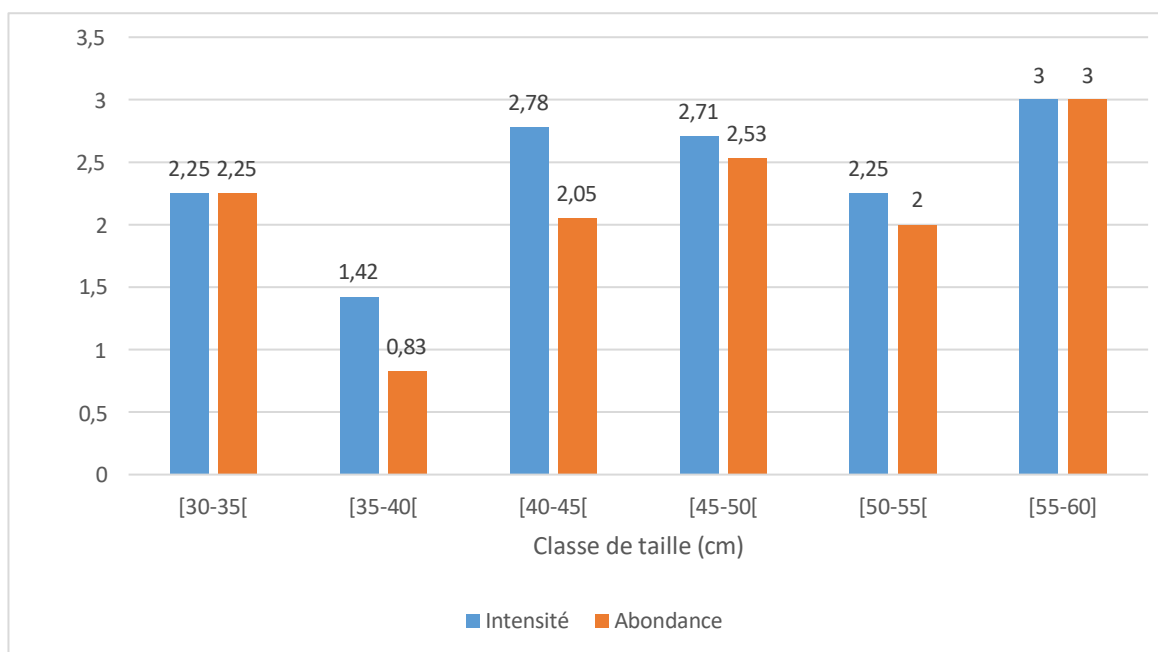


Figure 24 : L'abondance moyenne et l'intensité moyenne de *Pseudodactylogyrus* sp selon les classes de taille.

2.2.3. *Anguillicoloides crassus*

✚ Prévalence :

La prévalence du parasite *Anguillicola crassus* augmente progressivement de la classe [30–35 [cm jusqu'à [45–50[cm où elle atteint une valeur maximale de 73,33 %. Cela indique que les anguilles de taille moyenne sont les plus touchées par ce parasite. Ensuite, la prévalence diminue dans les grandes classes de taille et devient nulle dans la classe [55–60[cm.

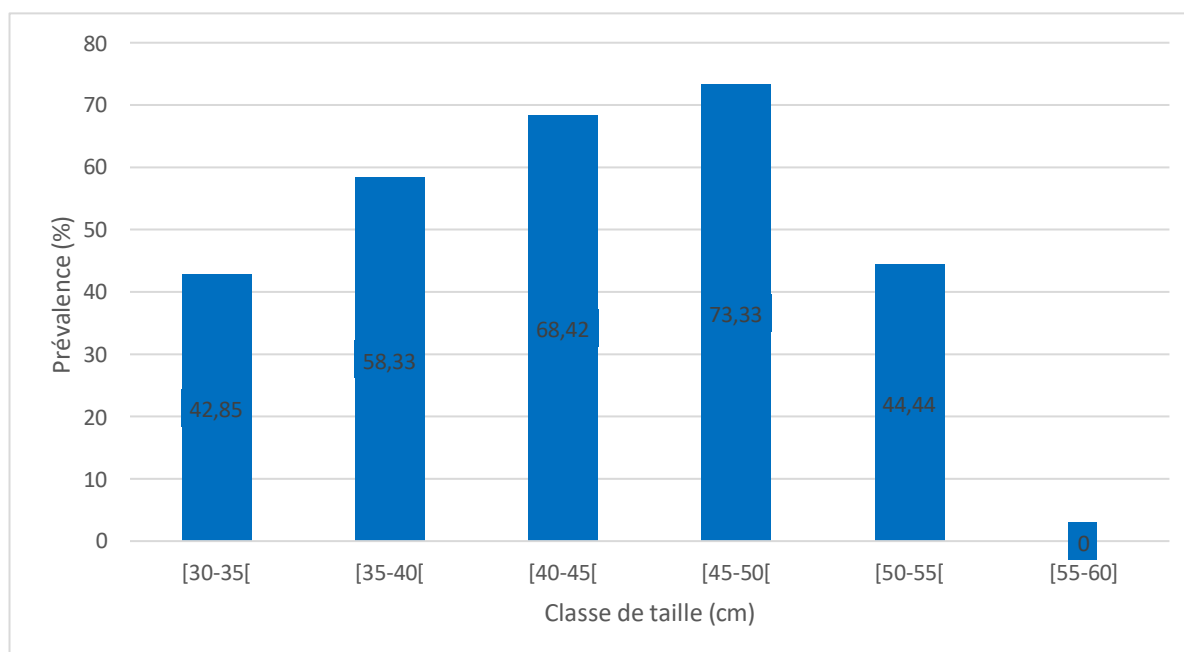


Figure 25 : Prévalence d'*Anguillicoloides crassus* selon les classes de taille.

✚ Abondance et intensité moyenne :

L'abondance moyenne suit une évolution similaire à celle de la prévalence et de l'intensité. Elle atteint son maximum dans la classe [40–45[cm avec une valeur de 3,21. Cette observation confirme que les anguilles de taille intermédiaire présentent le niveau d'infestation le plus élevé par *Anguillicola crassus*, tandis que les grandes anguilles semblent moins exposées à ce parasite.

L'intensité moyenne montre que les anguilles infestées hébergent plusieurs individus du parasite *Anguillicola crassus*. La valeur maximale est observée dans la classe [40–45 [cm avec une intensité de 4,69 parasites par hôte infesté. Cela suggère que cette classe de taille offre les conditions les plus favorables au développement du parasite.

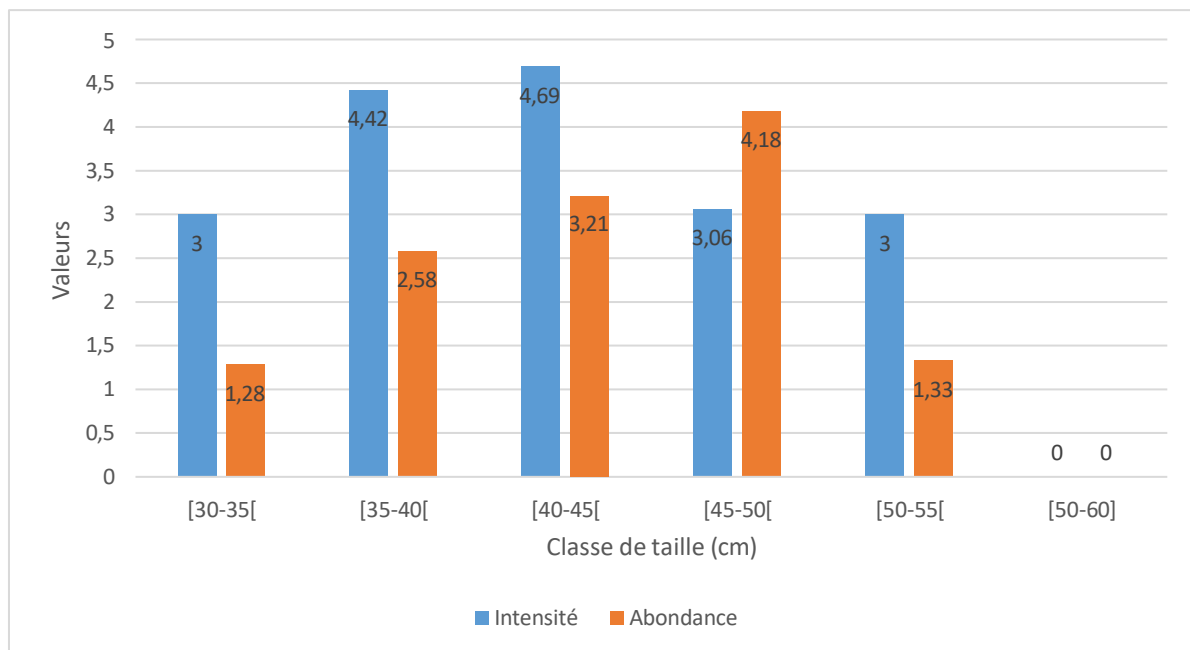


Figure 26 : L'abondance et l'intensité moyenne d'*Anguillicoloides crassus* selon les classes de taille.

3. Etat de la vessie natatoire :

Les vessies examinées dans le cadre de cette étude montrent divers états ; elles peuvent avoir des parois translucides sans aucune lésion ; elles peuvent présenter des dommages dits modérés

Du fait que les parois deviennent opaques avec ou sans hémorragie. La vessie gazeuse peut faire l'objet de dommages sévères qui peuvent se manifester par l'apparition d'une opacité des parois laquelle serait associée une hémorragie ou bien les parois deviennent opaques et fibreuses ou enfin la combinaison des trois lésions simultanément (opaque, fibreuse et hémorragique).

Dans le Tonga plus de 70,76% des vessies présentent des lésions sévères et modérées contre seulement 29,23% vessie saines, translucide.

Tableau 4 : les différent États des vessies natatoires de anguilles capturées dans le lac Tonga (Soualmi et Abadlia 2026).

Etats des vessies natatoires des anguilles capturées dans le lac Tonga			
			
Etat	Intacte (saine)	Dommages modérés (1)	Dommages sévères (2)
Type de lésion	-Translucide	-Opaque où -Hémorragique	-Opaque +hémorragique -Opaque+fibrosités Opaque+hémorragique+fibrosités
Tonga	29.23 % (19 vessies)	30.76% (20 vessies)	40% (26 vessies)

3.1. Impact d'*Anguillicoloides crassus* sur l'anguille européenne :

Dans le lac Tonga sur les 65 vessies examinées nous relevons 70,76% de vessies lésées (soit dommage modérés et sévères) contre seulement 29,23% de vessies saines (soit 19 vessies translucides).

VNS : Vessies Natatoires Saines.

VSL : Vessies Natatoires Lésées.

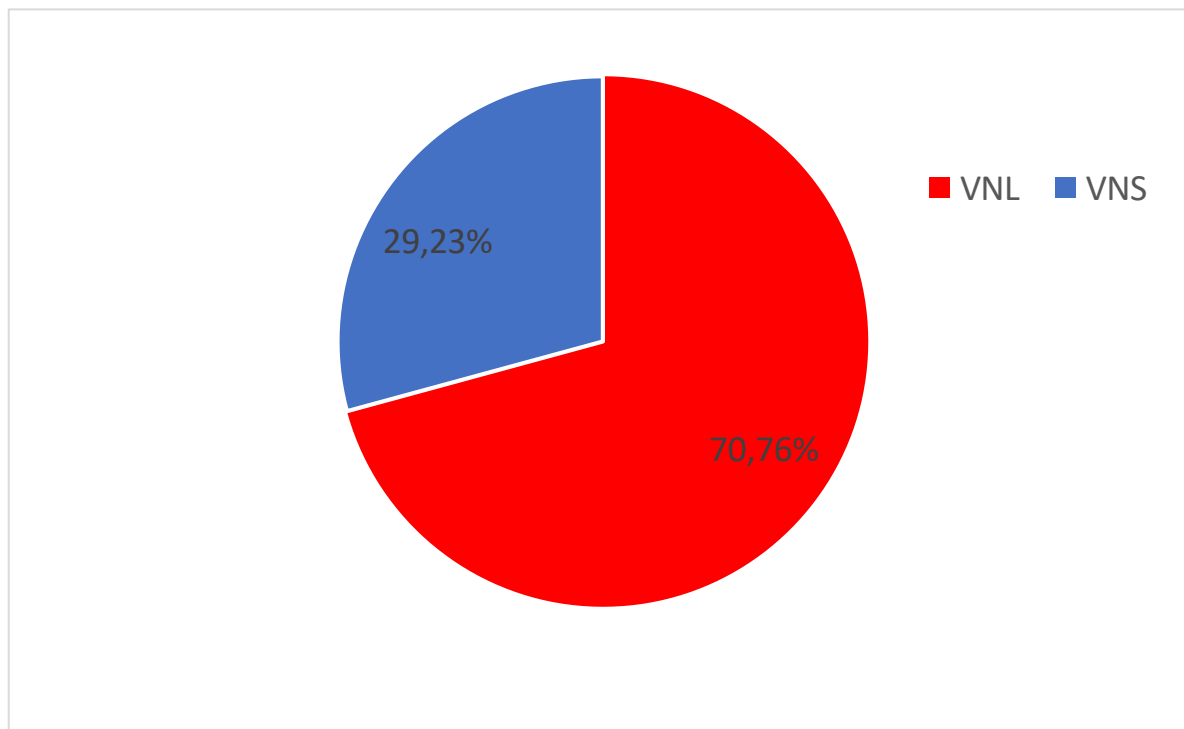


Figure 27 : Proportions des vessies lésées et des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.

Sur les 19 vessies considérées comme saines, c'est-à-dire dont la paroi est translucide, le totale des vessies saines sont indemne de parasite.

VSP : Vessies Natatoires saines parasités

VSNP : Vessies Natatoires Saines non parasités.

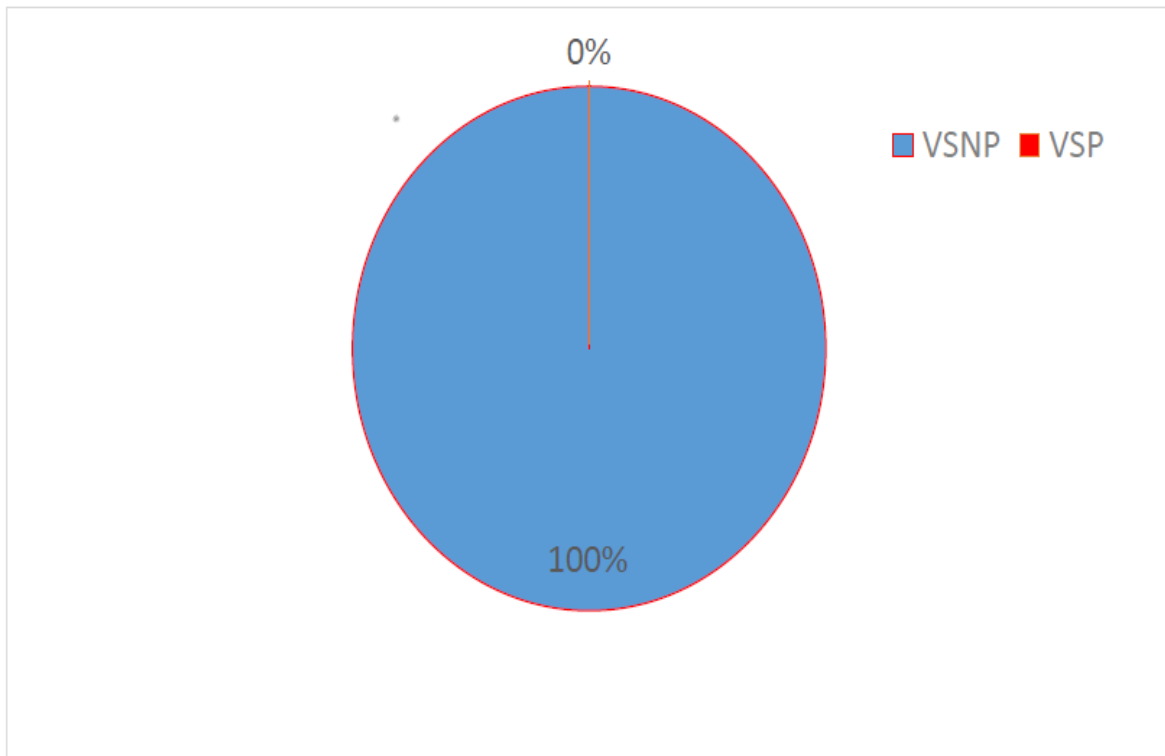


Figure 28 : Proportions des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.

Sur les 46 vessies considérées comme lésées, c'est-à-dire dont la paroi est opaque et hémorragiques ou fibreuse (non translucide) ,38 (soit 82,60 %) abritent des vers et 8(soit 17,39%) n'abritent pas de parasites.

VNLP : vessies natatoires lésées hébergeant des parasites.

VNL : vessies natatoires n'hébergeant pas de parasites.

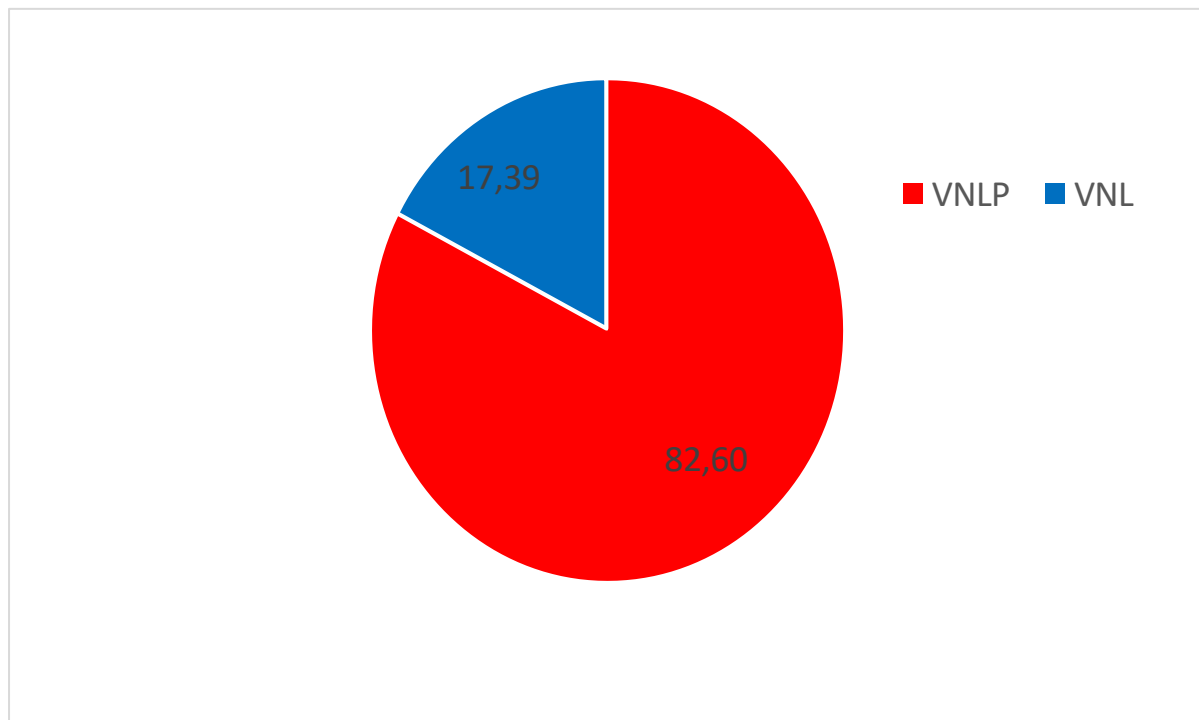


Figure 29 : Taux des vessies lésées (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.

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 la période hivernale d'étude du régime alimentaire est de l'ordre de 35,38% ; ce qui représente 23 tubes digestifs vides sur les 65 tubes digestifs examinés.

Tableau 5 : Coefficient de Vacuité chez les anguilles du lac Tonga.

Nombre poisson	de Nombre de tube digestif vide	Nombre de tube digestif plein	CV%
65	23	42	35.38 %

4.2. Fréquences d'apparition des proies (F%) et pourcentage numérique Cn%

Les résultats de l'analyse du contenu du tube digestif de l'anguille, montrent la présence de proies d'origine animale et végétale. L'étude des fréquences d'apparition des proies dans le contenu stomacal des anguilles révèle une diversité alimentaire importante. Les poissons représentent la catégorie la plus fréquente avec une fréquence d'apparition de 78,57 %, ce qui indique qu'ils constituent la principale source alimentaire de l'anguille dans le milieu étudié. La végétation (64,28 %) ainsi que les algues (52,38 %) présentent également des fréquences élevées, montrant que l'anguille adopte un comportement alimentaire opportuniste et exploite les ressources végétales disponibles dans son environnement. Les gastéropodes enregistrent une fréquence moyenne de 28,57 %, traduisant une consommation occasionnelle de ces organismes. Les crustacés (16,66 %) et les annélides (11,90 %) apparaissent avec des fréquences relativement faibles, ce qui suggère qu'ils jouent un rôle secondaire dans le régime alimentaire. Enfin, les insectes présentent la fréquence la plus faible (7,14 %), indiquant qu'ils sont rarement consommés par les anguilles étudiées. D'une manière générale, ces résultats montrent que l'anguille possède un régime alimentaire varié et opportuniste, dominé principalement par les poissons, tout en exploitant d'autres ressources animales et végétales disponibles dans son habitat. (Poissons) soit des invertébrés (crustacés, insectes) ; en ce qui concerne les proies d'origine végétales, ce sont des algues ou des plantes aquatiques.

D'une manière générale, ces résultats montrent que l'anguille possède un régime alimentaire varié et opportuniste, dominé principalement par les poissons, tout en exploitant d'autres ressources animales et végétales disponibles dans son habitat. La valeur de F classe les différents groupes de proies en trois catégories (Sorbe, 1972), et exprime l'affinité du prédateur pour la proie :

- F supérieur ou égal à 50 % : proies préférentielles

- F compris entre 10 et 50 % : proies secondaires

- F inférieur ou égal à 10 % : proies accidentelles

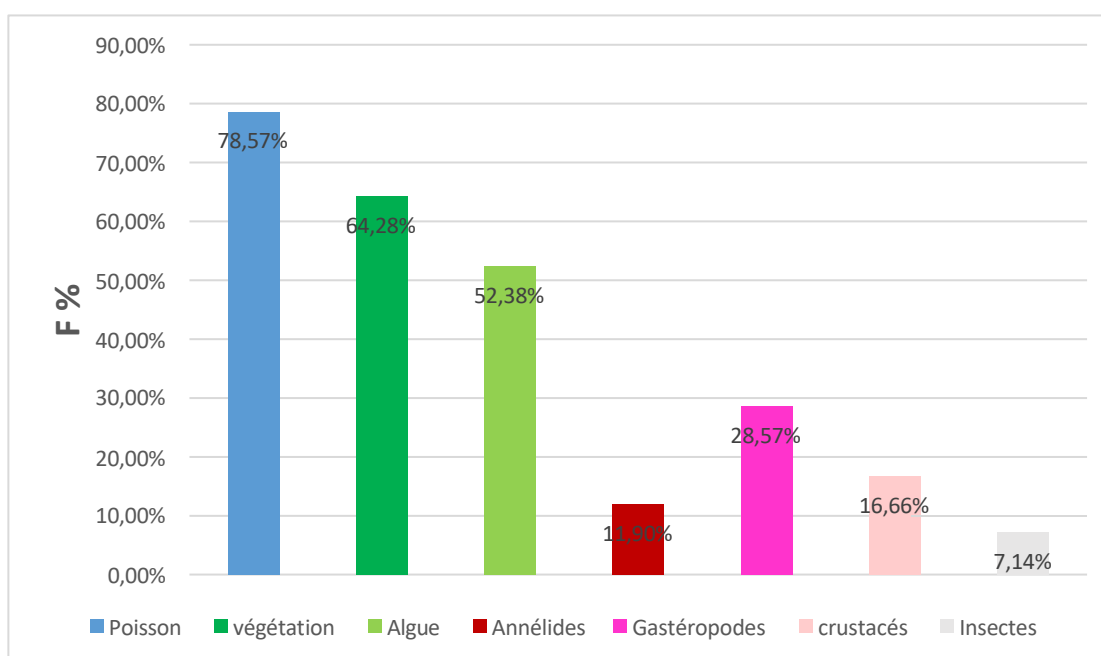


Figure 30 : Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles dans lac Tonga.



DISCUSSION

L'examen des anguilles pêchées dans le lac Tonga (eau douce) a révélé la présence de 5 espèces de parasites; deux dans les branchies (*Pseudodactylogyrus sp* et *Argulus sp*); deux dans le tube digestif (*Bothriocephalus claviceps* et *Cucullanus sp*) et un dans la vessie natatoire *Anguillicoloides 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). Schabuss et al. (2005), 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). L'évaluation des taux d'infestation montre une nette prédominance du monogène *Pseudodactylogyrus sp*. Il est, par ailleurs, signalé que l'espèce dominante de parasites d'anguilles varie selon les sites: *Pseudodactylogyrus sp* (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*. Est de 77%. Des prévalences similaires sont rapportées par Maillo et al. (2005) en Espagne; en revanche, Fazio et al. (2005) enregistrent, chez les anguilles des Pyrénées-Orientales (France) de très faibles taux d'infestation (de 0 à 25%). Le crustacé *Argulus sp*. est présent à des taux d'infestations de l'ordre de 1,56, l'intensité d'infestation ne dépasse pas 1 parasite par poisson infesté.

Dans le tube digestif, les parasites rencontrés sont le cestode *Bothriocephalus claviceps* et le nématode *Cucullanus sp*. le cestode infeste près de 30 % des effectifs en période hivernale. Des prévalences et des intensités plus élevées ont été rapportées dans la péninsule Ibérique (Maillo et al., 2001). L'espèce *Cucullanus sp*. n'est rencontrée que dans le tube digestif d'une seule anguille du lac Tonga. 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 franche.

Le ver nématode *A. crassus*, parasite des vessies gazeuses, est présent dans le lac Tonga et enregistrent les taux d'infestation de 58 % des effectifs d'anguilles capturées. Nos résultats se rapprochent de ceux de Djebbari (2012) et ladjama (2016) qui signalent des taux d'infestations des anguilles maximale, par *A. crassus*, de 63,33%. Des constations proches sont rapportées par Tahri et al. (2016) qui fait ressortir que ce nématode infeste pratiquement la moitié de la sous-population étudiée (50,44 %) du lac Oubaira. 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). 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 valeurs de l'intensité d'infestation des anguilles par *A. crassus* est de 4 vers/poisson infesté, nos valeurs sont plus élevées que 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).

Les indices épidémiologiques (prévalence, intensité moyenne et abondance moyenne) du parasite *A. crassus* varient en fonction de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques. 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. 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. Dans notre milieu d'étude, le nombre des nématodes est élevé chez les individus de différentes classe de taille, c'a été aussi signalé par Hamdi (2012) au Mellah. Les anguilles de moyenne tailles, consomment des proies petites comme : les Crustacés et gastéropodes, elles deviennent progressivement piscivores en grandissant (C.Moriarty, 1973 ; Benajiba et al., 1994 ; Tesch, 2003). Les crustacés sont une source de contamination des anguilles de petites tailles, car elles servent d'hôte intermédiaire au nématode. Les poissons jouent un rôle d'hôte paraténique, dans le cycle du parasite et ils sont consommés par les anguilles de grandes tailles (Kirk, 2003).

L'indice de dégénérescence de la vessie (SDI) a été défini par Lefebvre et al. (2002). 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. Dans le lac Tonga, sur les 65 vessies examinées, nous relevons 71% de vessies lésées contre seulement 29 % de vessies saines. 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. La migration des larves infectantes à travers la paroi de la vessie natatoire engendre des perforations irréversibles de cette dernière impactant ainsi le contrôle de la flottabilité et du gradient de pression (Weclawski et al., 2013 ; Barry et al., 2014 ; Newbold et al., 2015). Les anguilles fortement infestées, indépendamment de leur index de reproduction, n'atteindront jamais l'aire de ponte des mers des sargasses.

Pour le régime alimentaire, l'anguille a montré une préférence alimentaire pour les poisson (ostéichthyens) et végétations aquatiques d'autre part. Les autres proies ingérées comme les Mollusques, les Annélides, les Nématodes, les Crustacé et les insectes ne sont consommées qu'en très faibles quantités, une présence non négligeable de débris, dans le contenu des tubes digestifs des anguilles de l'Oued El-Kébir , c'a été aussi signalé par Ezzat et El-Seraffy (1977). Dans l'oued Mafrag, l'anguille consomme des proies d'origine animale (poissons, crustacés, insectes, vers) et végétale (algues et plantes), les poissons et les crustacés étant considérés comme des proies secondaires, (Tahri, 2010). Tandis que, dans le lac Tonga, *A. anguilla* est carnivore, puisque son régime alimentaire est composé essentiellement de proies vertébrées (actinoptérygiens) et invertébrées (cestodes, arthropodes, mollusques, annélides, nématodes),(Ariba, 2011). Nos résultats corroborent ceux de Ladjama (2016), 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).



CONCLUSION

Cette étude fait apparaître que :

- ✓ Plus de 80% des effectifs d'anguilles capturés dans le lac Tonga ont une taille comprise entre 35 et 55 cm, et des poids variant entre 50 à 270 g.
- ✓ L'anguille européenne du lac Tonga héberge 5 espèces parasites.
- ✓ Le monogène ectoparasite du genre *Pseudodactylogyrus sp* prédomine, il est présent chez plus de 77 % des anguilles du lac Tonga.
- ✓ En moyenne, plus de 50% de la population d'anguille du lac Tonga est infestée par le nématode hématophage *Anguillicoloides crassus* ; les taux d'infestation les plus élevés sont relevés chez les anguilles de petite et moyennes taille.
- ✓ Le crustacé *Argulus sp* infeste moins de 1,5 % des anguilles du lac Tonga.
- ✓ Le cestode *Bothriocephalus claviceps* touche plus de 30% des anguilles examinées.
- ✓ L'espèce *Cucullanus sp* est présent dans le tube digestif d'une seule anguille du lac Tonga.
- ✓ Des signes d'infection passée, par *A. crassus*, sont relevés chez les anguilles du Tonga 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.
- ✓ Dans notre milieu d'étude, l'anguille a montré une préférence alimentaire pour les poissons (ostéichthyens) et végétations aquatiques.

Perspectives :

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

- ✚ 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, avec un suivie continue mensuelle.
- ✚ Pour 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 *Anguillicoloides crassus*.

References Bibliographiques

A

- Acou, A. (2006). Étude de la biologie et de l'écologie de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*. Université de Toulouse.
- Adam, G. (1997). L'anguille européenne : migration et répartition géographique. IFREMER, France.
- Aguilar, A., Pérez, M., & Rodríguez, J. (2005). Présence de *Cucullanus heterochrous* chez l'anguille européenne en Espagne. *Journal of Fish Parasitology*, 12, 45-51.
- Aissaoui, R., Samraoui, B., & De Bélair, G. (2009). Biodiversité avienne du Parc National d'El Kala. *Revue d'Écologie Nord Africaine*, 8, 77-88.
- Alonso, L., & Van Uhm, D. (2023). Illegal trade and exploitation of European eel glass eels in East Asia. *Marine Policy*, 148, 105437.
- Amilhat, E. (2007). Contribution à l'étude de la migration de l'anguille européenne. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse.
- Andersson, J., & Petersson, E. (2012). Environmental factors influencing parasite communities in European eel. *Aquatic Ecology*, 46, 221-230.
- Aoyama, J. (2003). The distribution and evolution of anguillid eels. *Ichthyological Research*, 50, 187-194.
- Ariba S. (2011). Rythme alimentaire, embonpoint et dynamique spatio-temporelle du nématode *Anguillicola crassus* (Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974) chez l'anguille européenne *Anguilla anguilla* (L., 1758) du lac Tonga, Thèse magistère. Université Badji Mokhtar, Annaba. 123p.

B

- Baisez, A. (2001). Exploitation des différents stades continentaux de l'anguille européenne. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 362-363, 77-92.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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.
- Barry, J., McLeish, J., & Kennedy, C. (2014). Effects of *Anguillicoloides crassus* on swim bladder function in European eel. *Journal of Fish Diseases*, 37, 421-430.
- Benajiba, M. H. (1991). Étude du parasitisme des anguilles dans les lagunes du Languedoc-Roussillon. Thèse de Doctorat, Université de Perpignan.
- Benajiba, M. H., Lefebvre, F., & Quignard, J. P. (1994). Feeding habits and parasite infestation in European eel populations.
- Blache, J., Miton, R., & Stauch, A. (1973). Clés de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique oriental. ORSTOM, Paris.
- Blanc, G. (1989). Pathologie parasitaire de l'anguille européenne. *Bulletin de Pathologie Piscicole*, 4, 23-31.
- Blanc, G. (1998). Anguillicolose et résistance des anguilles au parasite *Anguillicoloides crassus*.
- Bonhommeau, S. (2008). Contribution à l'étude de la migration larvaire des anguilles. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux.
- Bowen, S., & Putz, R. (1966). Morphological observations on *Argulus* sp. *Journal of Crustacean Biology*, 6, 112-118.
- Briand, C., Fatin, D., & Fontenelle, G. (2005). Migration et biologie des anguilles européennes. *Journal of Fish Biology*, 67, 119-132.
- Bruslé, J. (1994). L'anguille européenne : biologie et exploitation. *Aquatic Living Resources*, 7, 77-93
- Buchmann, K. (1993). Epidemiology and pathogenicity of *Pseudodactylogyrus* infections in eels. *Diseases of Aquatic Organisms*, 16, 147-155.
- Buchmann, K., & Bresciani, J. (2006). *Fish Parasites: Pathobiology and Protection*. CAB International.

C

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Campton, D., & Crivelli, A. (2010). Habitat use of yellow eels in Mediterranean wetlands. *Ecology of Freshwater Fish*, 19, 415-423.
- Charles, M., & Géry, J. (1968). Techniques de récolte et d'identification des parasites de poissons. *Annales de Parasitologie*, 43, 215-224.
- Cobbold, T. (1864). Description of the family Cucullanidae. *Transactions of the Linnean Society*, 24, 145-158.

D

- Dahl, E. (1956). Classification of Maxillopoda. *Zoological Journal*, 12, 97-105.
- Dave rat, F., Feunteun, E., & Briand, C. (2005). Migration patterns of European eel. *Environmental Biology of Fishes*, 74, 367-376.
- De Bélair, G. (1990). Étude écologique du Parc National d'El Kala. Université d'Annaba.
- Dekker, W. (1998). Long-term trends in the European eel stock. *ICES Journal of Marine Science*, 55, 122-136.
- Di Cave, D., De Liberato, C., Berrilli, F., & Orecchia, P. (2001). Helminth communities of European eel from Italian lagoons.
- Djemali, I. (2005). Biologie et écologie de l'anguille européenne en Méditerranée. Université de Tunis.
- 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.
- Doris, J. (2020). Régime alimentaire et comportement trophique de l'anguille européenne. *Marine Ecology Reports*, 15, 33-45.
- Durif, C. (2003). Caractérisation des stades de développement de l'anguille européenne. Thèse de Doctorat, Université de Rennes.

E

- EELREP. (2005). European Eel Recovery Project Report. European Commission.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- El-Hilali, M., Yahyaoui, A., Sadak, A., Maachi, M., & Taghy, Z. (2004–2005). First data on *Anguillicola crassus* infestation in eels from the Sebou estuary (Morocco).
- Elie, P. (1979). Biologie des civelles et migration continentale. Bulletin Français de Pisciculture, 275, 1-40.
- Ezzat, A. A., & El-Seraffy, S. S. (1977). Food and feeding habits of eel populations from freshwater habitats.

F

- Farrugio, H., & Elie, P. (2011). Répartition géographique de l'anguille européenne. Cybium, 35, 127-139.
- **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.

G

- Gargouri Ben Abdallah, L., & Maamouri, F. (2005). Parasite communities of European eel in Tunisian lagoons.
- 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.
- Geffroy, B. (2021). The mysterious life cycle of the European eel. Fish and Fisheries, 22, 1-18.

H

- Hamdi, H. (2012). Contribution à l'étude des parasites de l'anguille européenne dans les zones humides algériennes.

K

- 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. (2001). Ecology of eel parasites in European waters. *Journal of Helminthology*, 75, 193-199.
- Kettle, A., Bakker, D., & Haines, K. (2008). Climate effects on eel larval migration. *Marine Ecology Progress Series*, 368, 231-249.
- Kirk, R. S. (2003). The impact of the swim bladder nematode *Anguillicola crassus* on European eels.
- Køie, M. (1988). Parasites in European eel: *Pseudodactylogyrus anguillae*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 4, 131-136.
- Køie, M. (2000). Occurrence of *Cucullanus cirratus* in cod intestine and pyloric caeca.

L

- Ladjama, I. (2010). The parasitic Eel (*Anguilla Anguilla*) captured in the Tonga Lake and lagoon El Mellah. Thesis. Magister University badji-Mokhtar Annaba, 2010, 11P.
- Ladjama, I. (2016). Facteurs environnementaux et qualités organoleptiques des anguilles du complexe des zones humides du PNEK, these doctoart, Univrsité Badji Mokhtar Annaba, 144 P.
- Lasne, E., & Laffaille, P. (2007). Impact des barrages sur les migrations de l'anguille. *Hydrobiologia*, 582, 35-46.
- Leach, W. (1819). Classification of Argulidae. *Transactions of the Zoological Society*, 3, 221-226.
- Lecomte-Finiger, R. (1985). Identification des espèces atlantiques d'anguilles. *Vie et Milieu*, 35, 123-130.
- Lefebvre, F., Contournet, P., & Crivelli, A. J. (2002). Development of the Swimbladder Degenerative Index (SDI) for European eel.
- Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae*. Stockholm.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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., Loubna MRABET et Driss BELGHYTI (2016). Diversité des ectoparasites de l'anguille européenne dans deux hydrosystèmes différents. Afrique SCIENCE 12(1) (2016) 183 – 190.

M

- Machut, L., Limburg, K., & Schmidt, R. (2007). River fragmentation and eel migration. Ecological Applications, 17, 147-157.
- Maïllo P. A., Amigo J. M., Salvado H. et Gracia M. P. (2000). Principales parasitos de La anguilla europea (*Anguilla anguilla* L., 1758) en el delta del Ebro (Trragona). Ser. Monogr. ICCM, 4 : 496-499.
- Maïllo, P. A., Vales, D., & Fernández, M. (2001). Infection parameters of *Bothriocephalus claviceps* in Iberian eel populations.
- Maïllo, P. A., Vales, D., & Fernández, M. (2005). Distribution and epidemiology of *Pseudodactylogyrus* sp. in the Ebro Delta.
- Margolis, L., Esch, G., Holmes, J., Kuris, A., & Schad, G. (1982). The use of ecological terms in parasitology. Journal of Parasitology, 68, 131-133.
- Meddour, A. (1988). Contribution à l'étude parasitaire de l'anguille européenne en Algérie. Mémoire de Magister, Université d'Annaba.
- Meddour, A., & Loucif, K. (1999). Les parasites de l'anguille européenne dans les zones humides algériennes. Bulletin Scientifique Halieutique, 9, 21-30.
- Miller, M. (2003). Distribution and spawning areas of anguillid eels. Environmental Biology of Fishes, 66, 221-234.
- Miller, M., Feunteun, E., & Tsukamoto, K. (2016). Climate change and eel recruitment. Global Change Biology, 22, 174-186.
- Mizelle, J. (1938). Methods for collecting monogenean parasites. American Midland Naturalist, 19, 552-556.
- Moriarty, C. (1973). Food and feeding behaviour of the European eel (*Anguilla anguilla*).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Moriarty C. et Dekker W. (1997). Management of the European eel. Fisheries Bulletin, 15: 110 pp..
- Morato, T., Solà, E., & Gros, M. (2000). Feeding ecology and vacuity index in marine fish. Journal of Fish Biology, 57, 663-675.
- Moravec, F., & Scholz, T. (2015). Parasites of freshwater fishes in Europe. Academia Prague.
- Mueller, J. (1777). Description du genre Cucullanus. Zoologica Danica, 3, 98-101.

N

- Neumann, W. (1985). Anguillicola crassus in European eel imported from Asia. Zeitschrift für Fischkunde, 12, 45-48.
- Newbold, L., Williams, C., & Cable, J. (2015). Temperature effects on Pseudodactylogyrus infections. Parasitology Research, 114, 355-362
- Nilo, P., & Fortin, R. (2001). Reproductive biology of the European eel. Canadian Journal of Fisheries, 58, 196-203.
- Nimeth, K., Zwerger, P., & Würtz, J. (2000). Early infestation of eels by Anguillicola crassus. Diseases of Aquatic Organisms, 42, 191-199.

O

- ONEMA. (2010). État des populations d'anguilles européennes en France. Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques.

P

- Palstra, A., Heppener, D., & Van Ginneken, V. (2007). Swim bladder damage and swimming performance in eel. Journal of Experimental Biology, 210, [2990-3000](#).
- Parc National d'El Kala. Données écologiques et biologiques du lac Tonga. Algérie.
- Pennant, T. (1777). Description des crustacés parasites. British Zoology, 4, 72-80.
- Pfeiler, E. (1999). Development and metamorphosis of leptocephalus larvae. Marine Biology Review, 37, 45-78.

R

- Rahou, E. H., Melhaoui, M., & Dakki, M. (2001). Infestation of European eel by *Anguillicola crassus* in the Moulouya estuary, Morocco.
- Ramsar. (1971). Convention relative aux zones humides d'importance internationale. Ramsar, Iran.
- Renault, T. (2011). Anatomie et morphologie des poissons anguilliformes. *Ichthyologie Française*, 18, 55-66.

S

- Samraoui, B., & De Bélair, G. (1997). The Guerbes-Senhadja wetlands and Lake Tonga ecology. *Ecological Conservation in North Africa*, 9, 35-47.
- 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.
- Schmidt, J. (1906). Contribution à la connaissance des leptocéphales. *Meddelser fra Kommissionen for Havundersøgelser*, 2, 1-28.
- Sorbe, J. (1972). Méthodes d'analyse du régime alimentaire des poissons. *Vie et Milieu*, 23, 89-105.

T

- Tahri M. (2010). Les parasites de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* peuplant l'estuaire du Mafrag. Magistère, Université Badji Mokhtar, Annaba 2009-2010. 83p.
- Tahri, M., Alain J Crivelli, Jacques Panfili, Mourad Bensouilah. (2016). Étude sur l'état de santé de la vessie natatoire de l'anguille. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* .4 (1), 364-369.
- Tanaka, H. (2003). Egg buoyancy and larval development in eels. *Marine Biology*, 143, 1021-1029.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Tesch F.W. (1977). The eel. Biology and management of anguillid eels. London, Chapman & Hall. 434 p
- Tesch, F. (1993). Migration and reproduction of eels. Fish Migration Review, 7, 88-105.
- Tesch, F. W. (2003). The Eel (5th Edition). Blackwell Science. 340p.
- Thillart, G., Van Ginneken, V., Körner, F., & Heijmans, R. (2004). Physiological changes during silvering in eel. Journal of Fish Biology, 65, 1-19.
- Thorell, T. (1815). Classification des Branchiura. Acta Zoologica Scandinavica, 1, 25-33.

W

- Watanabe, S., Aoyama, J., & Tsukamoto, K. (2005). Molecular phylogeny of anguillid eels. Molecular Phylogenetics and Evolution, 34, 134-146.
- Weclawski, U., Heupel, M. R., & Schaber, M. (2013). Effects of swim bladder damage on buoyancy and migration performance in European eel.
- White, E., & Knights, B. (1994). Pollution and eel population decline. Aquatic Toxicology, 29, 1-14.

Y

- Yamaguti, S. (1939). Studies on parasitic copepods and branchiurans. Japanese Journal of Zoology, 8, 113-145.

Sites web

1. <http://dgf.org.dz/fr/content/lac-tonga-1>
2. <https://earth.google.com>
3. <http://europeaneel.com>
4. <https://www.especies-menacees.fr/anguille-europe/>
5. <https://ifremer.fr>
6. <https://normandiegrandsmigrateurs.fr/les-poissons-migrateurs-de-normandie/anguille-europeenne/anguille-presentation/>
7. <http://saumon-rhin.com>
8. <https://www.salamandre.org/article/anguille-europeenne-mysterieuse-migratrice-extinction-traffic/>