



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID D'EL-TARF

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE

DEPARTEMENT : SCIENCES DE LA MER

FILIERE : HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

MEMOIRE PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU

DIPLOME DE MASTER PROFESSIONNEL

EN

« AQUACULTURE DURABLE »

THÈME

**Régime alimentaire, embonpoint et parasitisme
au nématode hématophage *Anguillicoloide
crassus* chez l'anguille européenne *Anguilla
anguilla* (L,1758) peuplant le lac Tonga (PNEK)**

Soutenu le :// 2025

Présenté par : Melle. BOUTOUIL Dallel

Devant le jury compose de:

Présidente :	Pr. TAHRI Mardja	Pr., UCB.EL-Tarf.
Examineur :	Dr. ZAIDI Raouf	MCA., UCB.EL-Tarf.
Promotrice :	Dr. LADJAMA Imene	MCA., UCB.EL-Tarf.
Co-promotrice :	Dr. BENZAAD-BENDJEDID Lamia	MRA., CNRDPA.

Année universitaire 2024-2025



Remerciements



*Avant tout, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à Madame **Ladjama Imène**, mon encadrante, pour l'accompagnement exceptionnel qu'elle m'a offert tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

Au-delà de son expertise, de sa rigueur et de la qualité de ses conseils, a su créer un climat de confiance et d'écoute qui m'a profondément marquée. Sa présence bienveillante, sa disponibilité sans faille et son soutien constant ont été d'une aide précieuse, non seulement sur le plan académique, mais aussi humain.

Je garderai 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 moi.

Ma co-encadrante, Madame Bensaad-Bendjedid lamia, qui m'a consacré de son temps ainsi que pour ses précieuses orientations, sa gentillesse et sa disponibilité.

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

Je suis très honorée que Monsieur Zaidi R examine ce modeste travail.



DEDICACES



Je Dédie ce modeste travail a : ***Ma famille***

A mes chers parents

Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études pour m'avoir toujours soutenue aveuglements, de m'avoir appris que l'amour ça peut durer

Sachez que rien de ce que je vous donnerai n'égalera ce que vous m'avez offert, que dieu vous protège pour moi, je vous aime

A mes adorables sœurs

<< Amel, chaima, rania, oumaïma >> pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, pour toutes nos rigolades, les discussions philosophique les gentilles taquineries, je vous souhaite tout le bonheur possible et A ma cousine Sara, je vous aime

DALLEL BOUTOUIL

Sommaire

Résumé

Introduction..... 1

Rappels bibliographiques

1.Systématique de L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L).....3

2.Morpho-Anatomie4

3.Ecologie.....7

3.1. Régime alimentaire.....7

3.2. Habitat.....8

4.Aire de répartition..... 8

5.Cycle de vie de l'anguille.....9

6.Parasitisme.....13

6.1. Classification.....13

6.2. Répartition géographique et cycle biologique d'*Anguilicoloide crassus*.....14

6.3. Cycle biologique.....15

Matériel et Méthodes

1.Zone d'étude.....17

1.1. Le lac Tonga.....17

2.Méthodes d'étude.....20

2.1. Echantillonnage.....20

2.2. Protocole d'étude des anguilles.....21

2.3. Les différentes étapes avec les organes prélevés.....21

2. 4. Etude du régime alimentaire.....22

2.4.1. Méthode qualitative : analyse du contenu digestif.....22

2.4.2. Analyse quantitative.....23

2.5. Coefficient de condition (K)25

2.6. Indices parasitaires.....25

Résultats

1. Structure des fractions de population d'anguilles.....	27
1.1. Distribution des tailles des anguilles.....	27
1.2. Distribution des classes de poids des anguilles.....	27
2. Etude du régime alimentaire des anguilles.....	28
2.1. Analyse qualitative.....	28
2.2. Analyse quantitative.....	30
2.2.1. Coefficient de vacuité (Cv%).....	30
2.2.2. Fréquences d'apparition des proies (F%) et pourcentage numérique Cn%.....	31
3. Indice de condition K.....	34
4. Indices parasitaires.....	34
4.1. Proportions du parasite <i>Anguillicoloide crassus</i> recensé (Parasitisme).....	34
4.2. Distribution des indices parasitologues en fonction de la taille de l'anguille.....	35
4.2.1. Prévalence.....	35
4.2.2. Intensité d'infestation par <i>A. crassus</i>	36
4.2.3. Abondance d' <i>A. crassus</i>	37
5. Etat de la vessie natatoire.....	37
5.1. Impact d' <i>Anguillicoloide crassus</i> sur l'anguille européenne.....	39

Discussion

Discussion.....	42
Conclusion et perspectives.....	46
Références bibliographiques.....	47

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Morphologie générale de l'anguille européenne <i>Anguilla anguilla</i> (https://www.observatoire-rhonemediterranee.fr/anguille-europeenne/)	5
2	Anatomie interne d'une anguille disséquée au laboratoire (présente étude : Boutouil,2025)	7
3	Aire de répartition de l'anguille européenne (<i>Anguilla anguilla</i> , L. 1758) (Adam,1997)	9
4	Cycle de vie de l'anguille européenne (https://biodiversite.parc-marais-poitevin.fr/wp-content/uploads/2020/04/2018-suivi-passes-anguille-maraispoitevin-jpeyre.pdf)	10
5	Stade de développement de l'anguille : (a) larve leptocéphale ; (b) civelles ; (c) anguille jaune et (d) anguilles argentées (https://www.observatoire-rhonemediterranee.fr/anguille-europeenne/)	12
6	Morpho anatomie du nématode <i>Anguillicoloide crassus</i> . Vue générale (El Hilali, 2007)	14
7	Stade de développement d' <i>Anguillicola crassus</i> L : larve L3 (Pierre, 2006)	16
8	Situation géographique du Lac Tonga (https://rsis.ramsar.org/fr/ris/281?language=fr)	17
9	Photographies du lac Tonga (Présente étude, Boutouil,2025).	18
10	Photographie de la flore présente dans le lac Tonga (Ramsar,2018)	19
11	Photographie de faune présente dans le lac Tonga (Ramsar,2018)	20
12	Les différentes étapes avec les organes prélevés (1.2. 3 : A-B, 4 : C-D) (Présente étude. Boutouil,2025).	22
13	Distribution des classes de taille des anguilles capturées dans lac Tonga.	27
14	Distribution des classes de poids des anguilles capturées dans le lac Tonga.	28

15	Différent proies ingéré A : Annélide-oligochètes, B : Bivalve, C : Gastéropode, D : Ecaille de poisson, E : Foraminifère, F : Débris végétaux, G : Ostracode (Présente étude, 2025).	29
16	Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la classe de taille des anguilles	31
17	Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles dans lac Tonga.	32
18	Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles des différentes classes de taille.	33
19	Pourcentages numérique (Cn%) des proies ingérées dans lac Tonga.	34
20	Répartition du taux d'infestation par <i>A.crassus</i> en fonction de la taille	35
21	Répartition des intensités d'infestation par <i>A.crassus</i> en fonction de la taille	36
22	Répartition de l'abondance par <i>A.crassus</i> en fonction de la taille.	37
23	les différents états de la vessie natatoire relevés (Présente étude. Boutouil,2025)	39
24	Proportions des vessies lésées et des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles de Lac Tonga	40
25	Proportions des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.	40
26	Taux des vessies lésées (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga	41

liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Classification systématique de l'anguille européenne (Durif, 2003)	3
2	Protocole d'étude des anguilles	20
3	Classification des proies en fonction de la fréquence F (Sorbe, 1972)	24
4	Coefficient de Vacuité chez les anguilles dans lac Tonga	30
5	Proportion d' <i>Anguillicoloides crassus</i> recensé chez les anguilles peuplant le lac Tonga.	35
6	Etats des vessies natatoires des anguilles capturées dans le lac Tonga	38

Liste des abréviations

- ✓ **CIEM** ; Conseil international pour l'Exploration de la Mer
- ✓ **M.P.R.H** :Ministère de la pêche et des ressources halieutiques
- ✓ **PNEK** ;Parc national d'El Kala

Résumé :

Cette étude porte sur l'anguille européenne *Anguilla anguilla* peuplant le lac Tonga du complexe des zones humides du Parc National d'El Kala. Ce travail comprend deux parties : la première traite le régime alimentaire, l'état d'embonpoint et la deuxième porte sur le parasitisme au niveau de la vessie natatoire.

Nos résultats montrent que les anguilles du lac Tonga ont une préférence alimentaire pour les poissons (ostéichthyens) et végétations aquatiques avec une baisse des proportions des crustacés, annélides et insectes. Selon les valeurs du coefficient de condition obtenues, les anguilles capturées dans ce plan d'eau possèdent un potentiel énergétique important, et un excellent embonpoint en période hivernale avec des valeurs assez élevées.

L'examen de 68 Anguilles nous a permis de récolter 330 parasites *Anguillicoloides crassus* au niveau de la vessie gazeuse des anguilles. Le taux d'infestation est de 82% et l'intensité est de 6 vers/poisson infesté. Les prévalences les plus élevées sont relevées chez les anguilles de taille petite et moyenne.

Sur la totalité des vessies examinées, nous relevons la contamination de 51 vessies (lésions modérées et sévères) contre seulement 17 vessies saines. Sur les 51 vessies considérées comme lésées, 04 n'abritent pas de parasite ce qui révèle des signes d'infection passée. De ce fait les taux d'infestation réels des anguilles sont plus élevés et ce parasite représente un risque non négligeable dans le déclin du stock d'anguille.

Mots clés : régime alimentaire; Indices parasitaires ; *Anguilla anguilla* ; lac Tonga ; vessie natatoire.

Abstract

This study focuses on the European eel *Anguilla anguilla* inhabiting Lake Tonga, part of the wetland complex of El Kala National Park. The work is divided into two parts: the first addresses the species' feeding habits and body condition, while the second investigates parasitism in the swim bladder.

Our findings show that the eels in Lake Tonga primarily feed on fish (osteichthyans) and aquatic vegetation, with a notable decrease in the consumption of crustaceans, annelids, and insects. According to the condition factor values obtained, the eels demonstrate significant energy reserves and excellent body condition during the winter season, with relatively high scores.

The examination of 68 eels revealed 330 parasites *Anguillicoloide crassus* in their swim bladders. The infestation rate was 82%, with an average intensity of 6 worms per infected fish. The highest prevalence was observed in small and medium-sized eels.

Out of all the swim bladders examined, 51 showed moderate to severe lesions, while only 17 were healthy. Notably, 4 of the damaged bladders contained no parasites, suggesting evidence of past infections. This indicates that the actual infestation rate may be higher than recorded. Consequently, the parasite represents a significant risk factor contributing to the decline of the eel population in the lake.

Keywords: diet; parasitic indices; *Anguilla anguilla*; Lake Tonga; swim bladder.

الملخص

تركز هذه الدراسة على الحنكليس الأوروبي *Anguilla anguilla* المتواجد في بحيرة طونقة، التي تُعد جزءًا من مجمع الأراضي الرطبة التابع للحظيرة الوطنية القالة. ينقسم هذا العمل إلى جزأين: الأول يتناول النظام الغذائي وحالة السمنة لدى الحنكليس، أما الثاني فيتعلق بدراسة الطفيليات على مستوى المثانة الغازية .

أظهرت النتائج أن الحنكليس في بحيرة طونقة يُفضل التغذية على الأسماك (العظميات) والنباتات المائية، مع انخفاض ملحوظ في استهلاك القشريات، الديدان الحلقية والحشرات. وقد كشفت قيم معامل الحالة عن احتياطي طاقتي مهم لدى الحنكليس، بالإضافة إلى حالة بدنية ممتازة خلال الفترة الشتوية، حيث سُجلت قيم مرتفعة نسبيًا .

أسفر فحص 68 عينة من الحنكليس عن استخراج 330 طفيليًا *Anguillicoloides crassus* من المثانة الغازية. وقد بلغت نسبة الإصابة 82%، بمتوسط شدة إصابة قدره 6 ديدان لكل سمكة مصابة. وقد سُجلت أعلى نسب الإصابة لدى الأفراد صغيرة ومتوسطة الحجم .

من بين جميع المثانات الغازية المفحوصة، ظهرت 51 حالة مصابة بدرجات متفاوتة من الآفات (من متوسطة إلى شديدة)، مقابل 17 مثانة سليمة. ومن المثير للاهتمام أن 4 من المثانات المصابة لم تحتوي على طفيليات، مما يدل على وجود إصابات سابقة. وعليه، فإن معدل الإصابة الحقيقي قد يكون أعلى مما تم تسجيله، مما يجعل من هذا الطفيلي عامل خطر حقيقي يهدد بقاء مخزون الحنكليس في البحيرة.

الكلمات المفتاحية : النظام الغذائي؛ مؤشرات الطفيليات؛ أنغيلأنغيليا؛ بحيرة تونغيا؛ المثانة الغازية



INTRODUCTION

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*, L. 1758) est longtemps apparue comme une espèce commune représentant une composante majeure des milieux littoraux (lagunes, estuaires et marais maritimes), et des eaux continentales (bassins versants, étangs, et lacs) proches de la mer. Elle présente d'une part, un grand intérêt socio-écologique car elle constitue parfois la moitié de la biomasse piscicole; aussi elle est considérée comme étant un excellent « bio-intégrateur 1 » de la qualité de l'environnement (Robinet & Feunteun, 2002), et d'autre part d'un grand intérêt socio-économique (Durif, 2003 ; Acou, 2006). C'est une ressource halieutique à grande valeur économique (Prouzet et al, 2002). Cependant, Les stocks d'anguille sont en déclin généralisé pour plusieurs raisons.

La Communauté Européenne considère actuellement *A. anguilla* comme une espèce vulnérable, menacée d'extinction au point de proposer l'arrêt temporaire de son exploitation (ICES.,2005).

Ce déclin est principalement dû aux activités d'origine anthropique, dont la pêche n'est qu'une composante. Les changements climatiques, la pollution, la réduction de l'accessibilité aux eaux continentales la dégradation des habitats et la prédation sont autant en cause. Par ailleurs, de multiples agents pathogènes peuvent interférer dans la dynamique de l'espèce. C'est l'exemple d'*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. Ce parasite était signalé largement en Europe et en Afrique du Nord (Adam et al., 2008). Dans de nombreux pays, les taux d'infestation ont atteint très rapidement des prévalences proches de 100 % (Kennedy,1990). Depuis son introduction dans l'aire de répartition de l'anguille européenne, plusieurs études ont été faites afin de préciser le taux de contamination, de suivre l'évolution spatio-temporelle du parasitisme et d'évaluer son impact sur la croissance et les capacités de migration de son hôte vers la zone de reproduction.

En Algérie, la pisciculture continentale se résume essentiellement à des opérations de repeuplement de plans d'eau douce en Cyprinidés et Cichlidés importés respectivement de Hongrie et d'Égypte (Meddour et *al.*, 2005). Un tel schéma de développement piscicole risque de porter atteinte à l'équilibre écologique des hydrosystèmes naturels. L'introduction de poissons allochtones favorise la transmission et l'expression de nouvelles pathologies parasitaires (Meddour, 1988 ; Cowx, 1997 ; Le Neindre, 2002).

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

La présente étude a pour objectif d'estimer le comportement trophique, l'embonpoint des anguilles, la prévalence, l'évaluation de l'impact de l'infestation de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) par le nématode *Anguillicoloides crassus* et enfin les modifications macroscopiques au niveau de la vessie gazeuse.

Notre travail s'articule sur :

*Introduction générale.

*Rappels bibliographique, présentation de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* (Biologie, reproduction, etc...).

*Matériel et Méthodes : elle comprend un descriptif de la zone d'étude, du matériel et des méthodes utilisées.

*Résultats : dans cette partie nous avons étudié le régime alimentaire, l'indice de condition K et l'évolution des indices parasitologique en fonction de la taille de leurs hôtes ; Nous nous sommes intéressés, plus particulièrement, à l'Anguillicolose et l'état de la vessie natatoire.

*Discussion et 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). Il n'existe que le genre *Anguilla* dans la famille des Anguillidés. Ce genre comprend 15 espèces d'anguille dont une espèce européenne *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), une espèce américaine *Anguilla rostrata* (Lesueur, 1817), une espèce japonaise *Anguilla japonica* et 12 autres espèces des milieux tropicaux (Deelder, 1985; Tesch, 2003; Bruslé Quignard, 2006). L'anguille européenne est une espèce migratrice amphihaline thalassotoque c'est-à-dire qu'elle reproduit dans la mer et grandit dans la rivière qui a été décrit par Linné en 1758. Les deux espèces Atlantiques occupent l'hémisphère nord. Leur détermination est basée sur le nombre de vertèbres et myomères (Tesch, 1977 ; Lecomte-Finiger, 1985).

Tableau 1: Classification systématique de l'anguille européenne (Durif, 2003)

	TERMES SCIENTIFIQUES	TERMES EN FRANÇAIS	DESCRIPTIF
Embranchement	Chordata	Chordés	Animaux à l'organisation complexe définie par 3 caractères originaux : tube nerveux dorsal, chorde dorsale, et tube digestif ventral. Il existe 3 grands groupes de Chordés : les Tuniciers, les Céphalocordés et les Vertébrés.
Sous-embranchement	Vertebrata	Vertébrés	Chordés possédant une colonne vertébrale et un crâne qui contient la partie antérieure du système nerveux.
Super classe	Osteichthyes	Ostéichthyens	Vertébrés à squelette osseux.

Généralités sur l'anguille (Rappels bibliographiques)

Classe	Actinopterygii	Actinoptérygiens	Ossification du crâne ou du squelette tout entier. Poissons épineux ou à nageoires rayonnées.
Sous-classe	Neopterygii Teleostei	Néoptérygiens Téléostéens	Poissons à arêtes osseuses, présence d'un opercule, écailles minces et imbriquées.
Super ordre	Elopomorpha	Elopomorphes	La larve leptocéphale* se métamorphose en un individu morphologiquement très différent.
Ordre	Anguilliformes	Anguilliformes	Corps allongé, serpentiforme, nageoires anale et dorsale en continuité avec la caudale, pas de nageoires pelviennes
Sous-ordre	Anguilloidei	Anguilloïdes	/
Famille	Anguillidae	Anguillidés	/
Genre	Anguilla	/	/
Espèce	Anguilla	/	/

Nom binomial : *Anguilla anguilla* L. 1758

2.Morpho-Anatomie

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) possède un corps serpentiforme, cylindrique dans sa partie antérieure et comprimée dans sa partie postérieure (Renault, 2011). Les nageoires pelviennes sont absentes, les seules nageoires paires étant les pectorales (Tesch, 2003). Les écailles sont de petite taille et ovalaires. Profondément incluses dans la peau, elle lui donne sa texture lisse. La peau, visqueuse, est recouverte d'un épais mucus. Le nombre de vertèbres varie entre 111 et 119. La tête, est comprimée et les yeux sont ronds, avec une iris brunâtre, les narines tubulaires avec des ouvertures branchiales étroites. La

Généralités sur l'anguille (Rappels bibliographiques)

bouche terminale, est garnie de petites dents pectinées, disposées sur plusieurs rangées, mais la lèvre inférieure est débordante (la disposition des dents, est utilisée comme critère différentiel entre les espèces d'anguilles).

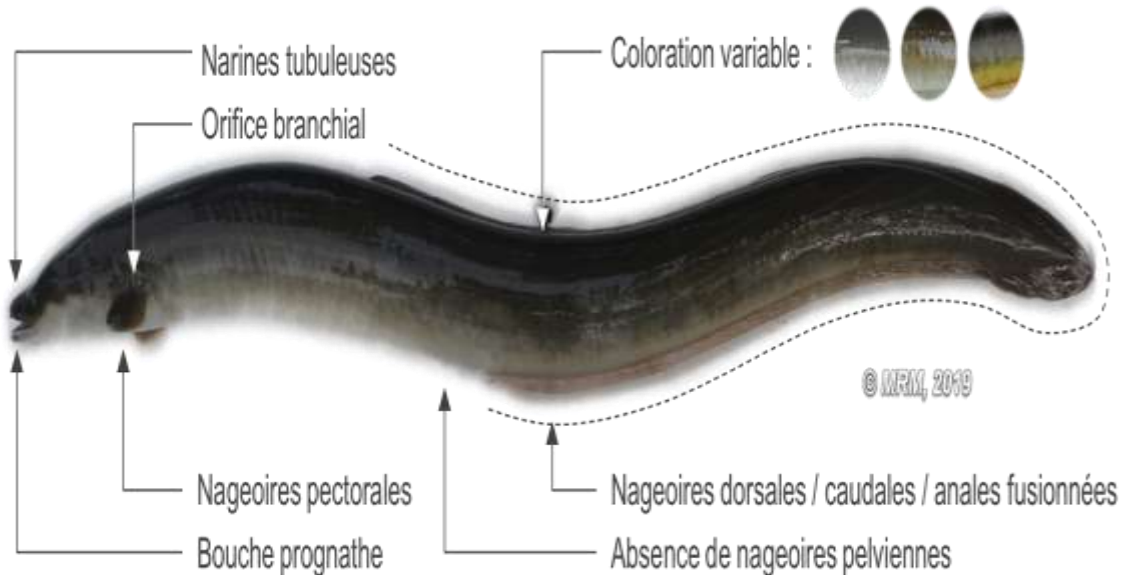


Figure 1 : Morphologie générale de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*
(<https://www.observatoire-rhonemediterranee.fr/anguille-europeenne/>).

L'anguille présente quelques caractéristiques anatomiques que nous reportons ici.

Le cerveau


La particularité du cerveau des anguilles repose sur l'important développement des lobes olfactifs, qui sont prolongés par les nerfs olfactifs jusqu'aux sacs nasaux antérieurs

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


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.

 **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 (ICES, 2022).

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 lobés avec des canaux déférents bien développés. Les ovaires prennent un aspect gonochorique.

Au cours de ces travaux lors de la dissection on a constaté qu'à la base de la gonade il y a un dimorphisme sexuel.

 **L'appareil digestif :** L'appareil digestif de l'anguille 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'îlot de Langeras, un intestin muni d'un système lamellaire dérivant de membranes.

 **La vessie gazeuse :** La vessie natatoire de l'anguille est de type physostome avec un grand canal provenant de l'œsophage et arrivant dans la vessie natatoire, bien que l'ouverture de ce canal soit minuscule. Ce conduit est très flexible et a une fonction de résorption de gaz. Deux faisceaux hautement capillaires, séparés de la glande de gaz, sont situés de part et d'autre de l'ouverture de la vessie natatoire dans le canal. Des modifications s'observent au cours de l'adaptation à la vie en profondeur. Ainsi, un dépôt de guanine au niveau de la paroi et son épaissement. Ceci rend la vessie natatoire plus étanche et permet de réduire les pertes par diffusion gazeuse à travers la paroi (Kleckner, 1980). La vessie gazeuse sert à l'équilibrage de la pression hydrostatique lors de la migration de reproduction.

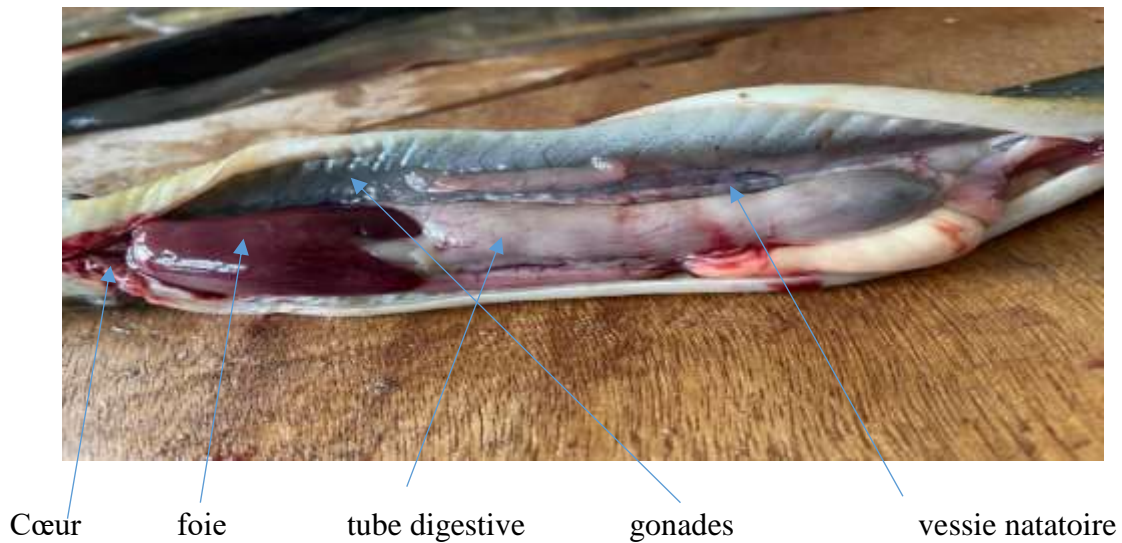


Figure 2 : Anatomie interne d'une anguille disséquée au laboratoire (présente étude : Boutouil,2025).

3.Ecologie

3.1. Régime alimentaire : L'anguille 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 plutôt de crustacés, vers et autres invertébrés. Il y a deux périodes pendant lesquelles 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 et son tube (Doris, 2020).

D'une manière générale, les proies ingérées par cette espèce sont rattachées à 7 différents embranchements : Arthropoda (Insecta, Arachnida et Chilopoda), Annelida (Clitellata), Nematoda, Chordata (Actinopterygii), Mollusca (gastropoda), Cestoda (Cestoidea), Macrophyta (Algae et Magnoliophyta). On peut trouver aussi des petits poissons.

Au cours des stades de civelle et d'aiguillettes, des proies plus grosses peuvent être capturées car ces stades sont plus mobiles que les stades plus précoces. Enfin, au cours du stade d'anguille jaune, période de croissance, les anguilles deviennent des prédateurs omnivores. Les larves de chironome, les vers, les moules, les gastéropodes, les insectes, les crustacés (écrevisses d'eau douce, en particulier), les poissons et les oeufs de poissons sont consommés en fonction de leur disponibilité ; des grenouilles et des petits rongeurs peuvent également être consommés.

Généralités sur l'anguille (Rappels bibliographiques)

Le seul cas d'impact notable des anguilles sur leur écosystème a été observé en présence d'écrevisses d'eau douce (*Astacus astacus*) en rivière ou en lac. Après un peuplement d'anguilles, certaines populations d'écrevisses ont fortement diminué en raison de la prédation des anguilles (Mikaelian, 2002).

Les anguilles ne semblent donc pas avoir un impact significatif sur le recrutement des autres espèces. La variété de son alimentation devrait rendre l'anguille plutôt sensible aux autres prédateurs ; au contraire, les anguilles jaunes présentent des taux de survie très élevés ; Moriarty (1987) attribue cette caractéristique des anguilles à leur évitement de tous les prédateurs (à tous les stades de développement) ainsi qu'à une survie élevée en présence de conditions sous-optimales pour la croissance. Même lorsque des civelles sont stockées dans des lacs où elles n'apparaîtraient jamais naturellement, un pourcentage élevé arrive à survivre jusqu'à leur capture comme anguilles jaunes ou argentées (Tulonen et Pursiainen, 1992).

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. Aire de répartition

L'anguille européenne, comme toutes les espèces d'anguillidés, est un migrateur amphihaline thalassotoque, ses migrations correspondent à des déplacements réguliers, sous dépendance physiologique, entre deux habitats de salinité différente : eaux saumâtres (baies, lagunes, estuaires), milieu dulçaquicole lotique (fleuves, rivières) et lentique (lacs, étangs, canaux), (Edeline, 2000). L'anguille ne connaît pas l'endroit où elle va grandir, mais retourne sur le lieu de sa naissance pour se reproduire. Dans la famille des Anguillidés, l'anguille européenne est certainement l'espèce qui présente l'aire de répartition la plus vaste (Tesch, 2003). En zone continentale (Fig.3), l'aire s'étale dans la majorité des pays côtiers d'Europe et d'Afrique du Nord, entre une limite méridionale, située en Mauritanie (30°N) et une limite nord,

Généralités sur l'anguille (Rappels bibliographiques)

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°E (Ege, 1939).

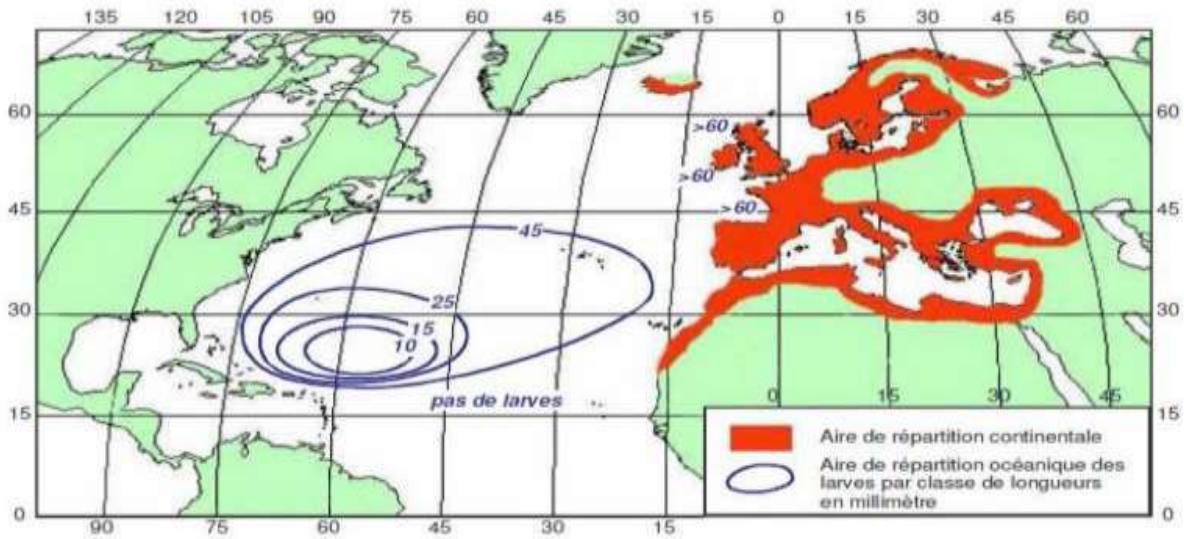


Figure 3 : Aire de répartition de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*, L. 1758)
(Adam, 1997).

5. Cycle de vie de l'anguille

L'anguille est une espèce amphihaline, thalassotoque, catadrome, semelpare qui a un cycle biologique très complexe (fig.4) (Tesch, 2003). C'est un poisson grand migrateur, et son cycle de vie est unique et spécial (Charrier et al., 2010). Quand la femelle atteint l'âge de maturité sexuelle, elle migre vers la mer des Sargasses pour se reproduire (Elie et al., 1987).

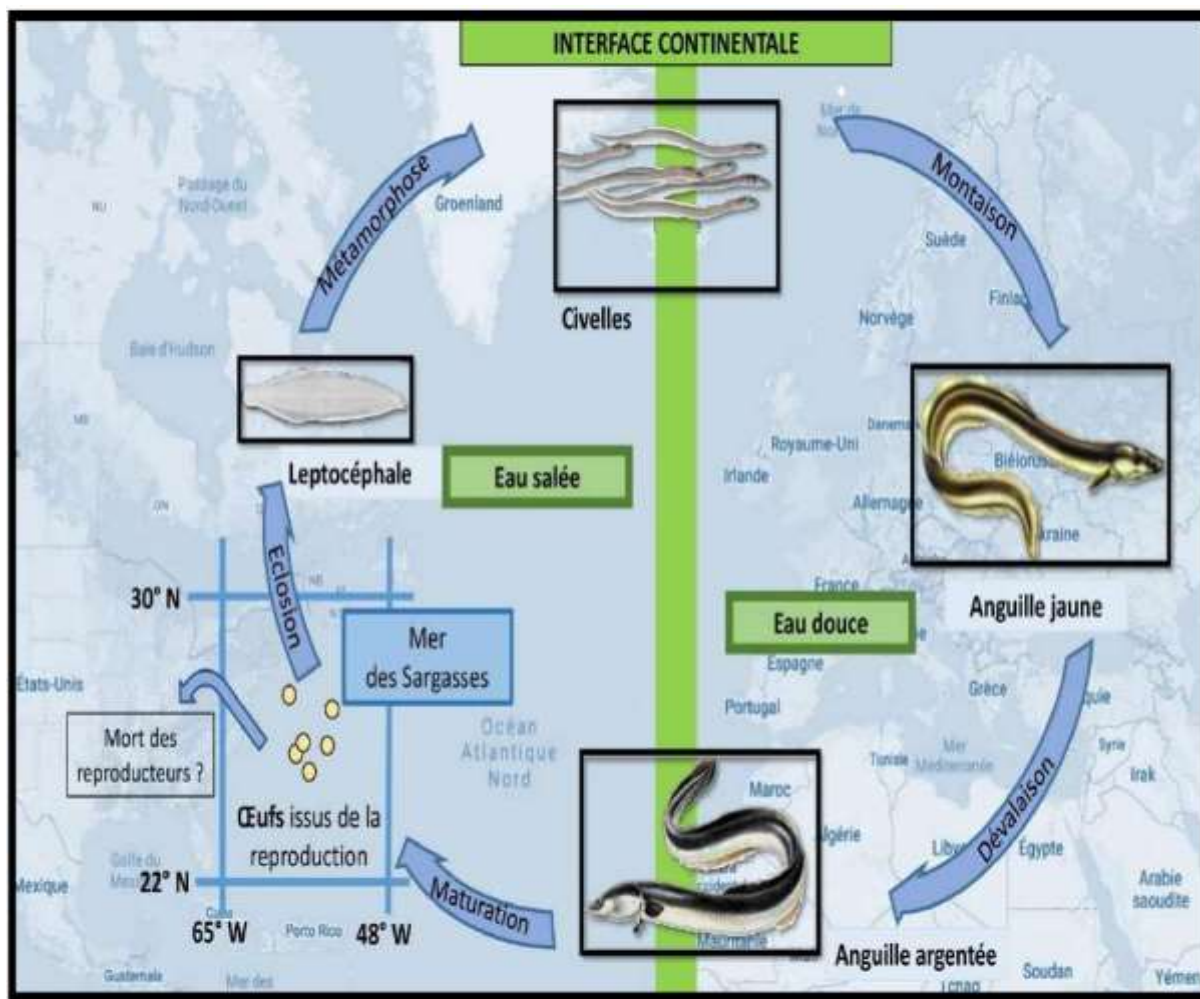


Figure 4 : Cycle de vie de l'anguille européenne

(<https://biodiversite.parc-marais-poitevin.fr/wp-content/uploads/2020/04/2018-suivi-passes-anguille-maraispoitevin-jpeyre.pdf>).

Stade de développement

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.

Généralités sur l'anguille (Rappels bibliographiques)

Stade Leptocéphale : Une fois arrivé sur le lieu de reproduction, l'éclosion des œufs donne naissance à des larves de petites tailles ayant la ressemblance d'une feuille de Saule appelée larves leptocéphales. (= tête plate) en forme de ruban. Elles sont donc aplaties latéralement, transparentes et mesurent environ 5mm. Cette forme aplatie leur permet de traverser l'Atlantique Nord portées par les courants chauds du Gulf Stream vers les côtes européennes et de l'Afrique du Nord (Drouineau et *al.*, 2018) (Fig.5a). La traversée dure entre 1 et 2 ans au cours desquels elles se nourrissent de plancton.

Stade Civelles, aiguillettes, anguille jaune et argentée

A l'approche du continent, les leptocéphales se métamorphosent en petites anguilles transparentes, appelées « civelles » ou « pibales », qui mesurent de 5 à 7 cm. A ce stade, elles optent pour une nage active afin de coloniser les estuaires puis les milieux continentaux. Cette colonisation des cours d'eau par les civelles est appelée « recrutement ». Ces jeunes anguilles vont ensuite progressivement se pigmenter sous l'effet de la lumière, pour devenir des « aiguillettes ». Ce changement de stade, défini par le degré de pigmentation, s'observe autour de 7 cm (Fig.5b) avec la croissance, les civelles deviennent des **anguillettes** et ensuite des **anguilles jaunes** (Fig.5c).

Le stade d'anguille jaune est la phase de croissance (Panfili et *al.*, 2012) et de sédentarisation de l'espèce en milieu continental. Cette phase dure entre 3 à 15 ans selon le sexe (Lafaille et *al.*, 2005) pendant laquelle les anguilles occupent une grande diversité d'habitats (Ovidio et *al.*, 2013). Les mâles colonisent les estuaires et les habitats continentaux proches des estuaires et restent moins longtemps au stade d'anguille jaune avant de s'argenter et de migrer vers le lieu de reproduction (Fig.5d). Les femelles occupent les habitats qui se situent en amont des cours d'eau et y vivent longtemps (Tesch, 2003)

Stade adulte

Les anguilles jaunes se métamorphosent en **anguilles argentées** (Fig.5d) (Bevacqua et *al.*, 2011), c'est le stade de leur préparation à la vie marine, la dévalaison et la reproduction (Durif et *al.*, 2000). Au cours de la migration vers la mer des Sargasses, elles atteignent la maturité sexuelle. A ce stade, elles possèdent une importante réserve de graisse acquise lors des régimes nutritionnels aux stades précédents. La migration s'effectue quand l'anguille atteint l'âge de 4 à 20 ans pour les femelles (El Hilali, 2007; Campton et Crivelli, 2010; Charrier et *al.*, 2010) et

Généralités sur l'anguille (Rappels bibliographiques)

8 à 12 ans pour les mâles (www.larousse.fr). Les tailles respectives varient entre 35 à 46 cm pour les mâles et 50 à 100 cm pour les femelles (Campton et Crivelli, 2010). Cette migration se fait en rivière par dévalaison, tout en profitant des périodes de crues et des inondations de l'automne jusqu'au début de l'hiver (Prouzet et, 2007). Durant le parcours, son organisme se transforme afin de s'adapter à la vie en eau salée. Les mâles sont les premiers à partir vers la mer (Geffroy, 2012) et pendant la migration les anguilles ne se nourrissent pas (Elie et *al*, 1987).



Figure 5: (a) larve leptocéphale ; (b) civelles ; (c) anguille jaune et (d) anguilles argentées (<https://www.observatoire-rhone-mediterranee.fr/anguille-europeenne/>).

6.Parasitisme : *Anguillicoloides crassus* (Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974)

L'introduction de parasite allochtones tel que *Anguillicoloide crassus* ajoute une contrainte supplémentaire au déclin de l'anguille. Ce dernier, apparu récemment à la suite de l'importation d'Anguilles japonaises en Europe.

C'est un ver rond nématode hématophage qui utilise l'anguille comme hôte principale dans son cycle de vie. Sa croissance à l'intérieur de la vessie natatoire crée des dysfonctionnements mécaniques de cette dernière ainsi que de l'estomac en supplément de l'affaiblissement global de l'individu contaminé car il se nourrit de son sang.

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. Classification :

La taxonomie actuellement est la suivante, selon Moravec et Taraschewski ; (1988)

- > Phylum : Nematoda
 - > Classe : Chromadorea
 - > Sous Classe : Chromadoria
 - > Ordre : Rhabditida
 - > Famille : Anguillicolidae
 - > Espèce : *Anguillicoloides crassus*

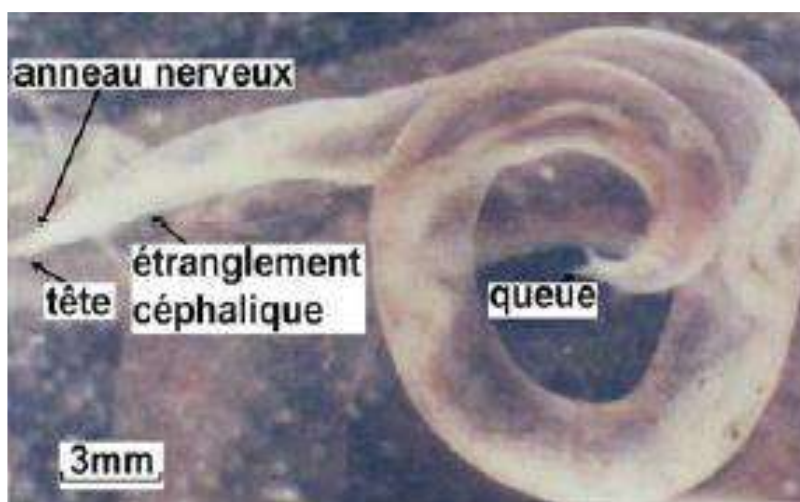


Figure 6 : Morpho anatomie du nématode *Anguillicoloide crassus*. Vue générale (El Hilali, 2007).

Hôtes : *Anguilla anguilla* Linnaeus 1758, *Anguilla japonica* Temminck & Schlegel 1846, *Anguilla rostrata* Lesueur 1817.

6.2. Répartition géographique et cycle biologique d'*Anguillicoloide crassus* :

Ce Nématode originaire du Sud-est asiatique et endémique de l'anguille japonaise *Anguilla japonica*. 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 a également colonisé les populations d'anguilles peuplant l'Afrique du Nord (il a été signalé pour la première fois au Maroc par El Hillali (1996), en Tunisie par Maamouri et *al.* (1999) et en Algérie par Meddour et *al.* (1999) et par Djebari et Bensouilah (2005) et s'est étendu jusqu'à l'Amérique du Nord prenant comme hôte définitif l'anguille américaine *Anguilla rostrata* (Johnson et *al.* 1995).il constitue l'une des plus importantes menaces naturelles qui pèsent sur l'anguille européenne, il est responsable d'important taux de mortalité.

6.3. Cycle biologique

Le nématode *Anguillicoloide crassus*, présente un cycle biologique indirect est simple (Fig.7). La reproduction, a lieu toute l'année et se déroule dans la vessie gazeuse d'un hôte définitif (l'anguille) et un hôte intermédiaire (copépodes, ostracodes et autres crustacés planctoniques), il s'accomplit dans des conditions naturelles en 10 mois, au laboratoire à (20°) le cycle dure 2 mois (Bel paire et Col ,1989).

L'hôte parénétique (carpes, perches, autres espèces de poissons), est aujourd'hui une chose certaine (Blanc, 1989 ; Hoglund et PiIstrom, 1993 ; Brusle, 1994 ; Reimer *et al.*, 1994 ; Moravec, 1996). Rolbiecki (2002), estime que certains hôtes paraténiques sont plus réceptifs que d'autres, vis-à-vis des stades larvaires d'*Anguillicola crassus*. Après la fécondation, les oeufs fertilisés engendrent des larves (L 1). Certaines larves sont en phase de différenciation en larve L2 à l'intérieur de l'oeuf.

La majorité des larves sont libérées dans la lumière de la vessie gazeuse, du canal pneumatique et suit le chemin normal de sortie de l'hôte, elles sont rejetées dans l'environnement aquatique extérieur avec les fèces, à travers l'anus. Un petit nombre de larves peut parfois se diriger vers les tissus branchiaux. Ingérés par l'hôte intermédiaire, des copépodes de famille variable (*Culanoidea*, *Harpacticoidae*, *Cyclopoidae*), ou des crustacés planctoniques, ces larves (L 2) se transforment en larves (L 3). Chez l'anguille, il est difficile de distinguer entre L3 et L4 car la 3ème mue n'a jamais été observée et il n'existe aucun caractère qui peut différencier les deux stades Le nombre de parasites dénombré dans la vessie natatoire peut varier entre 10 et 70 spécimens/poisson (Jousseume *et al.*, 2021).

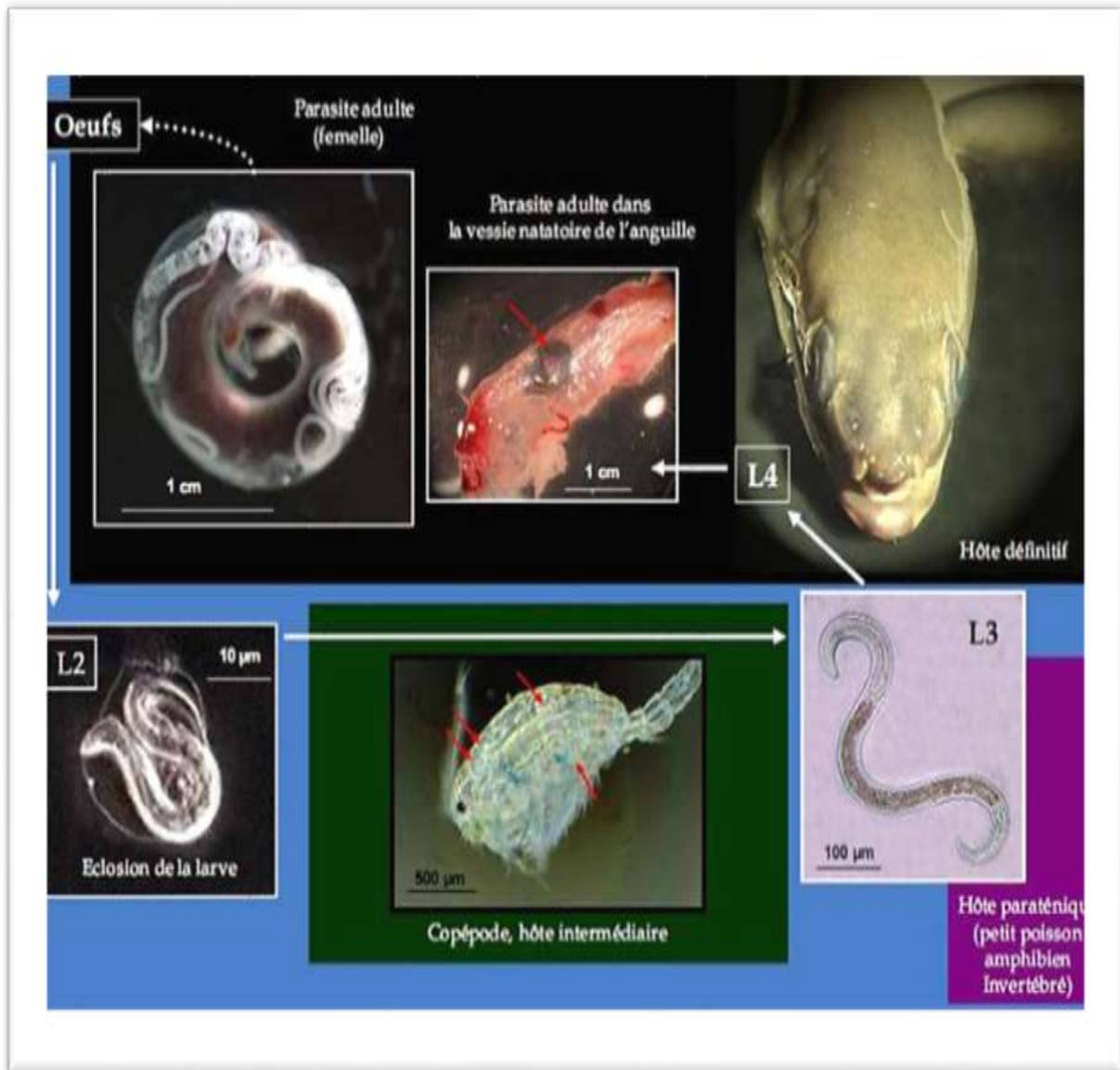


Figure 7 : Stade de développement d'*Anguillicoloides crassus* L : larve (Pierre, 2006).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

II. Matériel et Méthodes :

1. Zone 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.

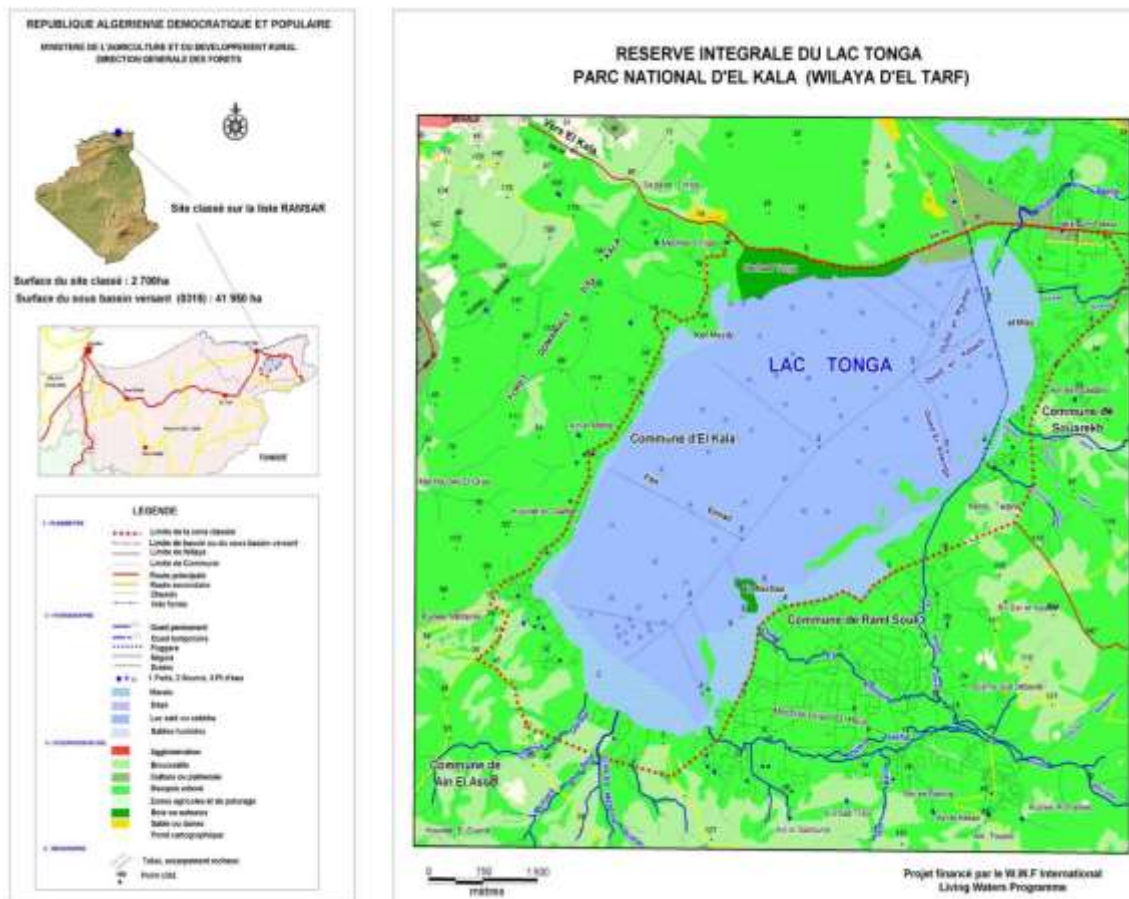


Figure 8 : Situation géographique du Lac Tonga

(<https://rsis Ramsar.org/fr/rsis/281?language=fr>).

1.1. Le lac Tonga:

Le Lac Tonga est un plan d'eau de type « étang » c'est-à-dire de moins de 6 m de profondeur, localisé à 5 km au Sud-Est de la ville d'El-Kala et 65 km à l'Est - Sud-Est de la ville d'Annaba. Ses coordonnées géographiques au centre sont 36° 51' 51 Nord – 8° 30' 100 Est De forme allongée, on peut définir des axes d'allongement remarquables : Sa longueur, selon un axe Nord-Est – Sud-Ouest, est de 7,1 km. La largeur selon un axe Est-Ouest passant par le centre est de 3,5 km en moyenne. Le périmètre est égal à 22 km environ. La superficie en situation de pleine eau est égale à 2300 ha environ. Elle est sensiblement réduite en été du fait de

l'évaporation. Les zones exondées sont localisées à l'Ouest et à l'ensemble de la partie Sud du lac (source M.P.R.H. 2004).



Figure 9 : Photographies du lac Tonga (Présente étude : Boutouil,2025).

✓ **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).

✓ **Caractéristiques physico-chimique des eaux du lac Tonga:**

De part sa faible profondeur et donc son faible volume, le fonctionnement du lac Tonga, se trouve sous forte influence de facteurs majeurs tels que la température, les vents, les précipitations et l'ensoleillement ; de ce fait, les variations de ces paramètres ont des effets immédiats sur l'écosystème et sont par ailleurs liés au rythme des saisons. Dans la lac Tonga la température de l'eau est comprise entre 18,7 et 22,5°C ; Les températures les plus basses sont relevées en mai et les plus élevées en juillet. Le pH de l'eau du lac Tonga est compris entre 6,65 et 9,81 (M.P.R.H. 2004).

✓ **Flore remarquable :**

Le bassin versant du lac Tonga se trouve dans l'étage bioclimatique de végétation méditerranéen subhumide tempéré au Nord, dans l'humide doux et l'humide chaud au Nord Est, dans l'humide tempéré au Sud et à l'Est; ses collines occidentales sont communes avec celles du lac Oubeira.

Ce milieu bioclimatique conditionne la répartition du couvert végétal, et d'après les zones du bassin versant du lac Tonga (littorale, sub-littorale et montagneuses), la végétation se répartit comme suit : - Dans la zone littorale (le cordon dunaire) : se développe convenablement le pin maritime et le maquis à chêne kermès. - Dans la plaine : on trouve l'aulnaie, qui comporte des ormes, des frênes et des saules. - Dans les massifs montagneux : se développent le chêne liège, le chêne zeen et maquis dégradé de chêne liège. Les facteurs orographiques, les conditions climatiques, édaphiques, et hydrologiques exceptionnelles du bassin versant du Tonga, ont beaucoup contribué en faveur du maintien d'un degré élevé d'endémisme végétal (M.P.R.H. 2004).



Figure 10 : Photographie de la flore présente dans le lac Tonga (Ramsar,2018).

✓ **Faune remarquable :**

Le lac abrite la loutre *Lutra lutra* et il est le site de nidification d'un nombre important d'espèces aviaires : le Râle d'eau *Rallus aquaticus*, l'Erismature à tête blanche, le Fuligule nyroca, la Talève sultane, le Blongios nain *Ixobrychus minutus*, la Guifette moustac *Chlidonias hybrida*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*. On y rencontre également la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* occasionnelle et le Flamant rose. Sa richesse avifaunistique s'élèverait à 23 espèces d'oiseaux d'eau nicheurs, qui dépasserait les 45 si l'on retient l'ensemble des espèces nicheuses, notamment Passereaux, Marouettes et Rapaces (PNEK, 2009). En dehors de l'Anguille, trois espèces de poisson sont recensées dans ce site : la Carpe commune *Cyprinus carpio*, le Barbeau *Barbus callensis*, la Gambusie *Gambusia affinis*. Seule l'anguille fait l'objet d'une exploitation par des concessionnaires privés ; Les quantités annuelles pêchées durant la période s'étalant de 1990 à 2003 varient de 9 à 36 tonnes (M.P.R.H. 2004).



Figure 11 : Photographie de la faune présente dans le lac Tonga (Ramsar,2018).

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 2024 à février 2025. Un total de **68 Anguilles** de longueur totale comprise entre 25 et 45cm et de poids total compris entre 45 et 135 g ont été capturés destinés à l'étude du régime alimentaire, embonpoint 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 2 : Protocole d'étude des anguilles

01	Noter le numéro de l'anguille examiné, la date, le lieu
02	Mesurer et peser l'anguille (Biométrie) : leur longueur totale (L) (de l'extrémité de la lèvre inférieure à l'extrémité de la nageoire caudale) a été mesurée au 0,5 mm près et leur poids frais (W) évalué au milligramme près par une balance électronique « SARTORIUS » de précision 1/1000 g.
03	Ouvrir la cavité abdominale par le ventre. Noter le sexe Le sexe 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	Examiner la cavité et chercher les parasites dans la vessie natatoire.
05	Séparer l'estomac, les cæcums pyloriques et l'intestin pour l'étude du régime alimentaire. Les ouvrir longitudinalement et chercher les proies sous binoculaire .
06	L'examen de la vessie gazeuse et évaluation de son état de dégradation (vessie opaque, hémorragique, nacré, translucide), avant de l'isoler et de la sectionner longitudinalement.
07	Récolte, dénombrement et mensurations des parasites nématode : Après ouverture de la vessie natatoire, elle est isolée et sectionnée entièrement et délicatement 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).
08	L'étude du régime alimentaire est réalisée à l'aide d'une loupe stéréomicroscopique (Olympus SZX 10).

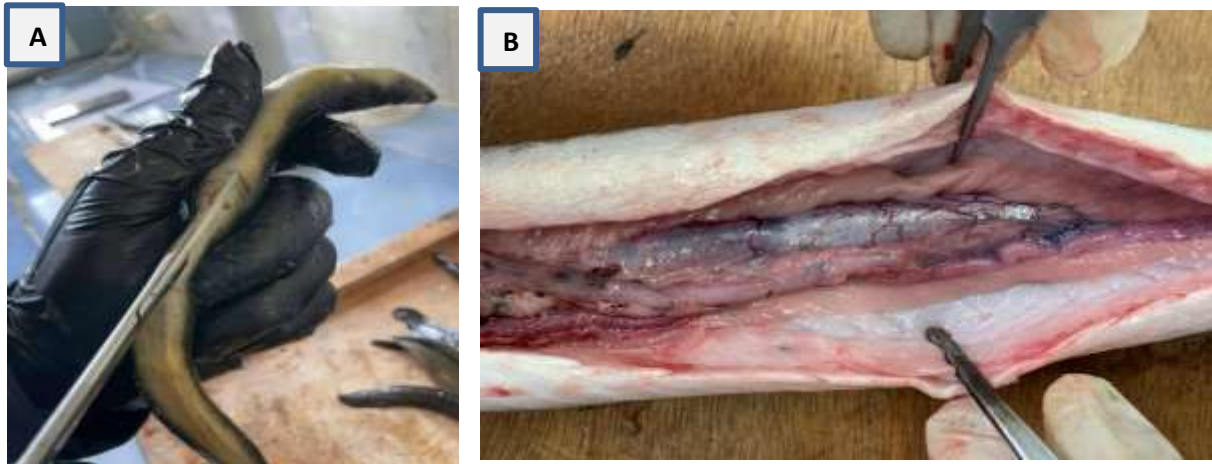
2.3. Les différentes étapes avec les organes prélevés :



(1) Pesée de l'anguille



(2) Mesure de la taille



(3) Dissection de l'anguille



(4) Organes prélevés après dissection :

Tube digestive (Estomac et Intestin)

vessie natatoire

Figure 12 : Les différentes étapes avec les organes prélevés (1 /2/ 3 : A-B / 4 : C-D) (Présente étude : Boutouil,2025).

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 ichtyologiques 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 pécararides (amphipodes, isopodes, etc...) se distinguent par la forme de leur corps et de ses différentes parties, (aplatis dorso-ventalement 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).

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

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).

$$F\% = (N_i / N_p) \times 100$$

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.3) :

-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 3 : 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

Pourcentage numérique :

$$(Cn \% = (ni / Nt) \times 100$$

Avec: **ni**: nombre total d'individus d'une même proie,

Nt: nombre total des proies.

2.5. Coefficient de condition (K) :

Le coefficient de condition constitue une évaluation rapide de l'état physiologique des individus et permet d'appréhender de manière relative le potentiel énergétique des anguilles considérées.

Le coefficient de condition de FULTON (1911) a été exprimé par la formule suivante :

$$K = 10^6 \times [Pt/(Lt)^3]$$

P : poids total en g et L : longueur total en mm.

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

Prévalence spécifique (P) :

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

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

P = Prévalence.

N = Nombre d'Hôtes infestés.

H = Nombre de poissons examinés

Intensité parasitaire moyenne (I):

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

$$I = n / N$$

I = Intensité

n = nombre de parasites

H = Nombre de poissons infestés

Abondance parasitaire (A) :

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

$$A = n/H$$

A = Abondance

n = nombre de parasites

H = Nombre de poissons examinés

RÉSULTAS

III. Résultats :

1. Structure des fractions de population d'anguilles

1.1. Distribution des tailles des anguilles :

La taille des 68 anguilles capturées dans le lac Tonga est comprise entre 25 cm et 45 cm : L'histogramme des tailles est établi après regroupement des mensurations en classes de taille de 5 cm. Les anguilles prélevées peuvent être subdivisées en 4 groupes. Le premier et 2eme groupe est constitué d'individus dont la taille comprise entre 30 cm et 40cm qui représente 70% des effectifs des anguilles. Le 3eme groupe est formé d'anguilles de taille inférieur a 30 cm et. Enfin, le 4eme groupe d'anguille de grande taille (taille supérieur à 40 cm).

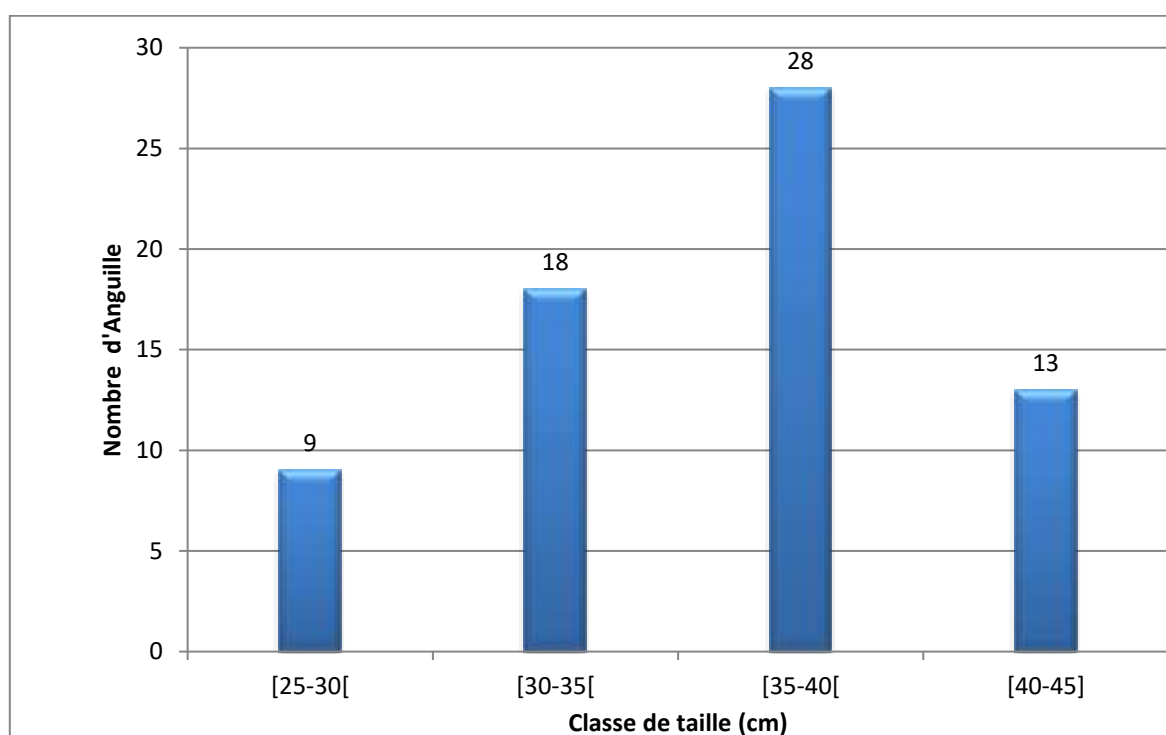


Figure 13: Distribution des classes de taille des anguilles capturées dans le lac Tonga.

1.2. Distribution des classes de poids des anguilles :

Les anguilles capturées dans le lac Tonga montrent des poids variant de 45 à 135g.

L'échantillon d'anguilles collectées comporte 09 classes de poids présentant des proportions différentes. Nous notons que les anguilles de poids inférieurs à 100g représentent 67% des effectifs et celles de plus de 100g moins de 32 %.

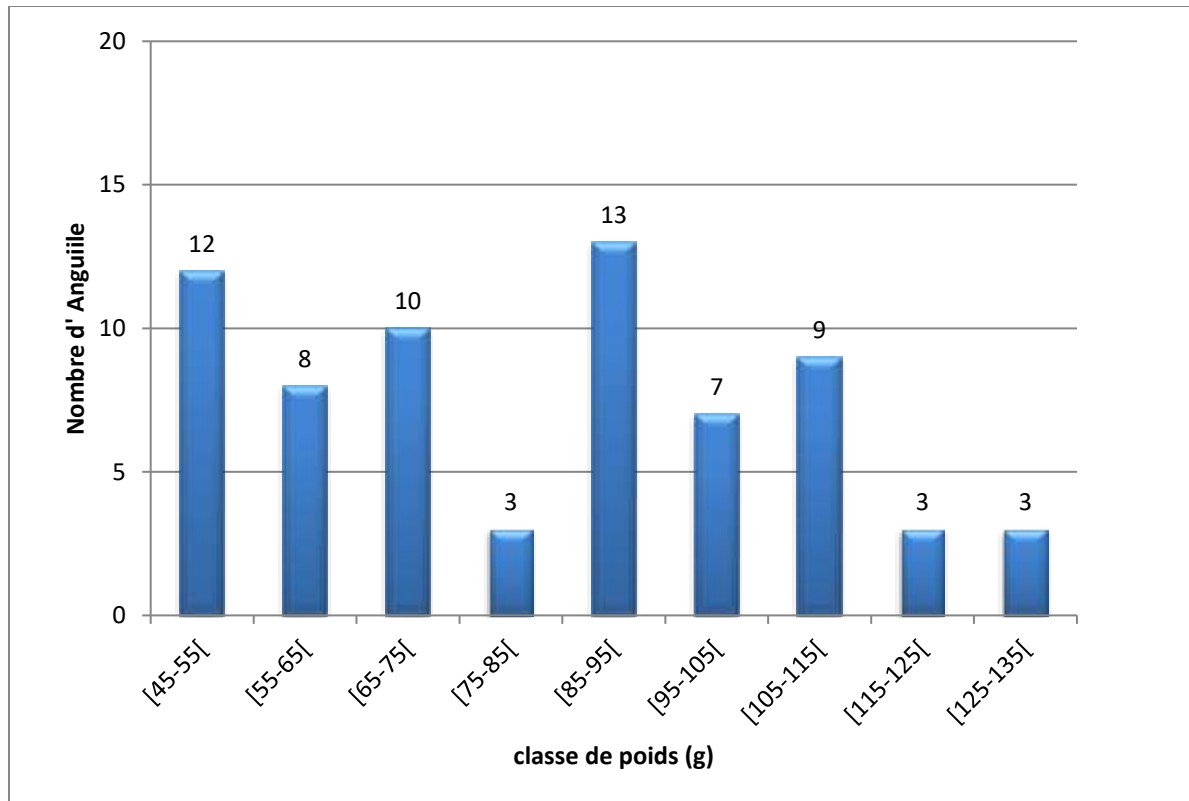


Figure 14 : Distribution des classes de poids des anguilles capturées dans le lac Tonga.

2. Etude du régime alimentaire des anguilles :

2.1. Analyse qualitative :

Du point de vue qualitatif, le régime alimentaire des Anguilles est très diversifié. Les proies observées appartiennent à différents groupes : Poissons, algues, crustacés, les débris végétaux, les nématodes, cestodes, insectes ...ect.

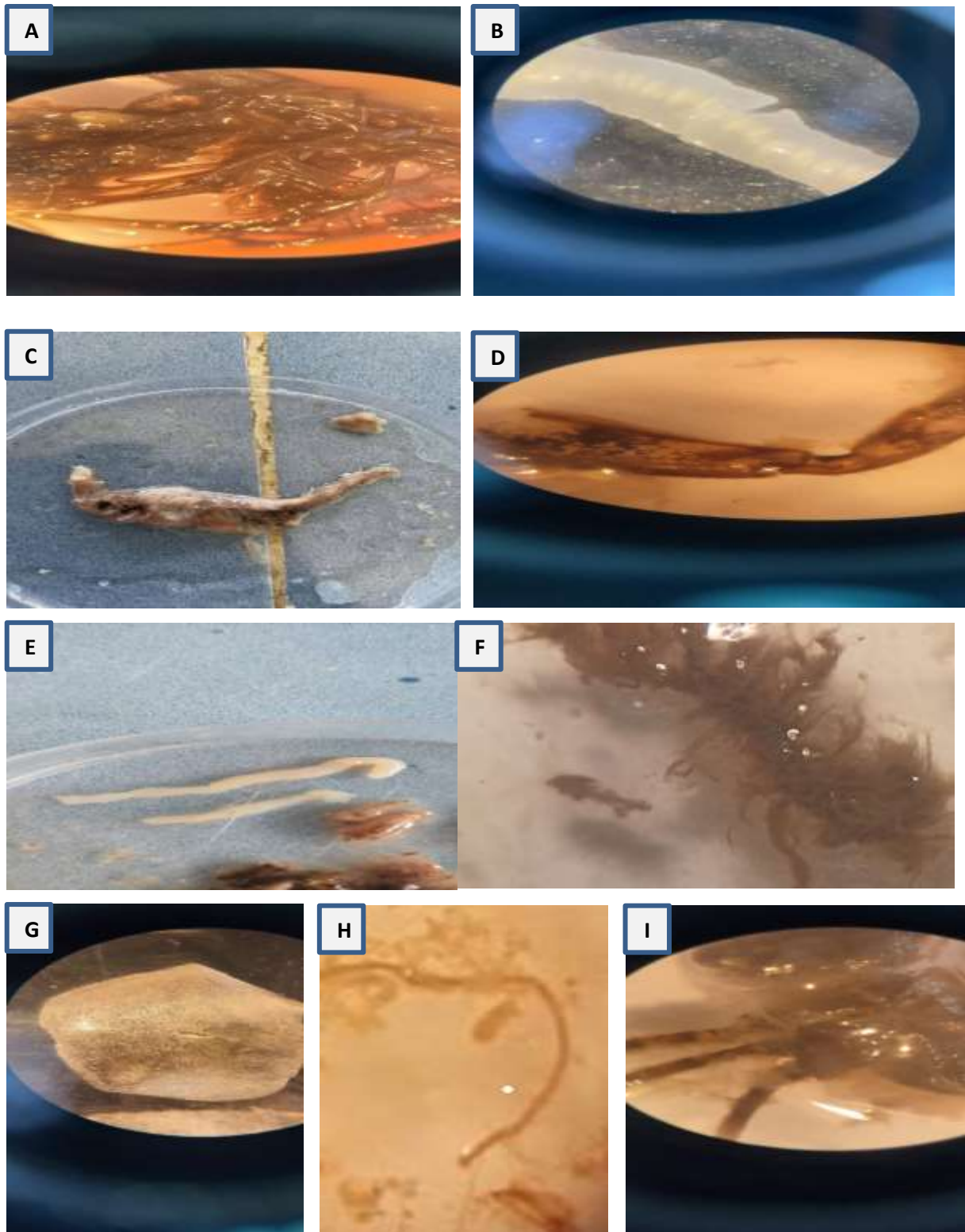


Figure 15 : Différent proies ingéré. A : Algues, B : *Bothrioccephalus claviceps*, C : Poisson, D : Péreiopodes crustacé, E : Cestode, F : Débris végétaux, G : Ecaille, H : Annelide, I : Insecte (Présent d'étude : Boutouil,2025).

2.2. Analyse quantitative :

2.2.1. 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 **33.82%** ; ce qui représente 23 tubes digestifs vides sur les 68 tubes digestifs examinés.

Tableau 4 : Coefficient de Vacuité chez les anguilles dans lac Tonga

Nombre de poisson	Nombre de tube digestive vide	Nombre de tube digestive plein	CV %
68	23	45	33.82 %

Variation du coefficient de vacuité en fonction de la taille de l'anguille:

On observe une claire diminution du coefficient de vacuité avec l'augmentation de la taille des anguilles. les individus appartenant à la plus petite classe de taille [25-30 [cm présentent le taux de vacuité le plus élevé avec 55.55% .Cette valeur diminue progressivement chez les anguilles de taille moyenne [30-35[cm à 44.44% , puis chute plus nettement à 25% chez celles de la classe [35-40[cm , le plus faible vacuité est observée chez les plus grandes anguilles [40-45] cm avec 23.07%.cette évolution indique que les anguilles de plus grande taille se nourrissent plus activement ou conservent leur nourriture plus longtemps dans leur tube digestive ,ce qui peut être lié à un métabolisme différent ou à une disponibilité alimentaire plus élevée pour ces taille.

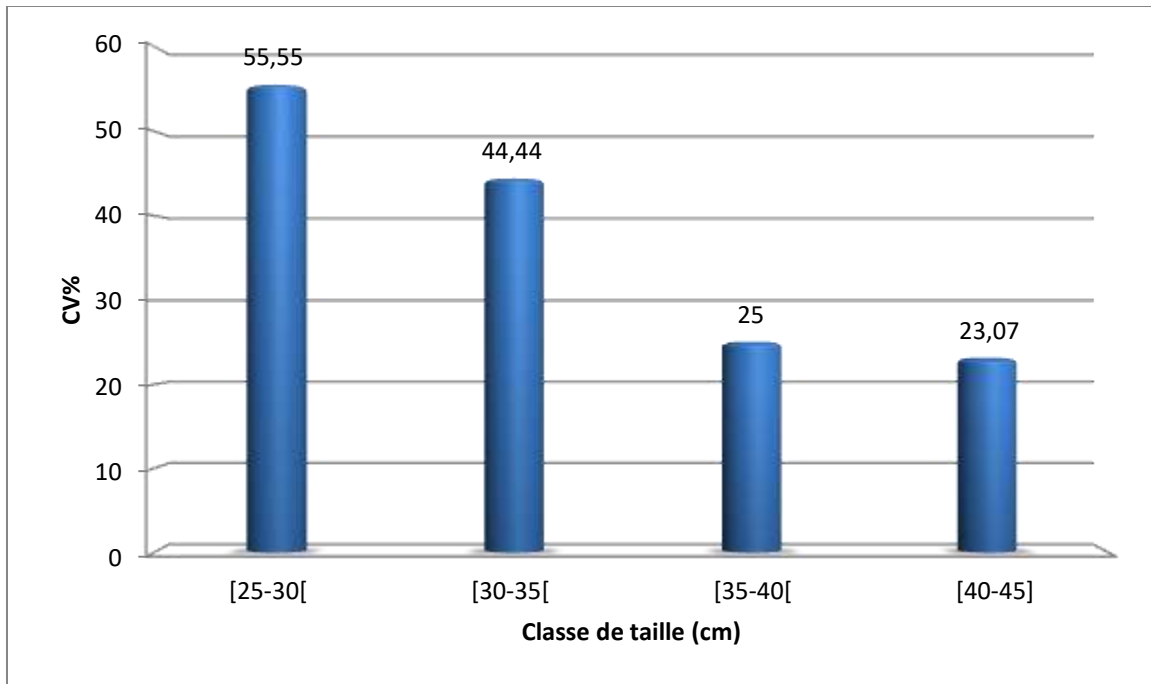


Figure 16: Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la classe de taille des anguilles.

2.2.2. 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. Les proies d'origine animale sont soit des vertébrés (poissons) soit des invertébrés (crustacés, insectes) ; en ce qui concerne les proies d'origine végétales, ce sont des algues ou des plantes aquatiques.

La fréquences d'apparition des différentes proies ingères par les anguilles dans le lac Tonga : on observe que le poissons (71.11%) et végétations aquatiques (66.66%) sont les proies le plus consommées, ce qui indique une alimentation majoritairement piscivore avec une forte proportion d'éléments végétaux. Les algues (33.33%) et les annélides (26.66%) occupent une place intermédiaire, tandis que les autres proies telles que les cestodes, crustacés, nématodes et insectes sont beaucoup moins fréquentes (moins de 12% chacune). Cela reflète un régime alimentaire varié mais domine par des proies de grande valeur nutritive comme le poissons et les algues.

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

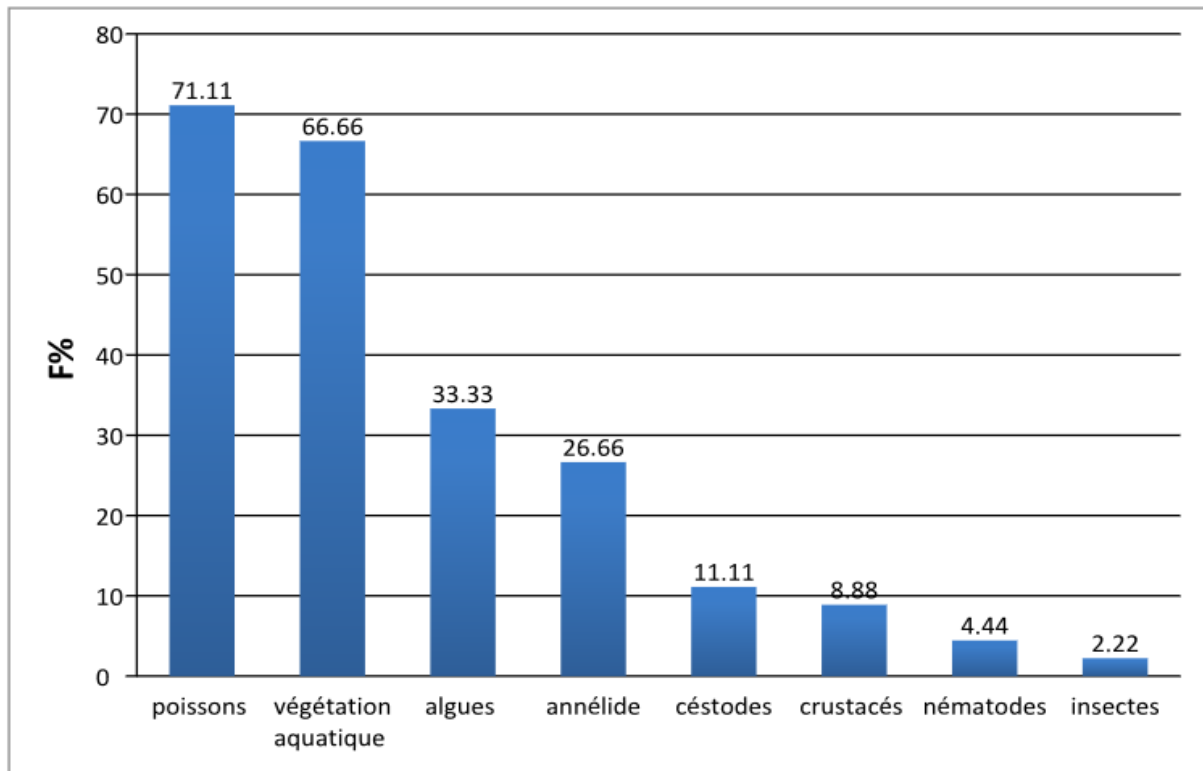


Figure 17: Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles dans lac Tonga.

on observe une variation nette dans le régime alimentaire des anguilles selon leur taille , le poissons et les végétations aquatiques sont le proies les plus fréquemment consommées dans toutes les classes de taille ,pour la classe [40-45cm[les poissons atteignent 80% de fréquence ce qui montre une préférence croissante pour cette proie avec l'augmentations de la taille .les végétation aquatique et annélides elle sont relativement présents dans tous les classes mais tendent à diminué légèrement chez les anguilles les plus grandes. Pour ce qui est des crustacés, nématodes, insectes...etc.

Leur fréquence reste faible dans l'ensemble, les classes de taille moyennes [35-40[semblent présenter la plus grande diversité alimentaire ingérant un plus large éventail de proie y compris des crustacée, cestode et insecte.

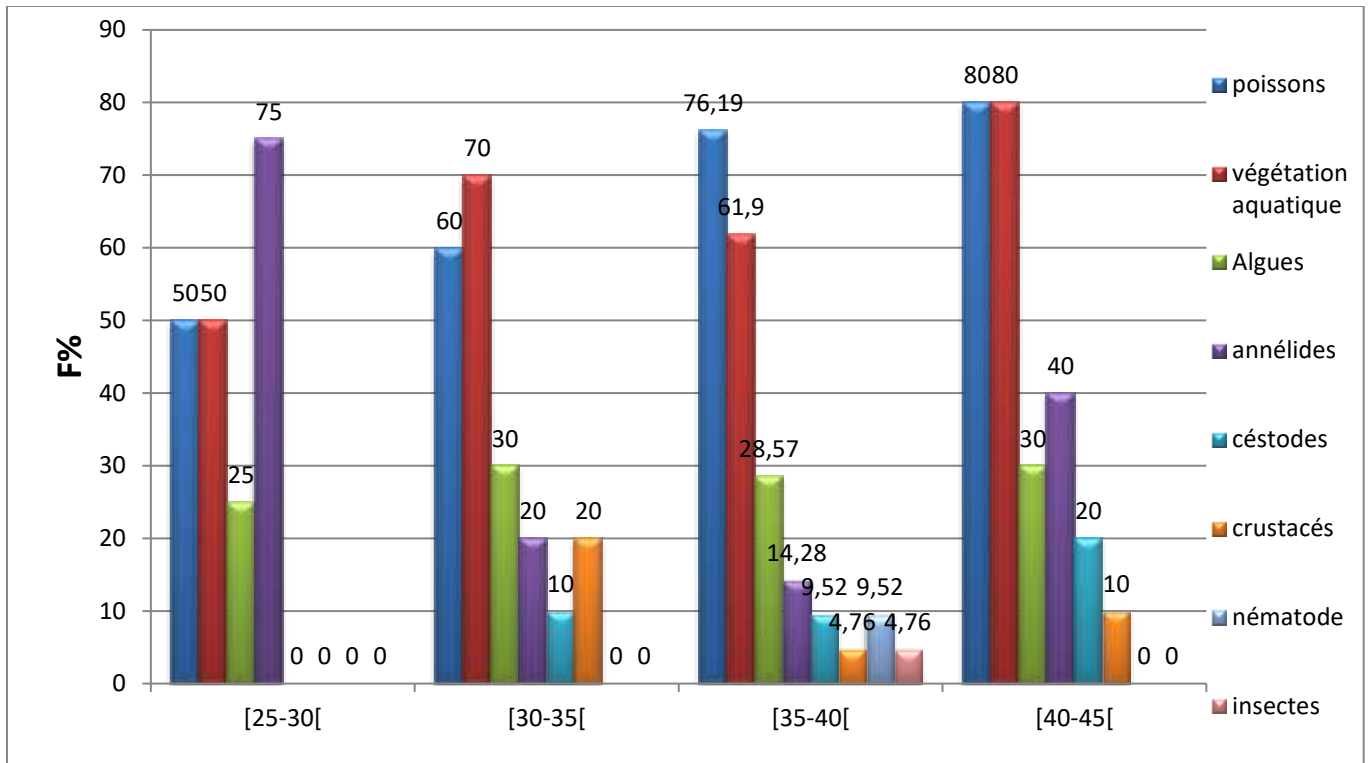


Figure 18: Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles des différentes classes de taille.

✚ L'analyse des proies ingérées dans le lac Tonga montre une nette prédominance des poissons (31.98%) dans le régime alimentaire, suivis de la végétation aquatique (29.7%) et des algues (14.85%). ces trois groupes représentent à eux seuls plus de 75% des proies consommées, ce qui révèle un régime alimentaire mixte. Les annélides (11.88%) constituent une source importante de protéines benthique. Les cestodes (4.95%) et les crustacés (3.96%) apparaissent en proportions moindres mais restent significatifs. En revanche, les nématodes (1.98%) et surtout les insectes (0.99%) occupent une place très marginale, ce qui peut être dû à leur faible abondance ou accessibilité dans l'environnement. Globalement, cette répartition indique une alimentation diversifiée, avec une préférence marquée pour les poissons, tout en intégrant des ressources végétales et benthiques. (Fig. 19).

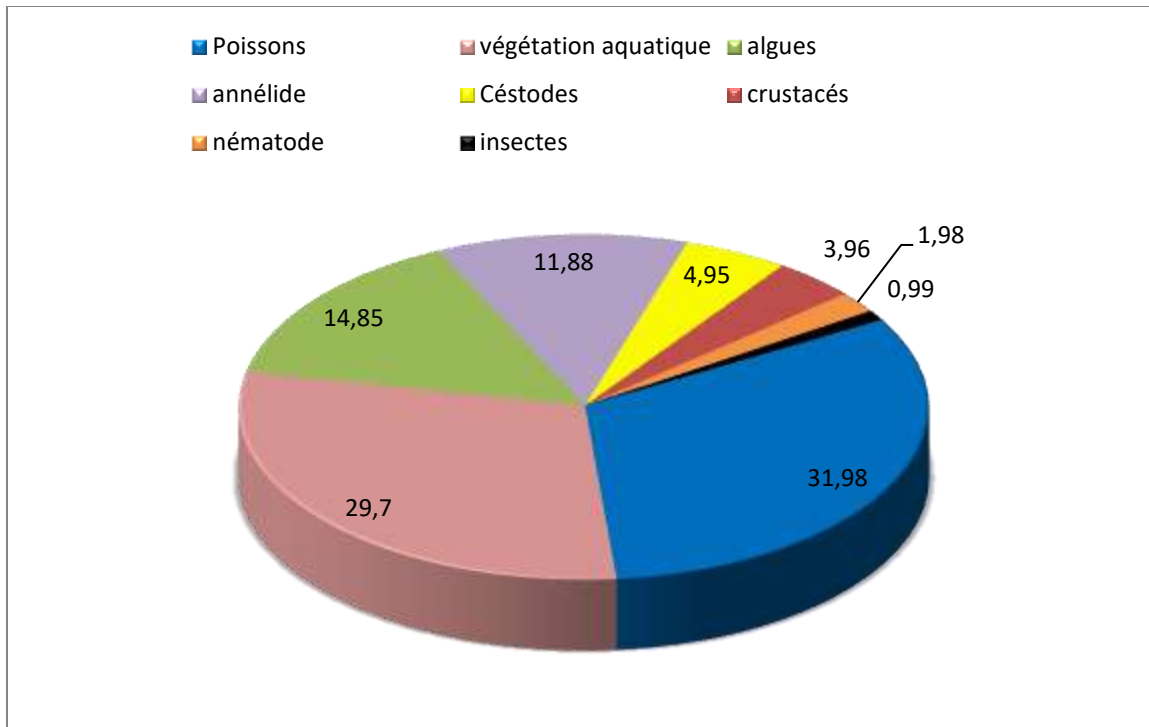


Figure 19: Pourcentages numérique (Cn %) des proies ingérées dans lac Tonga.

3. Indice de condition K:

Les valeurs de l'indice de condition K des anguilles collectées dans le lac Tonga durant notre étude oscillent entre **1,23 et 2,05**, avec un indice K moyen **de 1,80**.

Dans ce plan d'eau les anguilles semblent présenter un bon état d'embonpoint en période hivernale du fait que les valeurs de K sont le plus souvent supérieures à **1,5**.

4.Indices parasitaires :

4.1. Proportion du parasite *Anguillicoloide crassus* recensé (Parasitisme) :

L'examen de 68 Anguilles pêchées dans le lac Tonga, a révélé la présence du nématode *Anguillicoloides crassus* rencontré dans la vessie natatoire. Le nombre de spécimens de l'espèce *A. crassus* récoltés est de l'ordre **de 330**; avec un nombre de poisson infesté de 56 sur 68. Ce parasite infeste plus de 80% des anguilles du lac Tonga (Tab.5).

Tableau 5: Proportion d'*Anguillicoloide crassus* recensé chez les anguilles peuplant le lac Tonga.

Parasite	Poissons infestés	Poissons non infestés	Nombre de parasites	Prévalence Tonga %	Intensité Tonga	Abondance Tonga
<i>Anguillicoloide crassus</i>	56	12	330	82.35	5.89	4.85

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

4.2.1. Prévalence :

Dans le lac Tonga, la prévalence passe de 72% chez les anguilles de 25 cm à 35 cm à 92.3 % chez celles de [40-45] cm. Pour la classe [35-40[on enregistre aussi une forte prévalence (85.71%) ce qui confirme que l'infestation est élevée dans toutes les classe de taille enregistrées.

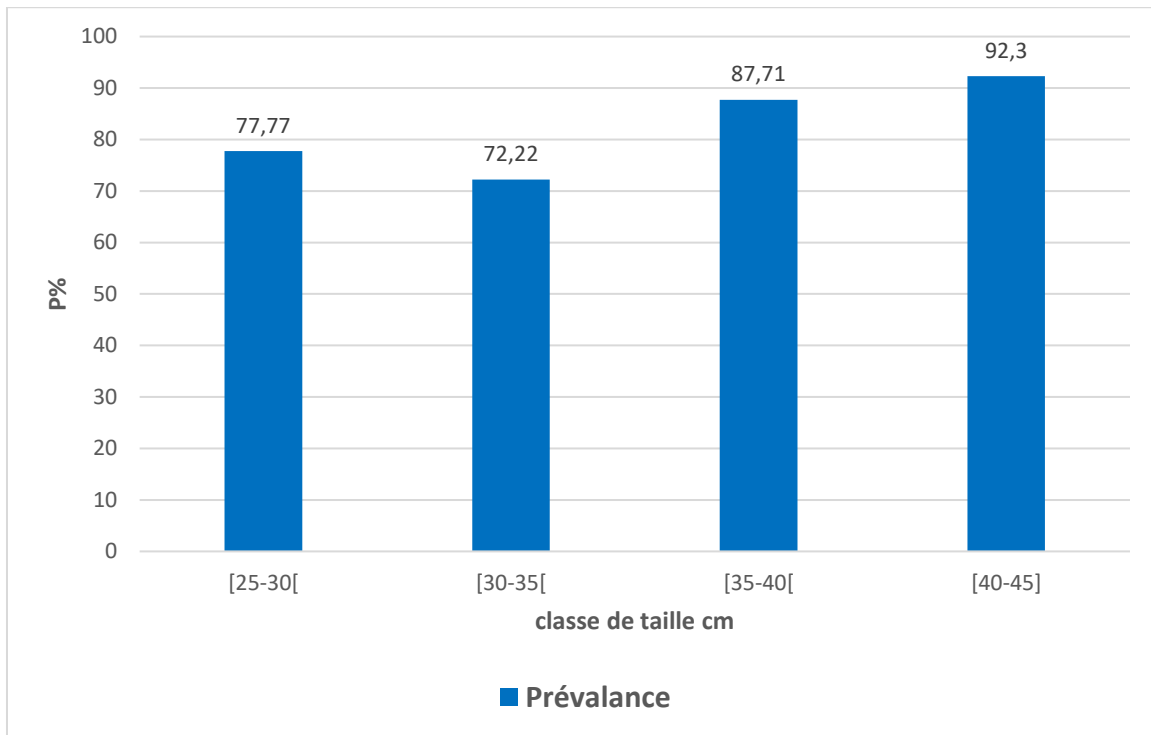


Figure 20: Répartition du taux d'infestation par *A. crassus* en fonction de la taille des anguilles. .

4.2.2. Intensité d'infestation d'*A. crassus*:

Les valeurs de l'intensité d'infestation varient d'une classe à l'autre ; on constate que l'intensité la plus élevée est enregistrée chez les individus appartenant à la classe de taille [25-30[cm, avec une valeur de 6.57vers/poisson infesté. Cette intensité diminue légèrement dans la classe [30-35[cm (6.36vers/poisson infesté), puis continue à baisser pour atteindre (5.54vers/poisson infesté) dans la classe [35-40 cm]. Cependant, une légère remontée est observée dans la classe [40-45 cm], où l'intensité atteint (5.83 vers/poisson infesté).

Cette variation suggère que les anguilles de plus petite taille sont généralement plus infestées par *A. crassus* cela pourrait être attribué à une plus grande vulnérabilité des jeunes individus, possiblement en lien avec un système immunitaire moins développé ou une exposition plus fréquente aux milieux infestés. Toutefois la différence d'intensité entre les classe reste modérée, ce qui montré que toutes les tailles sont exposées à l'infestation, bien que les plus petites soient légèrement plus touchées.

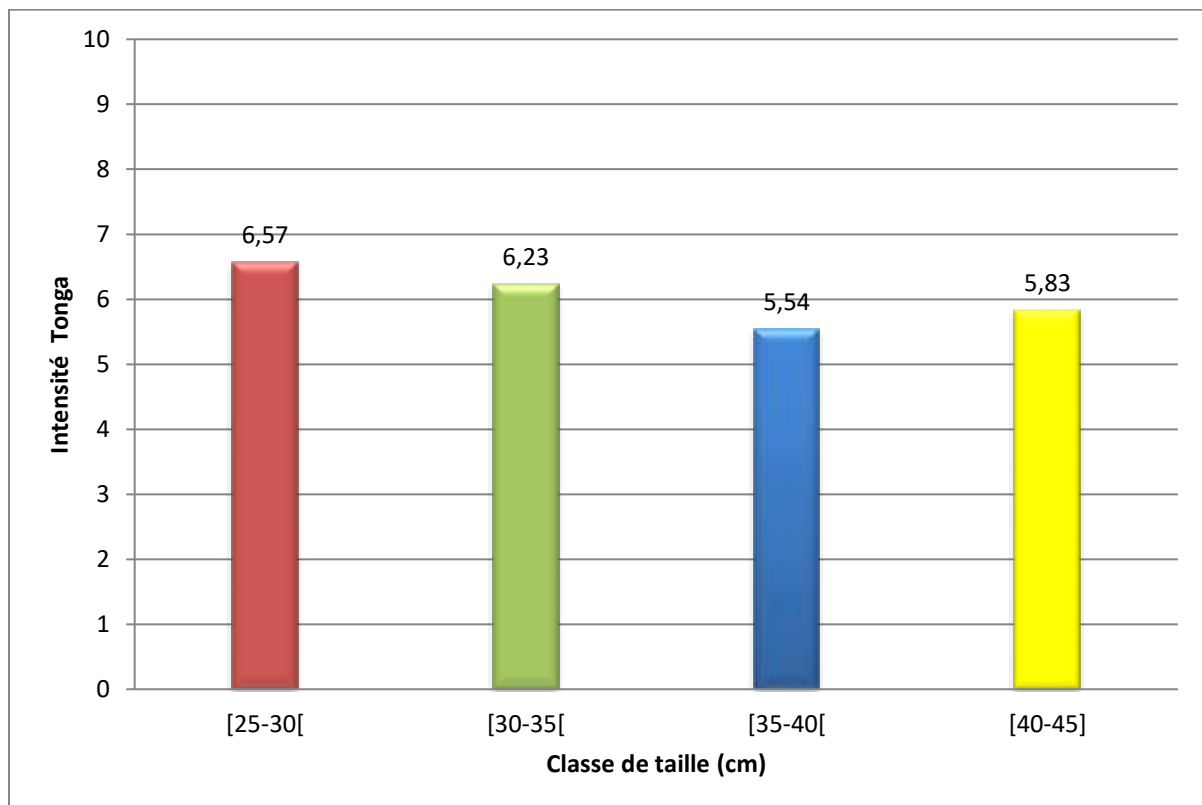


Figure 21: Répartition des intensités d'infestation par *A. crassus* en fonction de la taille.

4.2.3. Abondance d'*A. crassus*:

L'abondance d'*Anguillicoloide crassus* varie légèrement selon la taille des anguilles. l'abondance la plus élève est observée chez les anguilles [40-45 cm] avec une valeur de 5.38vers/anguille examinée, suivie de la classes intermédiaires [30-35[cm et [35-40[cm présentant des valeurs un peu plus faibles, respectivement 4.5 et 4.75 vers/anguille examinée. cela indique que le parasite est présent dans toutes les tailles , avec une légère augmentation d'abondance chez les petites et grandes anguilles.

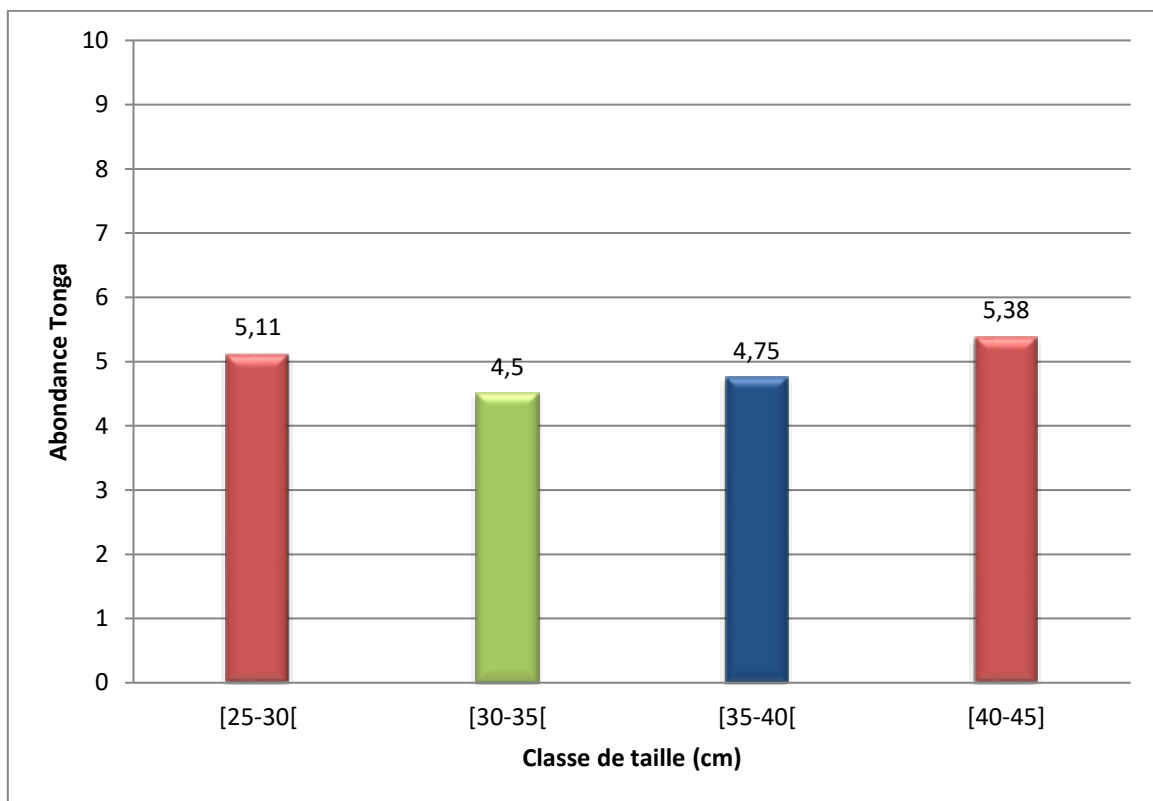


Figure 22: Répartition de l'abondance par *A. crassus* en fonction de la taille.

5. 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

à 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 75 % des vessies présentent des lésions sévères contre seulement 25% vessie saines ,translucide (Tab.6).

Tableau 6: états des vessies natatoires des anguilles capturées dans le lac Tonga

Etat	Type de lésion	Tonga
Intact (0)	-Translucide	25% (17 vessies)
Dommages modérés (1)	-opaque où -Hémorragique	29.42 % (20 vessies)
Dommages sévères (2)	-Opaque+hémorragique -Opaque+fibrosités -Opaque+hémorragique+fibrosités	45.58 % (31 vessies)



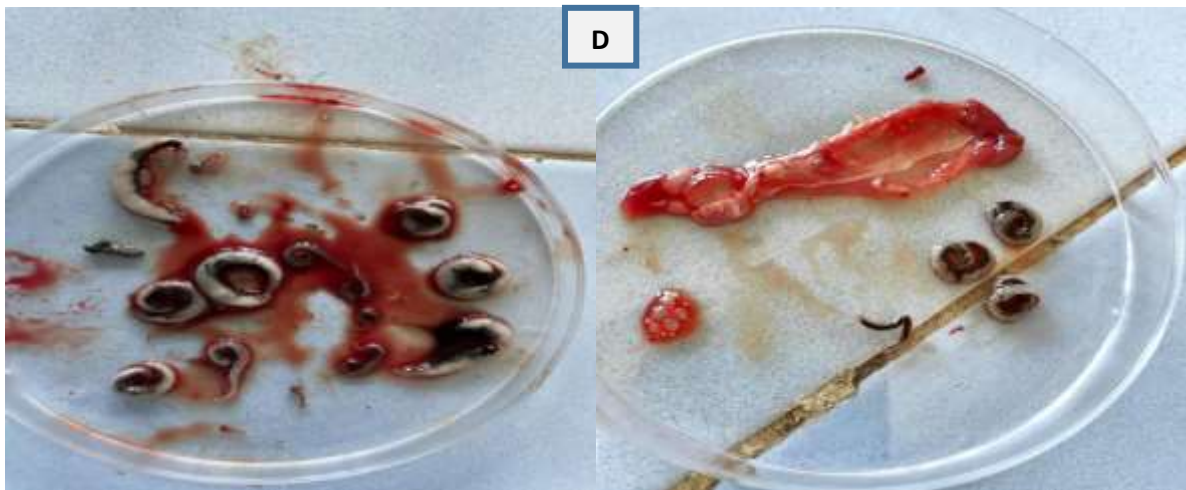
Vessie natatoire Translucide



Vessie natatoire opaque



Vessie natatoire fibreuse



Vessie natatoire hémorragique

Figure 23 : les différents états de la vessie natatoire relevés (Présente étude : Boutouil,2025)

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

Dans le lac Tonga sur les 68 vessies examinées nous relevons 75% de vessies lésées (soit 51 dommage modéré et sévères) contre seulement 25 % de vessies saines (soit 17 vessie translucide).

VNS : Vessies Natatoires Saines ; VSL : Vessies Natatoires Lésées

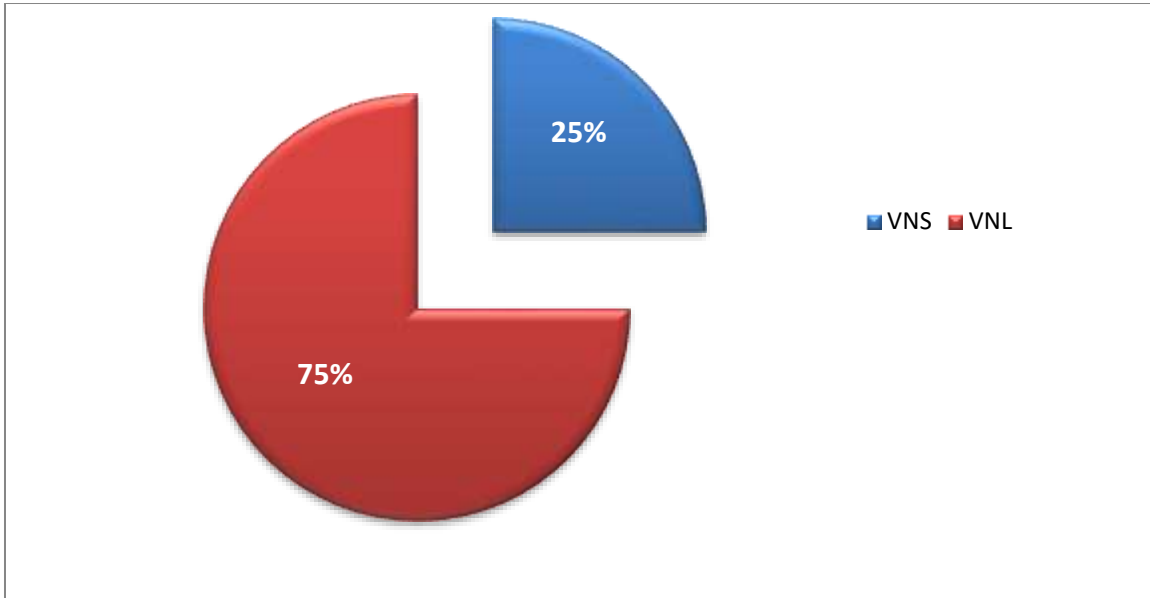


Figure 24: Proportions des vessies lésées et des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles de Lac Tonga.

- ✓ Sur les 17 vessies considérées comme saines, c'est-à-dire dont la paroi est translucide (ou transparente), 9 (52.95%) abritent de vers et 8 (47.05%) n'abritent pas des parasites.

VNS : Vessies Natatoires pas des parasites ; VSNP : Vessies Natatoires Saines hébergeant des parasites

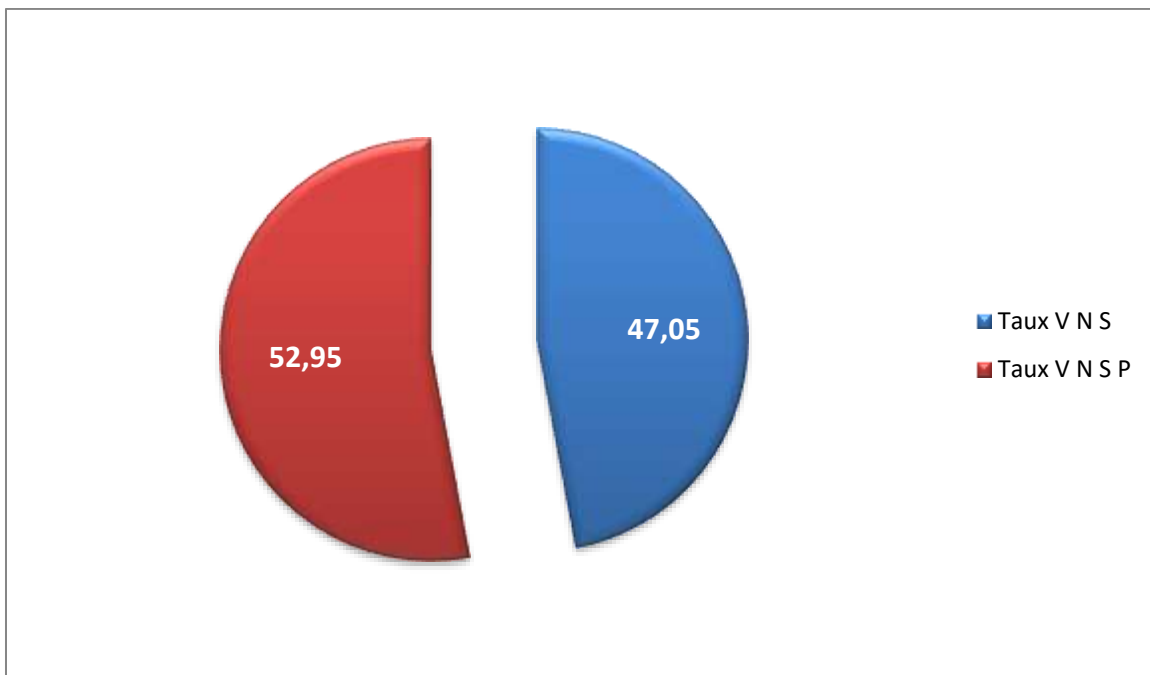


Figure 25: Proportions des vessies saines (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga.

- ✓ Sur les 51 vessies considérées comme lésées, c'est-à-dire dont la paroi est opaque et hémorragiques ou fibreuse (non translucide), 47 (soit 92.15 %) abritent des vers et 4 (soit 7.84 %) n'abritent pas de parasites.

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

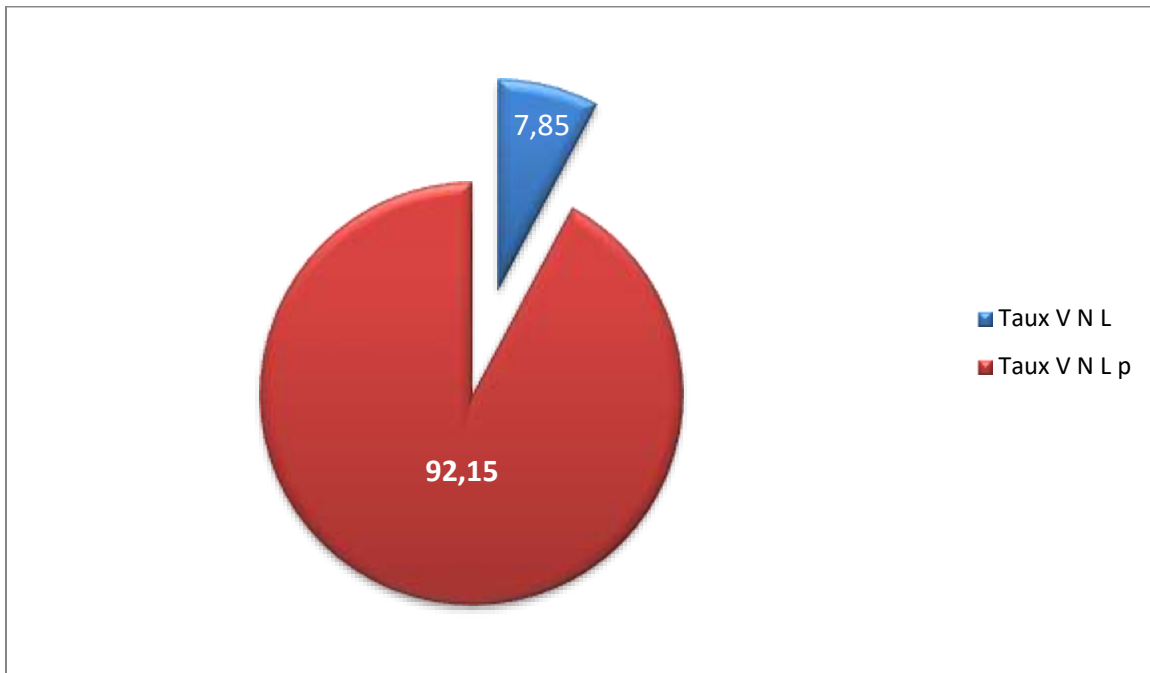


Figure 26 : Taux des vessies lésées (parasitées et non parasitées) chez les anguilles du lac Tonga

DISCUSSION

Régime alimentaire

Les valeurs mensuelles du coefficient de vacuité, nous ont permis de remarquer une activité trophique élevée en fin d'automne, et hiver (33,82). Tahri (2009) rapporte que l'anguille de l'estuaire du Mafrag présente un comportement trophique vorace en hiver (CV=40%). D'après Costa-Dias et Labon-Cervia (2008), l'anguille européenne est un poisson à forte activité alimentaire en période chaude, avec un ralentissement trophique en période froide. Ce comportement alimentaire a été observé à Oued El-Kébir en période chaude, aussi dans la lagune du Mellah (Hamdi, 2012), comme dans plusieurs régions d'Europe: en France (Lecomte-Finiger, 1983), en Espagne (Costa-Dias et Lobob-Cervia, 2008), au pays de Galles (Sinha et Jones, 1966). Sur les côtes égyptiennes, l'intensité alimentaire est observée aussi en période chaude (Ezzat et El-Seraffy, 1977). Il n'en est pas toujours ainsi, en effet, l'activité alimentaire peut être moins intense au cours de l'été, comme dans l'estuaire de l'Elbe (Oesmann et Thiel, 2001), dans le golfe de Gascogne (Taverny et Elie, 2001) et dans l'est algérien, notamment dans l'oued Mafrag (Tahri, 2010), lac Tonga (Ariba, 2011 et Ladjama, 2016) ou ils ont enregistré des taux de Cv qui se rapproche à nos valeurs du CV enregistrées en période froide. Lecomte-Finiger (1983) et Moriarty, (1981) rapporte que des températures basses ($\leq 8^{\circ}\text{C}$) et trop élevées ($\geq 28^{\circ}\text{C}$), provoquent une diminution de l'activité trophique.

Dans notre milieu d'étude, l'anguille a montré une préférence alimentaire pour les poissons (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).

Il a été constaté, que l'anguille passe d'un régime à base de proies invertébrées, à celui à base de proies vertébrés au cours de sa croissance (Sinha et Jones, 1967 ; Ogden, 1970), les adultes deviennent piscivores (Tesch, 2003), les proportions des proies montrent des changements en fonction de la taille du poisson ; nous relevons que chez les anguilles du Tonga, la fraction des « proies poissons » augmente progressivement ; elle passe de 60% chez les anguilles de la classe de taille [30-35] à 80% chez celles des classes de taille [40-45] .

Indice de condition K

Les valeurs mensuelles de l'indice de condition K des anguilles collectées dans le lac Tonga oscillent entre **1,23 et 2,05**, avec un indice K moyen **de 1,80.**, les valeurs sont élevées en fin d'automne et en hiver ; ce qui suggérerait que les anguilles montrent leur meilleur état d'embonpoint en automne et en hiver. Dans le lac Oubeira, Tahri (2016) note, selon les valeurs du coefficient de condition obtenues, que les anguilles capturées dans ce plan d'eau possèdent un potentiel énergétique important, avec des valeurs assez élevées (1ère campagne : K compris entre 1,69 et 1,89 ; 2ème campagne : K compris entre 1,78 et 2,26). Cette auteure rapporte que le coefficient de condition était corrélé positivement avec la taille et le poids des anguilles capturées.

Anguillicoloide crassus et indices parasitologiques:

Le ver nématode *A. crassus*, parasite des vessies gazeuses, est présent dans le lac Tonga et enregistrent les taux d'infestation les plus élevés (82,35 % des effectifs d'anguilles capturées). Nos résultats sont nettement plus élevés de ceux de Djebbari (2012) et Iadjama (2016) qui signalent des taux d'infestations des anguilles maximale, par *A. crassus*, de 63,33%. Dans les plans d'eau de la zone humide du Parc National d'El Kala, la présence du ver nématode *A. crassus*, est rapportée, par Meddour et al, (1991) et Djebbari et al, (2005 et 2009). Les valeurs de la prévalence relevées dans le lac Tonga sont proches de celles notées au Maroc dans l'estuaire Moulouya (Rahou et al., 2001)

et en France, dans le Delta du Rhône (Lefebvre et *al.*, 2002). En Tunisie, les valeurs rapportées par Gargouri Benabdallah et Maamouri (2006) sont en revanche plus faibles et n'excèdent pas 35%.

Dans le lac Tonga, les effectifs d'anguilles infestés par *Anguillicola crassus* dépassent 80 % en période hivernale; Des variations mensuelles de la prévalence sont rapportées dans de nombreux biotopes; dans le delta du Rhône, Lefebvre et *al.* (2002) enregistrent 40% (en octobre) et 72% (en juin). Cette variation mensuelle des indices parasitologiques serait liée aux fluctuations de la température; cette dernière aurait une influence aussi bien sur le développement larvaire du ver nématode dans l'eau et dans l'hôte intermédiaire (Petter et *al.*, 1989; de Charleroy et *al.*, 1989) que sur les anguilles fortement infestées (Lefebvre et *al.*, 2002).

Dans le lac Tonga, les valeurs de l'intensité d'infestation des anguilles par *A. crassus* est de 5 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. (1) avec la taille de l'anguille ; certaines études ont mis en évidence une diminution de l'intensité du parasite avec l'augmentation de la taille des anguilles (Loukili & Belghyti, 2007). Ce phénomène peut s'expliquer par le régime alimentaire des jeunes anguilles qui consomment plus d'hôtes intermédiaires comparativement aux grandes anguilles qui se nourrissent de petits poissons et crabes. 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 différente classe de taille, sachant que toutes les anguilles parasitées parmi la population étudiée, sont des anguilles jaunes avec un intervalle de classe entre 25-45cm (ces résultats peuvent être justifiés par le déficit de l'échantillonnage), c'a été aussi signalé par Hamdi (2012) au Mellah. Cependant, au Mafrag, l'infestation touche toute les classes de taille (Tahri, 2010). Le nombre élevé de nématodes trouvés chez les petits et moyens individus par rapport aux grands, peut-être dû à la sélection de l'aliment par l'anguille, qui peut être influencé par la taille des proies (Gargouri Ben Abdallah et

Maarmouri, 2006). Les anguilles de petites tailles, consomment des proies de petites tailles comme : les Crustacés, 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. Et 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).

Peu d'études montrent explicitement le rôle d'*A. crassus* dans la mortalité des anguilles en milieu naturel. 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 68 vessies examinées, nous relevons 75% de vessies lésées contre seulement 25% 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. Le rapport conclut que les anguilles fortement infestées, indépendamment de leur index de reproduction, n'atteindront jamais l'aire de ponte.

CONCLUSION

Conclusion :

Cette étude fait apparaître que :

- Plus de 70% des effectifs d'anguilles capturées dans le lac Tonga ont une taille comprise entre 30 et 40 cm, et des poids variant entre 45 à 135g. .
- Dans notre milieu d'étude, l'anguille a montré une préférence alimentaire pour les poisson (ostéichthyens) et végétations aquatiques.
- Les anguilles montrent un état d'embonpoint excellent en fin d'automne et en hiver.
 - En moyenne, plus de 82 % de la population d'anguille du lac Tonga est infestée par le nématode hématophage *Anguillicoloides crassus*; ce parasite représente un risque non négligeable pour le stock d'anguille. L'infestation de la vessie natatoire va engendrer l'altération de la fonction de flottaison et de la nage pour faire la migration et se reproduire au niveau des mers des sargasses.
- 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.

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
- 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*.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A

Acou A. 2006. Bases biologiques d'un modèle pour estimer la biomasse féconde de l'anguille européenne en fonction des recrues fluviales et du contexte de croissance : approche comparative à l'échelle de petits bassins versants. Thèse de Doctorat 3e cycle, 316 p.

Adam G. 1997. L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L. 1758) : dynamique de la sous population du lac de Grand-Lieu en relation avec les facteurs environnementaux et anthropiques. Thèse de l'Université de Toulouse. 299 pp.

Adam G., E. Feunteun, P. Prouzet et C. Rigaud. 2008. L'anguille européenne : Indicateurs d'abondance et de colonisation. Editions QUAE, Collection Savoir-Faire, 393pages.

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

Bellaire C. De Charleroy D. Grisez L & Ollevier F. 1989. Spreading mechanisms of the swim bladder parasite *Anguillicola Crassus* in the European eel *Anguilla anguilla*, and its distribution in Belgium and Europe. EIFAC Working Group on Eel Porto May 29th - June 3 1989. 12p.

Belpaire C., De Charleroy D., Thomas K., Van Damme P. & Ollivier F. 1989. Effects of eels restocking on the distribution of the swimbladder nematode *Anguillicola crassa* in Flanders, Belgium. J. Appl. Ichthyol., 5, 151-153.

Benajiba, M. H., P. Silan, A. Marques, et G. Bouix. 1994. Protozoaires et métazoaire parasites de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758: Structures temporelles de leurs populations dans une lagune méditerranéenne. Annales des Sciences naturelles, Zoologie, Paris 15:141-149.

Bendjedid M (PNEK) 2009. Les Potentialités aquacoles des lacs et leurs perspectives de développement.

Bevacqua D., Andrello M., Melia P., Vincenzi S., De Leo G.A. & Crivelli A.J., 2011. Density-dependent and inter-specific interactions affecting European eel settlement in freshwater habitats. *Hydrobiologia* 671: 259–265.

Blache J., Bauchot M.L. et Saldanha L. 1973. Anguillidae. In Clofman I - Check-list of the fishes of the northeastern Atlantic and of the Mediterranean. Edited by. J.C. Hureau and T. Monod. pp. 220-222.

Blanc, G.1998.*Anguillicola crassus*, un parasite agressif introduit dans les stocks européens d'anguilles. *Eaux libres*.

Bruslé J. 1994. ; Anguille européenne (*Anguilla anguilla*), un poisson sensible aux stress Environnementaux et vulnérable à diverses atteintes pathogènes. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*67 :237- 260.

Brusle J., Quignard J.P., 2006, *Biologie des poissons d'eau douce européens.*, éditions Tec & Doc, p 387-422.

C

Campton P., Crivelli A.J., (2010). L'Anguille européenne, *Anguilla anguilla*, dans le canal d'Arles à Bouc. État des lieux et premiers résultats de la passe-piège installée sur le barrage à sel. 53 pp.

Charrier, F., Mazel, V., Caraguel, J.-M., Abdallah, Y., Le Gurun, L. L., Legault, A., and Laffaille, P. 2010. Escapement of silver-phase European eels, *Anguilla anguilla*, determined from fishing activities in a Mediterranean lagoon (Or, France). *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 69: 30–33.

CIEM., 2006. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. Rome, Italy, 23-27 January 2006.

Costa-Dias S., Lobón J. 2008. Diel feeding activity and intensity in the European eel *Anguilla anguilla* (L.) during an annual cycle in a Cantabrian stream. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* .390-391.

Cowx, I.G., (1997) - Introduction of fish species into European freshwaters: Economic successes or ecological disasters? *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 344/345, pp 57-77.

D

- De Charleroy D., Thomas K., Belpaire C. et Ollevier F., 1989.** The viability of free living larvae of *Anguillicola crassus*. J. Appl. Ichthyol. 5: 154–156.
- Deelder C. L. 1985.** Synopsis of biological data on the eel *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). FAO Fisheries Synopsis No. 80. Revision 1. 73 p.
- Djebari N. et Bensouilah M. 2005.** Les parasites de poissons Téléostéens peuplant un écosystème lagunaire situé dans le Nord Est algérien; 8èmes journées Tunisiennes des Sciences de la Mer; Hammamet du 16 au 19 décembre 2006.
- Djebari N, Boudjadi Z, Bensouilah M, 2009.** L’infestation de l’anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974 dans le complexe de zones humides d’El Kala (Nord-Est algérien), Bulletin de l’Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, n°31.
- Djebbari N. 2012.** Biologie et parasitismes de l’anguille européenne *Anguilla anguilla* peuplant le complexe de zones humides du PNEK. These de doctorat. Univ. Annaba 223 pages.
- Doris., 2020.** Données d’Observations pour la Reconnaissance et l’Identification de la faune et la flore Subaquatiques.
- Drouineau H., Briand C., Lambert P., Beaulaton L. 2018.** GEREM (glass eel recruitment estimation model): a model to estimate glass eel recruitment at different spatial scales. Fisheries Research, 174: 68–80.
- Durif, C., Elie, P., Dufour, S., Marchelidon, J. et Vidal, B. 2000.** Analysis of morphological and physiological parameters during the silvering process of the European eel (*Anguilla anguilla*) in the lake of Grand-Lieu (France). Cybium 24 (3): 63-74.
- Durif C., (2003).** La migration d’avalaison de l’anguille européenne *Anguilla anguilla* : caractérisation des fractions dévalèrent, phénomène de migrations et franchissement d’obstacles. Thèse de Doctorat en Ecologie Aquatique, Université de Paul Sabatier Toulouse III. 348 pp.

E

Edeline E., Beaulaton L., Le Barh R., and Elie P. 2007. Dispersal in metamorphosing juvenile eel *Anguilla anguilla*. Mar. Ecol. Progr. Ser. 344: 213–218.

Eelrep, 2005. Estimation of the reproduction capacity of European eel. Final report, EU contract Q5RS-2001-01836, 272p.

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

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

El-Hilali, I. (2007). La symbiose Rhizobium-LUPIN : biodiversité des micros symbiotes et mise en évidence d'une multi-infection nodulaire chez lupins luteus. Thèse de Doctorat en Microbiologie et Biologie Moléculaire. Université du Rabat.

Elie P. et Rigaud C. 1987. Etude de la population d'anguilles de l'estuaire et du bassin versant de la Vilaine; pêche, biologie, écologie. Examen particulier de l'impact du barrage d'Arzal sur la migration anadrome (civelle). Tome I, II et III. Rapport CEMAGREF de Bordeaux - Faculté des sciences de Rennes – URFDAAPP.

Ezzat A.E. & EI-Seraffy S.S. 1977. Food of *Anguilla anguilla* in Lake Manzalah, Egypt. Oceanography Department, Faculty of Science, Alexandria University, Institute of Oceanography and Fisheries; Alexandria, Egypt, EAR. Marine Biology 41, 287-291.

F

Fulton, 1911. The sovereignty of the sea: An historical account of the claims of England to the dominion of the British seas, and of the evolution of the territorial waters.

G

Gargouri Ben Abdallah L. et Maamouri F. 2006. Spatio-temporal dynamics of the nematode *Anguillicola Crassus* in Northeast Tunisian lagoons. C.R. Biologist,

Geffroy, B., & Bardonnet, A. (2012). Differential effects of behavior, propensity to migrate and recruitment season on glass eels and levers' growing performance. Dans *Ecologie of Freshwater Fish* (pp. Tome 21, Numéro 3, 469-482p).

H

Hamdi, S.2012. Rythme alimentaire, embonpoint et dynamique spatio-temporelle du nématode *Anguillicola crassus* (Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974) chez *Anguilla anguilla* (L., 1758) de la lagune du Mellah, Thèse magistère. Université Badji Mokhtar, Annaba 2012.P123.

Höglund J., Pilstrom L. (1993). Purification of adult *Anguillicola Crassus* whole worm extract antigens for detection of specific antibodies in serum from the Europeaneel by ELISA. EIFAC Working Party on Eel, Olsztyn, Poland, 24-29 May 1993, 9p.

I

ICES., 2005. Projet de Rapport sur le développement d'un plan d'action communautaire Concernant la gestion des anguilles européennes, de la commission des pêches. Parlement Européen, Bruxelles.

ICES. 2022. European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its natural range. In Report of the ICES Advisory Committee, 2022. ICES Advice 2022, ele.2737.nea, <https://doi.org/10.17895/ices.advice.1977237>.

J

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

Jousseume T., Roussel J.M., Beaulaton L., Bardonnet A., Faliex E., Amilhat E., Acou A., Feunteun E. & Launey S., 2021. Molecular detection of the swim bladder parasite *Anguillicola crassus* (Nematoda) in fecal samples of the endangered European eel *Anguilla anguilla*. *Parasitol. Res.* 120: 1897–1902.

K

Kennedy C. R. 1983. A checklist of British and Irish freshwater fish parasites with notes on their distribution. J. Fish Biol. 6: 613–644. (Kleckner, 1980).

Kleckner C. 1980. Swimbladder volume maintenance related to initial oceanic migratory depth in silver-phase *Anguilla rostrata*. Science, 208, 1481 - 1482

Kirk R. S. 2003. The impact of *Anguillicola crassus* on European eels. Fish. Manag. Ecol. 10 (6): 385-394.

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.

Laffaille P., Acou A. et Guillouet J. 2005. The yellow european eel (*Anguilla anguilla*) may adopt a sedentary lifestyle in inland freshwaters. Ecology of Freshwater Fish, 14: 191-196.

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

Lecomte-Finiger R., Brusle J. 1985. L'Anguille (*Anguilla anguilla*) des lagunes du Languedoc-Roussillon: intérêt biologique et valeur halieutique. Vie et Milieu 34(4):185-194.

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

LeNeindre, M., 2002. Les Espèces Introduites et Envahissantes dans les Îles Méditerranéennes: Etat des lieux et Propositions d'action. DESS Ecosystèmes Méditerranéens Littoraux; Faculté des Sciences et Techniques, Université de Corse.

Lesueur, C. A. 1817. A short description of five (supposed) new species of the genus *Muraena*, discovered by Mr. Le Sueur, in the year 1816. Journal of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia. v. 1 (pt. 1, no. 5) (19 Aug.): 81

Linnaeus, C. 1758. Systema nature per régna tria nature, secundum classes, ordines, genera, species, cum caractérisés, différenciés, synonymes, lois. Toms I. Edition decimal, reformate.

Loucif, N., Meddour, A., Samraoui, B., 2009. Biodiversité des Parasites chez *Anguilla Anguilla* Linnaeus, 1758 Dans Le Parc National D'El Kala – Algérie. Européen Journal of Scientific Research. Vole 25 (2), 300-309.

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

M

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

Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris A.M. and Shad G.A., 1982. The use ecological termes in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). Journal of Parasitologie.

Meddour et al, 1991.Biodiversité des Parasites chez *Anguilla Anguilla* Linnaeus, 1758 Dans Le Parc National D'El Kala – Algérie.

Meddour, A., 1988. Parasites of freshwater fishes from lake Oubeira, Algeria. Thesis of Master of Science, Department of Zoology. The University of Liverpool, UK, 146 p.

Meddour A., 1999. Pisciculture et biodiversité de la parasitofaune des poissons dans le NordEst de l'Algérie. Thèse de Doctorat des Sciences, Département des Sciences Vétérinaires, Centre Universitaire d'El Tarf, Algérie, 236 pp.

Mikaelian S.2002. Dispositifs de surveillance de la population d'anguille. Cas particulier du Marais Poitevin.

Morato, T., Santos, R. S. & Andrade, J. P. 2000. Feeding habits, seasonal and

ontogenetic diet shift of blacktail comber, *Serranus atricauda* (Pisces: Serranidae), from the Azores, north-eastern Atlantic. *Fisheries Research*, 49(1): 51-59.

Moravec F. 1996. Aquatic invertebrates (snails) as new paratenic hosts of *Anguillicola Crassus* (Nematoda: *Dracunculoidea*) and the role of paramedic hosts in the life cycle of this parasite. *D.A.O.*, 27: 237-239.

Moriarty C. 1981. Riverine migration of young eels *Anguilla anguilla* (L.). *Fisheries Research*, 4: 43-58.

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

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

MPRH (2004), Schéma National de développement des activités de la pêche et de l'aquaculture, Plan National de développement de la pêche et de l'aquaculture (2004-2007). Algérie.

N

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

Nilo P. & Fortin R. (2001). Synthèse des connaissances et établissement d'un programme de recherche sur l'anguille ; Amérique (Anguilla rostrata). Université du Québec à Montréal, Département des Sciences biologiques pour la Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune. 284p.

O

Ogden J. C. 1970. Relative abundance, food habits, and age of the American eel, *Anguilla rostrata* (LeSueur), in certain New Jersey streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 99: 54-59.

Ovidio M., Serebinski A., Philippart J.C. & Nzau Matondo B. 2013. A bit of quiet between the migrations: the resting life of the European eel during their freshwater growth phase in a small stream. *Aquat Ecol*, 17, 291–301.

P

Panfili J., Ximenes M.C., Crivelli A.J. et Do Chi T. 1992. Validation de l'âge de l'anguille européenne dans les lagunes méditerranéennes françaises (Camargue) : résultats préliminaires. In : Baglinière, J.L., Castanet, J., Conand, F. et F.J. Meunier. Eds. Tissus durs et âge individuel des vertébrés, Colloque National, Bondy. Colloques et Séminaires ORSTOM-INRA, Paris. p. 119-127.

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

Pierre S. 2006. Navire océanographique. Environmental Biology of Fishes, 68, pp.155-167.

Prouzet P, Sanchez F, Lazure P. (2002). Modèle hydrody-namique à une dimension de l'estuaire de l'Adour : mise au point et calibration, application à la modéli-sation de la migration de la civelle dans l'estuaire. Rap interne Ifremer, DRV/RH/LHA.

R

RAMSAR 2018 : Le Manuel de la Convention de Ramsar, Guide de la Convention sur les zones humides, 6e édition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.

Reimer L.W., Hildebrand A., Scharberth. & Walter, U. 1994. *Anguillicola Crassus* in the Baltic Sea: field data supporting transmission in brackish waters. D.A.O., 18(1): 77- 79, 14.

Renault S., 2011. Etude éco-toxicologique des impacts des contaminations métalliques et organiques chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) dans l'estuaire de la Gironde. Thèse de Doctorat. Université de Bordeaux 1. 420 pp.

Robinet T. and Feunteun E. (2002). Sublethal effects of exposure to chemical compounds: A cause for the decline in Atlantique eel. Ecotoxicology, 11: 265-277.

Rolbiecki, R. ET Wojewódzka-Król, K. (2002). The role of inland waterway transport in city logistics. Transport Economics and Logistics, 84:103–114. (Page 8).

S

Sinha V. R. P. et Jones J.W. 1966. On the sex and distribution of the freshwater eel (*Anguilla anguilla*). Journal of Zoology, London: 150, 371-385.

Sorbe, J.C. 1972. Ecologie et éthologie alimentaire de l'ichtyofaune chalutable du plateau continental Sud-Gascogne, Thès. Doc. 3ème cycle. UER. Scie. de la Mer et de l'env. Univ. d'Aix-Marseille. Marseille : s.n., 1972. p. 125.

T

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

Tahri M. 2010. Les parasites de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* peuplant l'estuaire du Mafrag. Magistère, Université Badji Mokhtar, Annaba 2009-2010. 83p.

Tanaka H. 2003. Techniques for larval rearing. In Eel Biology. Edited by. K. Aida, K. Tsukamoto and K. Yamauchi. Springer-Verlag, Tokyo. pp. 427-456.

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

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

Tesch F. W. 1993. The Eel Fifth Edition. Thorpe JE, Oxford, UK.

Tesch F.W., 2003. The Eel, fifth Edition, Blackwell publishing, 340p.

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

Site internet :

<https://biodiversite.parc-marais-poitevin.fr/wp-content/uploads/2020/04/2018-suivi-passes-anguille-maraispoitevin-jpeyre.pdf>

<https://rsis.ramsar.org/fr/ris/281?language=fr>.

<https://www.observatoire-rhonemediterranee.fr/anguille-europeenne>