République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Chadli Ben Djedid El-Tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences de la mer
Filière : hydrobiologie marine et continental

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER de recherche en

Bio-ressources Marines

THEME :

Les parasites de la vessie natatoire des anguilles peuplant le lac Tonga

Présenté par :Arfaoui Ichrak et Farhati Hamda

Devant le jury composé de :

Dr. Dahel.A	Présidente	MC.B. Université Chadli Bendjedid Tarf
Dr. Tahri M.	Examinatrice	M.C.A. Université Chadli Bendjedid Tarf
Dr. Djebbari N.	Directrice	M.C.A. Université Chadli Bendjedid Tarf

Année universitaire 2021/2022

REMERCIMENT

Je remercie lieu dieu tout puissant pour la force et la patience qu'il nous a prodiguées pour réaliser ce travail.

Je tient à exprimer mon vive gratitude et reconnaissance à mon promoteur Mm DJEBBARI NAWEL qui me guidée précieusement et m'a encouragé constamment .

Ainsi que Madame Dahel . A ET Mm M.TAHRI pour leur effort.

Je remercie tous les profs qui me conseillent pour finaliser ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mes précieux et chers parents Mabrouk et ounissa qui m'on guidé vers le bon chemin dans ma vie et qui m'on encouragé à suivre touts ces annés d'étude avec leur soutien morale et Financier et leur présence irremplacable

Que dieu leur préserve longue vie et bonne santé.

A mes sœurs : ibtihel, insaf,rimes

Qui m'on toujours indiqué la bonne voie

Atous mes amis et collégues pour tous les moments passés ensembles.

Résumé

Cette étude est une initiation à la recherche scientifique ; elle porte sur la recherche, l'identification des endoparasites infestant la vessie natatoire de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* peuplant le lac Tonga.

Ce travail a consisté à collecter des anguilles capturées dans le Tonga pour les mesurer et les peser avant de les examiner et les disséquer pour récolter les parasites présents dans la vessie natatoire; après identification et dénombrement nous avons procédé à l'évaluation des indices épidémiologiques des parasites.

En ce qui concerne le poisson hôte, nous avons essayé de partager les anguilles selon la coloration de robe en anguille jaune et anguille argenté.

L'étude des caractères morpho-anatomique des spécimens nous a révélé la présence d'une seule famille appartenant à l'espèce *Anguillicola crassus* .

Les indices parasitaires montre que durant le mois de mars *Anguillicola crassus* infeste plus de 69% des anguilles examinées

L'intensité moyenne d'infestation est de plus d'un parasite par poisson infesté ; quant à l'abondance elle est de 1.3 parasite par poisson examiné

Les vessies natatoire de 10anguilles sur les 13 examinées était opaque.

Mots clés :*Anguilla anguilla* ,vessie natatoire, *Anguillicola crassus* ,Lac Tonga

Abstract

This study is an introduction to scientific research and focuses on the identification of endoparasites infesting the swim bladder of the European eel *Anguilla anguilla* in Tonga Lake.

This work consisted of collecting eels caught in Tonga for measurement and weighing before examining and dissecting them to collect the parasites present in the swim bladder; after identification and enumeration we proceeded to the evaluation of the epidemiological indices of the parasites.

With regard to the host fish, we tried to divide the eels according to the coloration of the skin into yellow and silver eel.

The study of the morpho-anatomical characteristics of the specimens revealed the presence of a single family belonging to the species *Anguillicola crassus* .

Parasitic indices show that during the month of March *Anguillicola crassus* infested more than 69% of the eels examined.

The average intensity of infestation is more than one parasite per infested fish; as for the abundance it is 1.3 parasites per fish examined

The swim bladders of 10 of the 13 eels examined was opaque.

Keywords :*Anguilla anguilla* ,swim bladder, *Anguillicola crassus* , Tonga Lake

ملخص :

هذه الدراسة مقدمة للبحث العلمي. يتعلق الأمر بالبحث ، وتحديد الطفيليات الداخلية التي تصيب المثانة الهوائية لثعبان السمك الأوروبي Anguilla anguilla الذي يسكن بحيرة تونجا.

يتكون هذا العمل من جمع ثعابين السمك التي تم صيدها في تونجا لقياسها ووزنها قبل فحصها وتشريحها لحصاد الطفيليات الموجودة في المثانة الهوائية ؛ بعد التعرف والحساب انتقلنا إلى تقييم المؤشرات الوبائية للطفيليات.

فيما يتعلق بالأسماك المضيفة، حاولنا تقسيم الثعابين وفقًا للون المعطف إلى ثعبان البحر الأصفر والفضي. كشفت دراسة الخصائص التشريحية المورفولوجية للعينات عن وجود عائلة واحدة تنتمي إلى النوع Anguillicola crassus.

تظهر المؤشرات الطفيلية أنه خلال شهر مارس أصابت Anguillicola crassus أكثر من 69٪ من الثعابين التي تم فحصها.

متوسط شدة الإصابة أكثر من طفيلي واحد لكل سمكة مصابة. أما الوفرة فهي 1.3 طفيلي لكل سمكة تم فحصها

كانت قربة السباحة لـ 10 ثعابين من أصل 13 تم فحصها غير شفافة.

الكلمات المفتاحية: Anguilla anguilla ، مثانة السباحة ، Anguillicola crassus ، بحيرة تونجا

Sommaire

1. Introduction **1**

2. Matériel et méthodes **4**

2.1 Site d'étude **4**

2.2. L'hôte: L'anguille européenne **6**

2.2.1 Rôle et impacte de l'anguille dans l'écosystème **9**

2.2.2 Le cycle biologique **10**

2.2.3 Aire de répartition **12**

2.3 Technique d'échantillonnage **13**

3. Résultats **16**

3.1. Parasites de la vessie gazeuse **16**

3.2. Indices parasitologiques relevés dans le Tonga **21**

3.3. Variation des tailles de la fraction de population d'anguille du lac Tong…22

3.4. Variation des poids de la fraction de population d'anguille du lac Tong **23**

3.5. Coloration **23**

4. Discussion **62**

5. Conclusion **68**

Références bibliographiques **62**

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	position géographique de lac tonga	**4**
2	flore rarissime présente dans lac Tonga	**5**
3	L'anguille européenne, *Anguilla anguilla*	**7**
4	Morphologie externe d'une anguille	**8**
5	Larve leptocéphale d'Anguilla sp.	**11**
6	*Cycle biologique l'anguille européenne*	**12**
7	Aire de répartition de l'Anguille européenne	**13**
8	Mesure biométrique et dissection des anguille	**14**
9	prélèvement de la vessie gazeuse et récolte des parasites (présent travail)	**15**
10	Les différents stades d'Anguillicola crassus	**17**
11	Vessie gazeuse d'une anguille argentée massivement infestée par *Anguillicola crassus* (A). Différents stades (larves et adultes) (B). Adulte isolé	**19**
12	*Anguillicola crassus*	20
13	:*Anguillicola crassus* (Présent travail)	20
14	Anus hémorragique d'anguille(Présent travail)	21
15	Taux d'infestation de *Anguillicola crassus* recensés chez la fraction d'anguilles capturées dans le lac Tonga	22

16	distribution des tailles des anguilles	22
17	distribution des poids des anguilles	23
18	distribution d’anguilles en fonction de la couleur	23
19	distribution des tailles en fonction de la coloration des anguilles	24
20	distribution des poids en fonction de la coloration des anguilles	24
21	distribution des parasites en fonction de la coloration des anguilles	25

LISTE DES TABLEAUX

N°	titre	page
1	Protocole d’étude des anguilles	13

Introduction

1. Introduction

L'Anguille d'Europe est l'une des 16 espèces de la famille des Anguillidae. Son aire de répartition géographique est très vaste, du nord de la Norvège à l'Afrique du Nord, en passant par la Méditerranée, et elle peut vivre dans divers types d'habitats aquatiques de salinités différentes (Moriarty& Dekker, 1997 ; Feunteun et al., 1998 et 1999 ; Baisez et al., 2000 ; Baisez, 2001). Comme tous les Anguillidae, elle effectue des migrations catadromes ; elle est également panmictique et sémelpare.

L'anguille européenne longtemps décrit comme robuste ne l'empêche pas d'être sujette à de nombreuses menaces, à la fois en milieu marins que dans les plans d'eau douce, et qu'elle est difficile à gérer et à protéger.

Les causes de la diminution des stocks des anguilles sont multiples ; de nombreux facteurs défavorables s'exercent sur elles ; réduisant ainsi de façon importante le nombre d'individus capables de subir la maturation physiologique, les rendant aptes à entreprendre la migration de retour vers l'aire de ponte dans la mer des Sargasses. Parmi les facteurs de diminution on peut citer la diminution des capacités reproductrices, migratoires, de résistance aux stress par l'effet des xénobiotiques (Bruslé, 1990; Hodson et al., 1994; Couillard et al., 1997; Robinet et Feunteun, 2002; Yamaguchi et al., 2003) ; l'installation de nombreux obstacles à la migration (Moriarty et Dekker, 1997; Mc Cleave, 2001) ; le risque de surpêche puisqu'elle est exploitée depuis sa naissance jusqu'à l'âge adulte, avéré sur certains hydrosystèmes (Ciccotti, 1997; Dekker, 2000b; Briand et al., 2003); et enfin les infestations parasitaires étant donné que l'anguille offre la particularité d'héberger un grand nombre de parasites (46 espèces de parasites ont été identifiées dans les anguilles d'un lac danois (Koie, 1988 a et b). L'infestation par les endoparasites sur tous ceux qui touches la vessie natatoire organe responsable de la flottaison et la régulation de la pression rend le voyage impossible pour les anguilles.

L'anguille a intéressé les naturalistes et les biologistes en raison de ses caractéristiques sa large distribution géographique ,ses métamorphoses sa longévité, son mode de vie, et son comportement nocturne, mais surtout le mode et l'ampleur de ses migrations transatlantiques en fond un poisson tout à fait particulier et digne d'intérêt.

L'intérêt porté sur la biodiversité parasitaire de l'Anguille européenne dans les plans d'eau côtier « Lacs , lagunes méditerranéennes et estuaire » est très important dans la

compréhension de ces écosystèmes. Étant donné que les cycles de vie parasitaire souvent complexes, sont intégrés dans les chaînes alimentaires de l'écosystème, les parasites peuvent être vus comme un lien entre les différents niveaux trophiques. Les parasites peuvent ainsi être utilisés comme indicateurs de l'écologie trophique, de la structure des chaînes et des préférences alimentaires, et du mode de recherche de nourriture de l'hôte (Brooks &Holberg, 2000). La compréhension de l'écologie parasitaire permet ainsi de développer les connaissances dans plusieurs domaines :la position trophique d'un hôte dans une chaine alimentaire, l'utilisation faite et le temps passé dans les différents micro-habitats, l'impact du parasite sur l'hôte, les changements alimentaires de l'hôte au cours de son cycle de vie, le parasitisme touche toutes les espèces animales et les espèces parasites sont relativement diversifiées.**(Combes, 2001)**

Depuis longtemps la présence de l'anguille était jugée indésirable dans les cours d'eau de première catégorie car il était supposé qu'elle exerçait une forte prédation sur les jeunes salmonidés. Cependant, en 1984, les travaux du Groupe National Anguille mettaient en avant la situation préoccupante de l'espèce et la possibilité, à terme, d'une remise en cause de sa pérennité (Anonyme, 1984a et 1984b).

Les inquiétudes des scientifique sont confirmés quant au statut de l'espèce en raison du déclin des stocks de cette population au cours quarante dernières années. Elle est pour le moment considérée comme « En danger critique d'extinction » sur la Liste rouge de l'UICN et est inscrite à l'Annexe II de la CITES. En 2007, l'Union européenne avait imposé une loi afin de s'assurer que tous les États membres avaient développé un Plan de gestion de l'anguille en vue d'endiguer ces déclins. Néanmoins, à ce jour, les inquiétudes restent fortes concernant le nombre d'anguilles dans les pays concernés.

En Algérie, la pêche de l'anguille *Anguilla anguilla* a débuté depuis déjà 3 décennies dans les divers plans d'eau du complexe de zones humides du Parc National d'El Kala.

Beaucoup d'études sur les pathologies de l'anguille ont été réalisées dans divers hydrosystèmes de la région extrême Nord Est de l'Algérie (Meddour et al., 1999 ; Djebbari et al., 2005, 2009 ; Loucif et al., 2009 ,Tahri et al …).

L'objectif visé dans cette étude était de décrire l'évolution des parasites de l'anguille peuplant lac Tonga durant tout un cycle ,d'un moins à l'autre et en fonction de la taille de l'hôte mais malheureusement nous n'avons pu avoir que 13 anguilles en mois de mars ce qui

réduit notre investigation a une simple recherche et identification des parasites de la vessie natatoire et sont état de santé .

Notre travail s'articule sur :

- Introduction générale.
- Matériels et méthodes ;elle comprend un descriptif du site d'étude, du matériel et des méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude toute en présentant l'anguille européenne *Anguilla anguilla*
- Résultats ;dans cette partie nous avons décrit l'état des vessies natatoire et calculer les indices épidémiologiques.
- Discussion ;dans cette partie sont discutés les résultats obtenus dans le cadre de cette étude .
- Conclusion générale ; nous clôturons ce manuscrit par une conclusion et des perspectives d'études.

Matériel et méthodes

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude

- Position et dimension :

Le lac Tonga est situé dans le parc nationale d'el kala (latitude 36° 53°N ,longitude 08° 31°E),classé réserve intégrale et site Ramsar d'importance internationale depuis 1983 .Il est alimenté par le ruissellement sur un bassin versant de 75Km2 .le niveau est régulé au moyen de vannes. L'exutoire en direction de la mer est constitué par le canal de Messida.

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

Figure 1 :Position géographique du lac Tonga

- Bathymétrie

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

- Caractéristique physico-chimiques des eaux du lac tonga ;

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

Dans le lac tonga la température de l'eau est comprise entre 18 ,7et 22,5° ;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 6,65et 9,81(source M.P.R.H2004)

- Flore remarquable

Le lac tonga compte 82espece végétales qui appartiennent à 31familles, parmi elles 32 espèces soit 39% sont rares à rarissimes, comme *Marsilea diffusa*, *Nymphaea albea* et *Utricularia exoleta* (PNEK2004)

Figure 2: flore rarissime présente dans le lac Tonga

- Faune remarquable ;

Le lac abrite la loutre lutra et il est le site de nidification d'un nombre important d'espèces aviaires : le Rale d'eau *Rallus aquatic*us, l'Erismature à tête blanche, le *Fuligule nyroca*

,la Taléve sultane ,le Blonguios nain Ixobrychcinelle minutus, la Guifette moustac Chlidonias hybrida,I'Ibis falcinellus .On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* occasionnelle et le flamant rose.sa richesse avifaunistique s'élèverait à 23especes d'oiseaux d'eau nicheurs qui dépasserait les 45 si l'on retient l'ensemble des espèces nicheuse ,notamment Passereaux ,Marouettes et Rapaces (PNEK ,2004) .

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

a. Position systématique

Anguilla anguilla, ou l'anguille européenne, est un poisson serpentiforme appartenant à la famille des Anguillidae.

Actuellement, il présente la systématique suivante :

Embranchement : Vertébrés

Super-classe : Actinoptérygiens

Classe : Ostéichtyens

Sous-classe : Apodes

Ordre : Anguilliformes

Famille : Anguillidae

Genre : Anguilla

Espèce : Anguilla anguilla (Linné, 1758)

La famille des *Anguillidés* ne comprend qu'un seul genre, comportant 14 et 19 espèces suivant les auteurs (anonyme 1984), réparties sur les cinq continents (cependant le nombre d'espèce varie suivant les auteurs). Les critères spécifiques de ces anguilles sont basés sur la distribution géographique, la longueur de la nageoire dorsale, la disposition des dents maxillaires et vomériennes du plafond buccal, la robe tachetée ou non, et le nombre de vertèbres (Keith & Allardi, 2001). L'espèce majoritairement représentée en Europe, *Anguilla anguilla* (fig.3), a été décrite par Linné en 1758. L'anguille américaine, *Anguilla rostrata* peut également se rencontrer en Europe, par exemple en Islande (Feunteun et al., 2002).

Figure 3 : L'anguille européenne, *Anguilla anguilla* (*Photo par L. Santucci*)

b. Caractéristiques morphologiques :

L'anguille possède un corps allongé, fin, serpentiforme légèrement comprimé et aplati latéralement dans sa région caudale (Figure 4). La peau lisse, visqueuse, riche en glandes à mucus est recouverte de très petites écailles elliptiques. Les orifices branchiaux étroits et l'insertion des nageoires pectorales indiquent la limite postérieure de la tête. Les nageoires dorsales, caudales et anales forment une nageoire continue entre la partie centrale du dos et l'ouverture anale. Les nageoires pelviennes sont absentes. La tête est comprimée. Le museau plutôt allongé est quelquefois large. Les mâchoires et le vomer sont pourvus d'une série de petites dents, pectinées et sétiformes. La lèvre inférieure est épaisse et débordante par rapport à la supérieure. Les narines frontales tubulaires sont proches du bout du museau. L'œil est rond avec un iris jaunâtre.

La forme très particulière, de l'anguille est serpentiforme, allongé cylindrique et recouvert d'une peau épaisse dans laquelle s'imbriquent de minuscules écailles ovales qui n'apparaissent qu'à l'âge de 4 à 5 ans. De 60 cm de long pour un poids de 400 g environ (Taille: de 20 à 50 cm pour les mâles et de 40 à 150 cm pour la femelle. Poids : 100 à 500 g pour le mâle et de 0,300 à 3 kg pour la femelle jusqu'à 4 kg.).La mâchoire est garnie de toutes petites dents en très grands nombres (Gysin, 2004).La mâchoire inférieure est plus courte que la supérieure. La tête est légèrement aplatie et les opercules laissent apparaître chacun un petit orifice branchial. Les yeux sont de petite taille. La bouche, largement fendue renferme une fine

dentition saillante. L'anguille possède deux paires de narines au bout du museau, qui nous montre que l'odorat est primordial chez ce poisson. Elle est un poisson de l'ombre, car elle passe son temps caché dans les obstacles, à l'abri de la lumière. Les nageoires pelviennes sont absentes, les nageoires caudales, anales et dorsales sont soudées. L'anguille jaune (forme sédentaire en eau douce) a le dos brun-olive et le ventre jaune, tandis que l'anguille argentée (forme migratrice) est vert-gris sur le dos avec des reflets argentés sur les flancs et le ventre.Les jeunes spécimens ou Leptocéphales ont une allure de feuille de saule (Gysin, 2004).

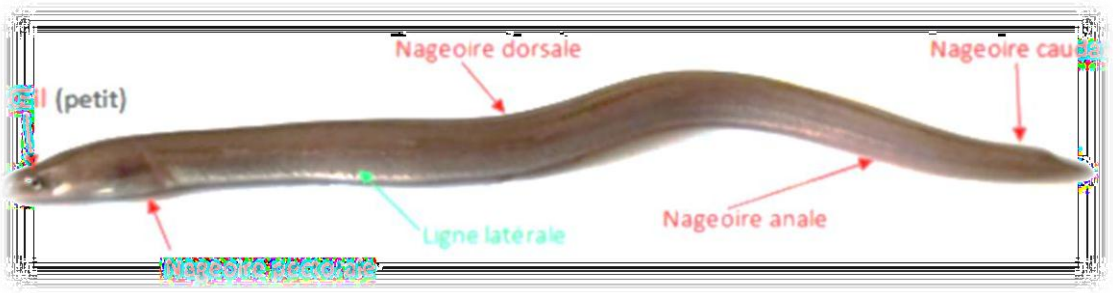

Figure 4 : Morphologie externe d'une anguille (Perret 2019)

C. Le régime alimentaire :

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

D.L'habitat :

Leur grande tolérance vis-à-vis des conditions de température et de salinité des eaux permet aux anguilles de coloniser tous les milieux aquatiques continentaux : lagunes, marais littoraux, estuaires et tout le long des cours d'eau jusqu'à leurs sources, à condition que ces derniers débouchent sur l'océan. Selon les espèces, on observe une prédilection pour les eaux

stagnantes (saumâtres ou douces), de faible profondeur, ou pour des eaux plus vives avec un courant fort et des températures plus froides.

2.2.1 Rôle et impacte de l'anguille dans l'écosystème :

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

Le rôle de l'anguille dans son écosystème est multiple compte tenu de sa fréquentation d'habitats très variés au cours de son cycle biologique. Les stades marins larvaires de l'anguille s'alimentent sans doute de plancton microscopique, mais il est très peu probable que cela ait un effet sur l'écosystème pélagique dans lequel ils vivent pendant environ 3 ans. Son régime alimentaire est composé d'escargots et de larves aquatiques, de têtards, de petits poissons. Ses prédateurs sont le héron, la loutre, les poissons carnassiers et l'homme. Au cours des stades de civelle et d'anguillettes, des proies plus grosses peuvent être capturées car ces stades sont plus mobiles que les stades plus précoces. 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)

Enfin, au cours du stade d'anguille jaune, période de croissance, les anguilles deviennent des prédateurs omnivores. Les larves de chironome, les vers, les moules, les gastéropodes, les insectes, les crustacés (écrevisses d'eau douce, en particulier), les poissons et les œufs de poissons sont consommés en fonction de leur disponibilité ; des grenouilles et des petits rongeurs peuvent également être consommés.

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

- **Habitat**

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

- **Longévité en milieu continentale**

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

- **Capacité de nage**

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

- **Tolérance de température**

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

- **la croissance**

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

2.2.2 Le cycle biologique

En tant que poisson catadrome, l'anguille passe la plus grande partie de sa vie dans les eaux douces des rivières ou dans des eaux saumâtres, mais doit impérativement gagner la pleine mer pour frayer (Tesch, 2007). Les adultes matures se reproduisent en plein océan, quelque part dans les profondeurs, dans des conditions particulières de température, de salinité et de pression, puis meurent. Les œufs libèrent ensuite des larves translucides en forme de feuilles appelées leptocéphales (Fig). Ces larves, carnivores, se nourrissent de zooplancton. Après

leur éclosion, elles se laissent porter par les courants marins, entre 200 et 300 m de profondeur en journée, remontant la nuit à 25 m environ de la surface.

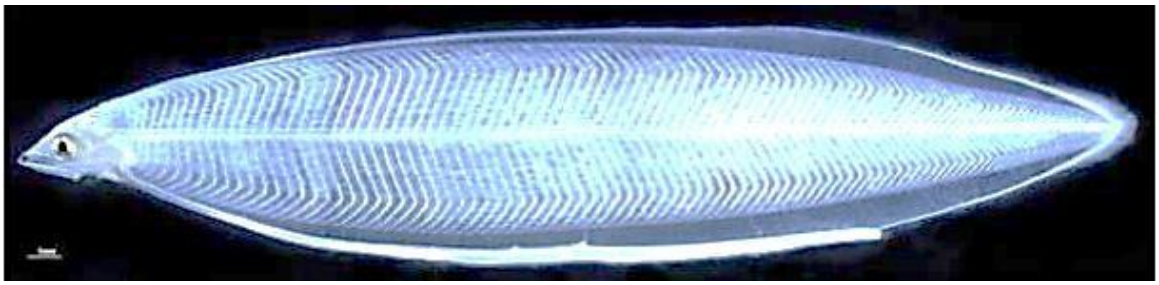

Figure 5: Larve leptocéphale d'Anguilla sp. (Source : La vie mystérieuse des anguilles, E. Feunteun.)

À l'approche du talus continental, les leptocéphales cessent de se nourrir et entament leur métamorphose en civelles. Leur peau est encore transparente mais leur corps devient serpentiforme. Pendant cette métamorphose commence la migration des civelles vers les côtes et les estuaires. Les civelles progressent alors près de la surface, portées par le flot de la marée montante. À marée descendante, elles rejoignent le fond pour ne pas se faire entraîner en aval. Certaines restent sur les côtes, où elles deviendront des anguilles, mais la plupart continuent leur progression (Harrison et al, 2014).

À l'issue de la première phase de leur migration, les civelles sont arrivées près du littoral. Au contact de l'eau douce, leur peau se pigmente progressivement. À leur arrivée dans l'estuaire, les civelles se préparent au passage en eau douce en restant quelques semaines dans la zone d'influence des marées. Certaines y resteront toute leur vie mais la plupart choisissent de remonter ensuite fleuves et rivières. La remontée des cours d'eau, contrairement à la migration océanique passive, est active et dite « migration nagée ». Les civelles, devenues anguillettes, progressent de nuit et près des rives en général, où le courant est moins fort qu'au milieu du fleuve. Cette migration amont rassemble des animaux de tout âge, anguillettes fraichement arrivées et anguilles plus âgées poursuivant leur route.

La remontée n'est pas continue : les anguilles s'arrêtent épisodiquement pour se reposer et se nourrir. Certaines s'établissent, mais beaucoup repartent. Cette migration nagée peut s'étaler sur plusieurs années, surtout pour les individus qui choisissent de remonter très en amont.

Au cours de cette migration, les anguillettes atteignent progressivement le stade adulte immature ou « anguille jaune ». Après plusieurs années, une certaine proportion de la population adulte se métamorphose en adultes matures ou « anguilles argentées » (fig.). Ce sont ces individus qui vont entreprendre la migration retour vers l'océan et leur lieu de reproduction et fermer ainsi la boucle de leur cycle de vie (Fig.).

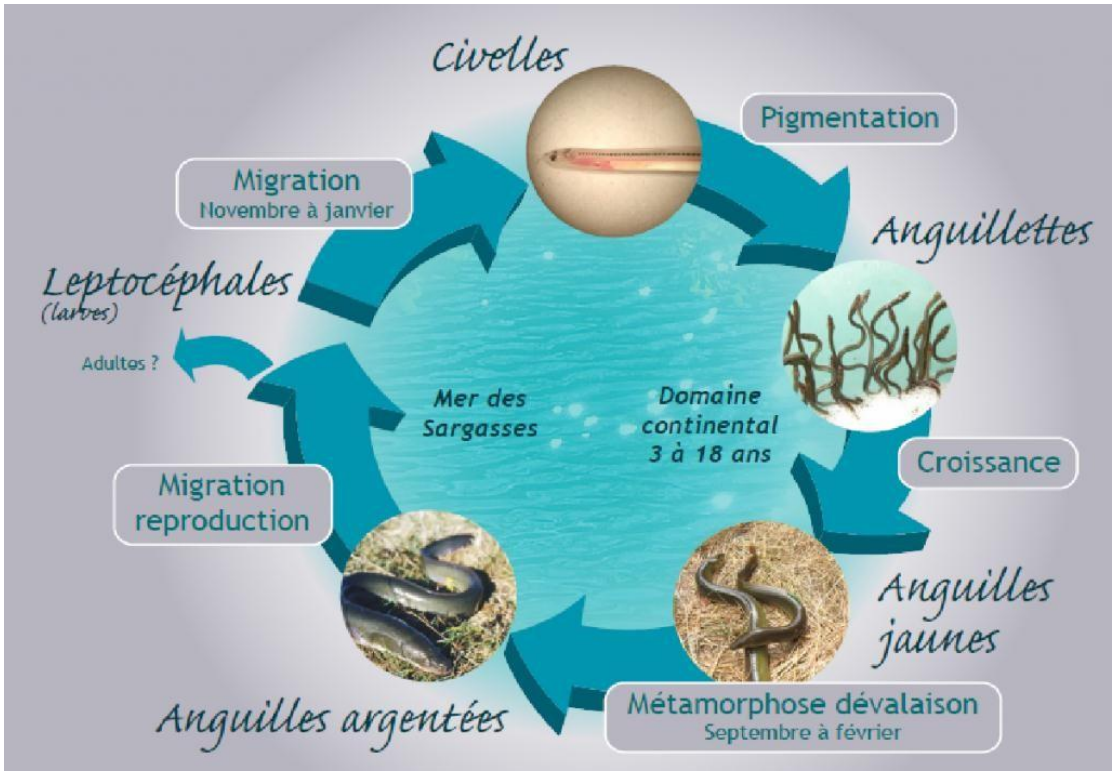

Figure 6 : *Cycle biologique l'anguille européenne (Source : LOGRAMI)*

2.2.3 Aire de répartition

L'anguille européenne est un poisson migrateur amphihalin ayant deux grands trajets migratoires dans son cycle de vie (Adam, 1997). L'aire de distribution de l'anguille européenne

s'étend du lieu de reproduction situé en mer des Sargasses jusqu'aux zones continentales de croissance qui sont des cours d'eau et lacs accessibles depuis la mer (fig. 7) (Deelder, 1985; Georgeon & Campton, 2018; Oumarou, 2019). La ponte a lieu en fin d'hiver et printemps. Les adultes meurent après la reproduction unique. Les larves leptocéphales en forme d'une feuille de saule se dispersent de la mer des Sargasses jusqu'au plateau continental Européen et nord-africain grâce au Gulf Stream. On rencontre les juvéniles sur les côtes Atlantique Nord, dans la

mer baltique, dans la méditerranée et sur les côtes de l'Afrique du Nord et le Sénégal (Fievet, 2017).

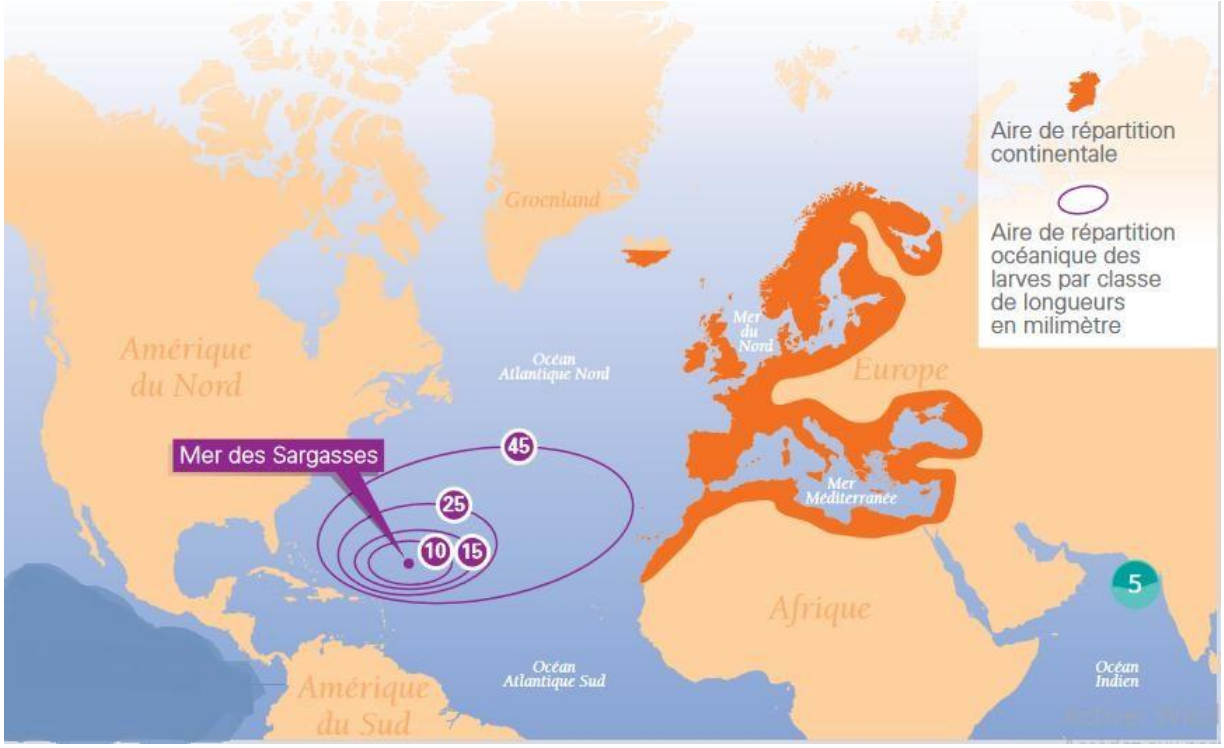

Figure 7 : Aire de répartition de l'Anguille européenne (d'après Adam 1997).

2.3. Technique d'échantillonnage :

✓ **Capture et traitement des anguilles**

Les anguilles sont capturées à l'aide de nasses, puis transportées vivantes immédiatement au laboratoire dans une glacière.

✓ **Protocole d'étude des anguilles**

01	Noter le numéro de l'anguille examiné, la date ,le lieu.
02	Biométrie - Mesure de : -Leur longueur totale (Lt) de l'extrémité de la lèvre inférieure à l'extrémité de la nageoire caudale par un ichtyomètre. -Leur poids à l'aide d'une balance électronique .
03	Examiner les yeux (humeur, rétine, lentille).
04	Retirer les branchies, les rincer, examiner chaque arc branchiale et l'eau de

	rinçage au microscope binoculaire.
05	Retirer les otolithes pour évaluer l'âge .
06	Ouvrir la cavité abdominale par le ventre. Noter le sexe
07	Examiner la cavité et chercher les parasites à la surface des organes internes (cœur, foie, rate, vésicule biliaire, tube digestif, gonades, reins, vessie natatoire).
08	Séparer l'estomac, les caecums pyloriques et l'intestin. les ouvrir longitudinalement et chercher les parasites sous binoculaire.
09	Récolte, dénombrement et mensurations des parasites ; après ouverture de la cavité abdominale, la vessie est isolée entièrement et délicatement sectionnée pour ne pas endommager les parasites dont le corps sensible peut s'abimer sous la moindre pression. Aussi ,soigneusement prélevés ,rincés à l'eau distillée et comptés, les nématodes sont mesurés (longueur totale)

- ✓ **Dissection et prélèvement des vessies :**

Figure 8 : Mesure biométrique et dissection des anguile(Arfaoui,Ferhati,2022)

Figure 9 : prélèvement de la vessie gazeuse et récolte des parasites (Arfaoui,ferhati,2022)

- ✓ **Traitement des parasites récoltés et identification**

Nous débutant l'examen de la vessie gazeuse par l'évaluation de son état de dégradation (vessie opaque, hémorragique, nacrée, translucide) .
Les parasites rencontrés dans la vessie natatoire sont prélevés, et dénombrés .

L'étude de l'anatomie des parasites récoltés est réalisée à l'aide d'une loupe Stéréo-microscopique.

- ✓ **Indices parasitaire**

Les mesures les plus communes de l'ampleur de la population de parasites chez l'hôte sont la prévalence ,l'abondance moyenne et l'intensité moyenne (Bush et al,1997) ;elle sont calculées comme suit :

- **Le taux d'infestation(prévalence)** :c'est le nombre d'anguilles infestées /nombre total d'anguilles x100.
- Le degré d'infestation (intensité moyenne de l'infestation) :c'est le nombre total de parasites trouvés chez les anguilles infestées /nombre d'anguilles infestées .
- L'abondance :c'est le nombre total de parasites trouvés chez les anguilles infestées/le nombre total d'anguilles.

Résultats

3. Résultats :

3.1. Parasites de la vessie gazeuse :position systématique et Morpho-anatomie

Anguillicola crassus

Embranchement : Nematoda

Classe: Spirurida

Famille: Anguillicolidae

Genre: Anguillicola

Espèce: *Anguillicola crassus*

- Larve de 2ème stade (L2) elles sont libre filiformes, elles maintiennent la cuticule des larves de 1er stade ; cette cuticule se présente sous forme d'une couche friable autour des larves L1 à l'exception de la partie postérieure . La partie conique antérieure porte une dent larvaire et la paroi interne de l'extrémité antérieure de l'œsophage est sclérifiée. Dans la même partie sont présentes de petites granulations qui peuvent être perçue à fort grossissement (100). L'œsophage bulbeux est gonflé au niveau de son extrémité postérieure et le contour du tractus digestif est difficilement reconnaissable. Dimensions : Longueurs (µm): 272±16,27 ; largeurs (µm) : 17,6±0,97 (Blanc, 1992).

- Larve de 4ème stade (L4) 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 ; la forme et la taille des larves changent avec leur croissance. Quand les crêtes de la cuticule disparaissent et la taille de la larve passe de 1200 µm à 1600 µm, ceci annonce la 3 -ème mue. A ce moment, la forme et la partie apicale de la larve deviennent rondes. Elle a la même taille que la larve L3. La partie postérieure est incurvée ventralement, l'ornementation scléroïde ainsi que la papille céphalique sont les mêmes que celles présentes chez la larve L3. Les dérides, l'aile latérale ainsi que la pièce scléroïde en forme de V ne sont pas présentes. La cavité buccale ne présente pas de paroi scléroïde. L'œsophage est court .

- Adulte Les adultes et les pré-adultes ont été décrits par plusieurs auteurs (Kuwahara et al., 1974 ; Moravec et Taraschewski, 1988). Ils différent des larves de 4ème stade par la paroi scléroïde de la capsule buccale présentée en une rangée de 17 à 22 dents relativement grandes et par l'absence de l'ornementation scléroïde en forme de U. Chez la femelle, la vulve est

ouverte ; alors que chez le mâle, 5 à 6 paires de papilles caudales sont présentes et le cloaque est primitif (Blanc, 1992).

- **Cycle de vie *d'Anguillicola crassus***

L'accouplement ce fait dans la vessie natatoire de l'anguille et les larves du ver sont libérés dans l'eau ;ces dernières se fixent sur le sol, est seront mangés par les copépodes (hôte intermédiaire) ;les copépodes seront mangés par les anguilles (Hôte définitif) et le ver peut compléter son cycle de vie dans la vessie natatoire de l'anguille. Si les copépodes sont mangés par d'autres poissons , le ver de la vessie natatoire reste inactif dans cet hôte intermédiaire supplémentaire (Hôte paraténique) Fig. : Les différents stades *d'Anguillicola crassus*.(Sassal 2006)

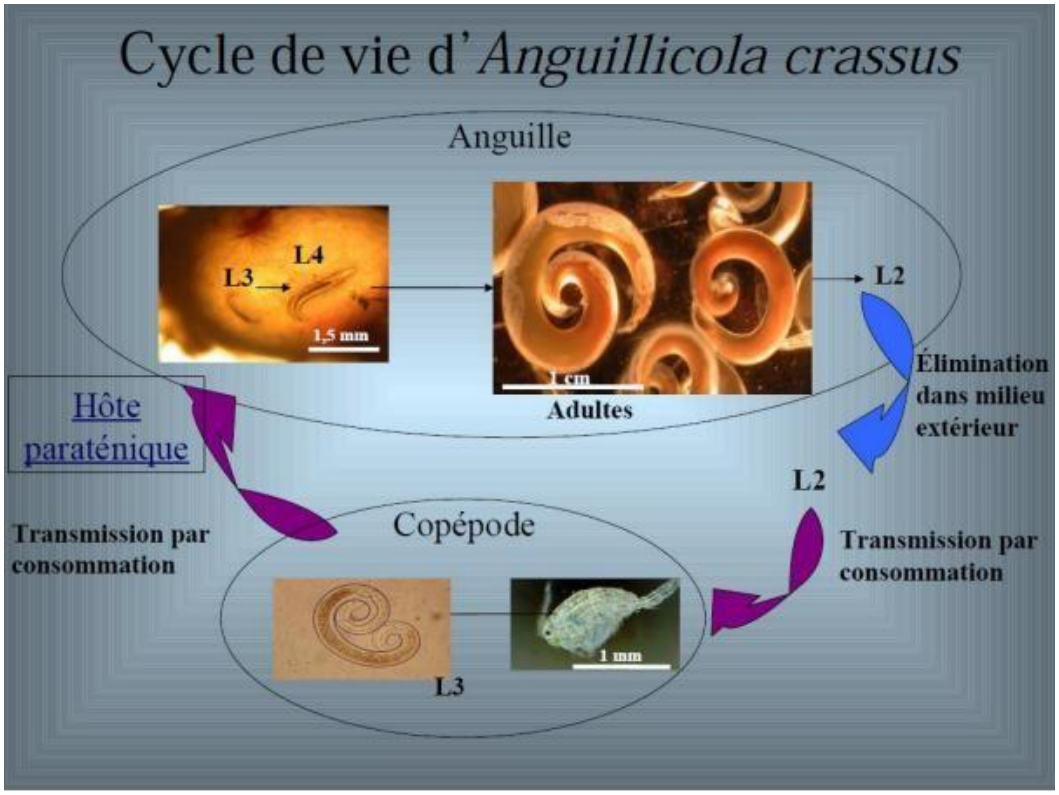

Figure 10 : Les différents stades d'Anguillicola crassus.(Sassal 2006)

- **Répartition**

Ce Nématode originaire du Sud-est asiatique et endémique de l'anguille japonaise Anguilla japonica a été introduit dans les années 1980 en Allemagne avec des civelles de Taiwan et de Nouvelle Zélande destinées à l'élevage. Le premier cas d'anguillicolose décrit en Italie (lac de Bracciano proche de Rome) en février 1982 par Paggi et al. (1982) était, selon Moravec et

Taraschewski (1988), en fait, dû à *Anguillicola australiensis* (= A. novaezelandiae introduit avec Anguilla australiensis importée d'Australie. La première description d'Anguillicola crassus en Europe, dans des anguilles de l'Ems et de la Weser, est due à Neumann (1985), ce parasite étant connu depuis 60 ans en Asie et Australie où il avait été décrit par Yamaguti (1935). Ce Nématode a été rencontré dans presque tous les pays européens : Allemagne (Fleuve Ems, en 1985 : Koops et Hartmann, 1987 ; Taraschewski et al., 1987), Pays-Bas (juillet 1985 : Van Banning et al., 1985), Belgique (décembre 1985 : Belpaire et al., 1987 et 1989a et b), Danemark (1986 : Koie, 1988b), Suède (1988 : Hoglund et Andersson, 1993), Hongrie (septembre 1990 : Szekely et al., 1991), Grande Bretagne (fin 1987 : Kennedy et Fitch, 1990), Italie (Can Estrin l-Trotti, 1987), Espagne (avril 1987 : Belpaire et al., 1989b), France (automne 1985, étang du Grand Palun, Camargue : Dupont et Petter, 1988). Il a ainsi atteint des taux d'infestation assez élevés chez son hôte (Taraschewski et al., 1987 ; Moravec et Taraschewski, 1988 ; Moravec, 1992 ; Würtz et al., 1998 ; Sures et al., 1999a). Il a également colonisé les populations d'anguilles peuplant l'Afrique du Nord (il a été signalé pour la première fois au Maroc par El Hillali (1996), en Tunisie par Maamouri et al. (1999) et en Algérie par Meddour et al. (1999) et Djebbari et al.,(2005) et s'est étendu jusqu'à l'Amérique du Nord prenant comme hôte définitif l'anguille américaine Anguilla rostrata (Johnson et al. 1995). Actuellement, son aire d'extension géographique recouvre celle de l'anguille européenne.

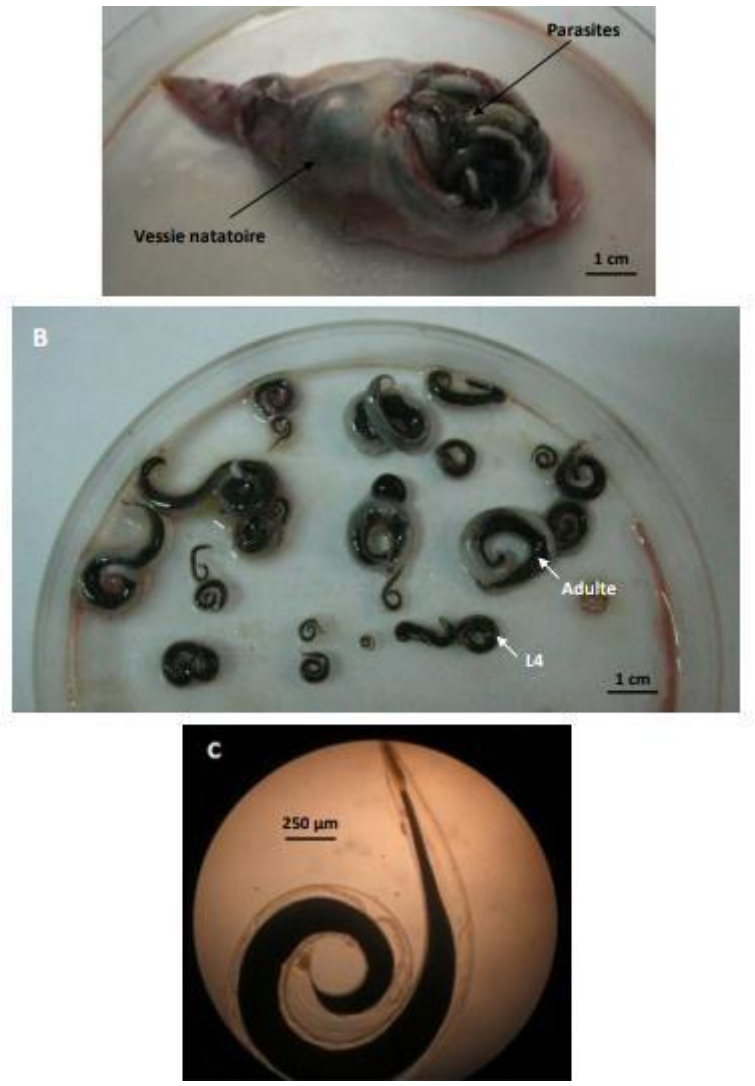

Figure11 . Vessie gazeuse d'une anguille argentée massivement infestée par *Anguillicola crassus* (A). Différents stades (larves et adultes) (B). Adulte isolé (C). (Photos: Présent travail, 2016)

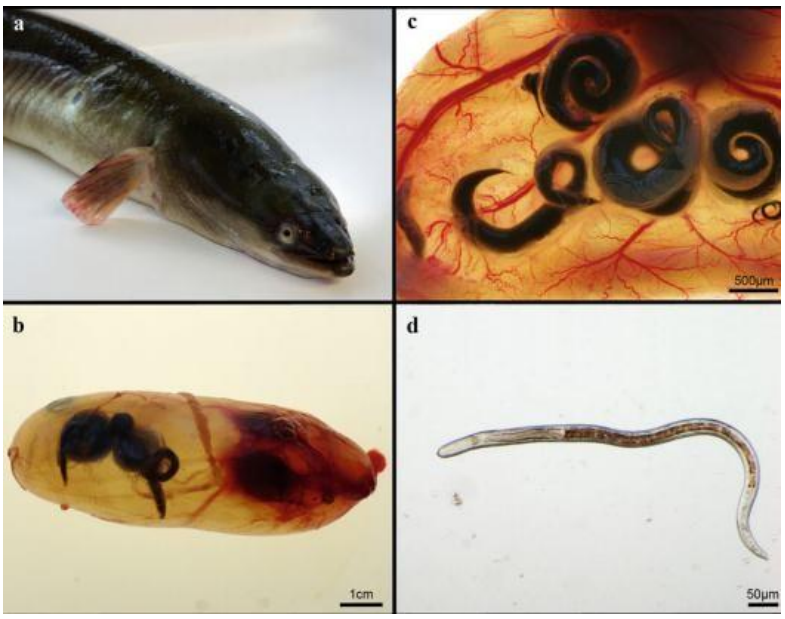

Figure 12 : *Anguillicola crassus*(site internet)

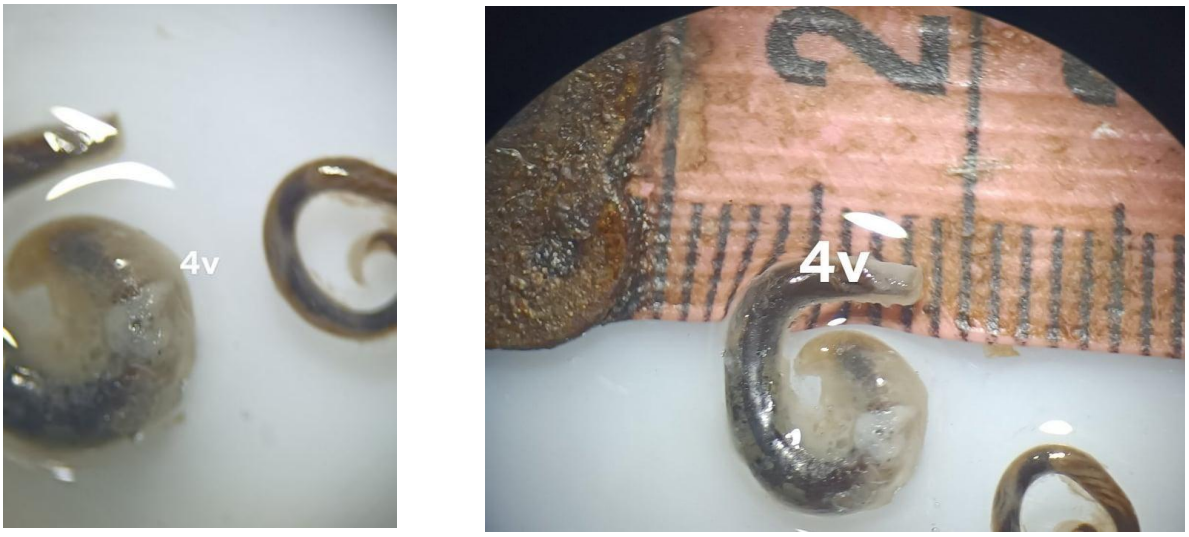

Figure13 :*Anguillicola crassus* (Arfaoui,Ferhati,2022)

- **Pathogénicité** *« Anguillicolose »*

L'agent pathogène étant *Anguillicola crassus*, ce nématode de la vessie natatoire est spécifique à l' anguille.

Après l'installation du nématode une réaction de type inflammatoire est visible au niveau de la vessie avec une dilatation des vaisseau sanguins , hémorragie ,hypertrophie et

épaississement des parois ,la pigmentation du conjonctif externe ,et la présence de vers ou d'exsudat dans la lumière de la vessie.

Tout cela va avoir un impacts directe sur la vessie natatoire a savoir :

- ✓ Une diminution du volume fonctionnel de la vessie ,voire une totale dégradation de l'orge .
- ✓ La vitesse de nage diminuée.

Conséquences sur la condition corporelle et la capacité du poisson pour effectuer la migration. L'infection semble diminuer avec l'augmentation de salinité.Toutes les classes de taille en phase continentale sont concernées.

Figure14 :Anus hémorragique d'anguille(Arfaoui,Ferhati,2022)

3.2. Indices parasitologiques relevés dans le Tonga

L'indentification des parasites rencontrés dans la vessie natatoire , a révélé la présence du nématode *Anguillicola crassus* .

L'évaluation des taux d'infestation par *Anguillicola crassus* enregistre des taux d'infestation de 69 % .

Les valeurs de l'intensité d'infestation par le sont de l'ordre de 1.8 parasites par poisson infesté ; quant 'aux valeurs de l'abondance du cestode elle enregistre 1.3 parasite par poisson examiné (fig.15)

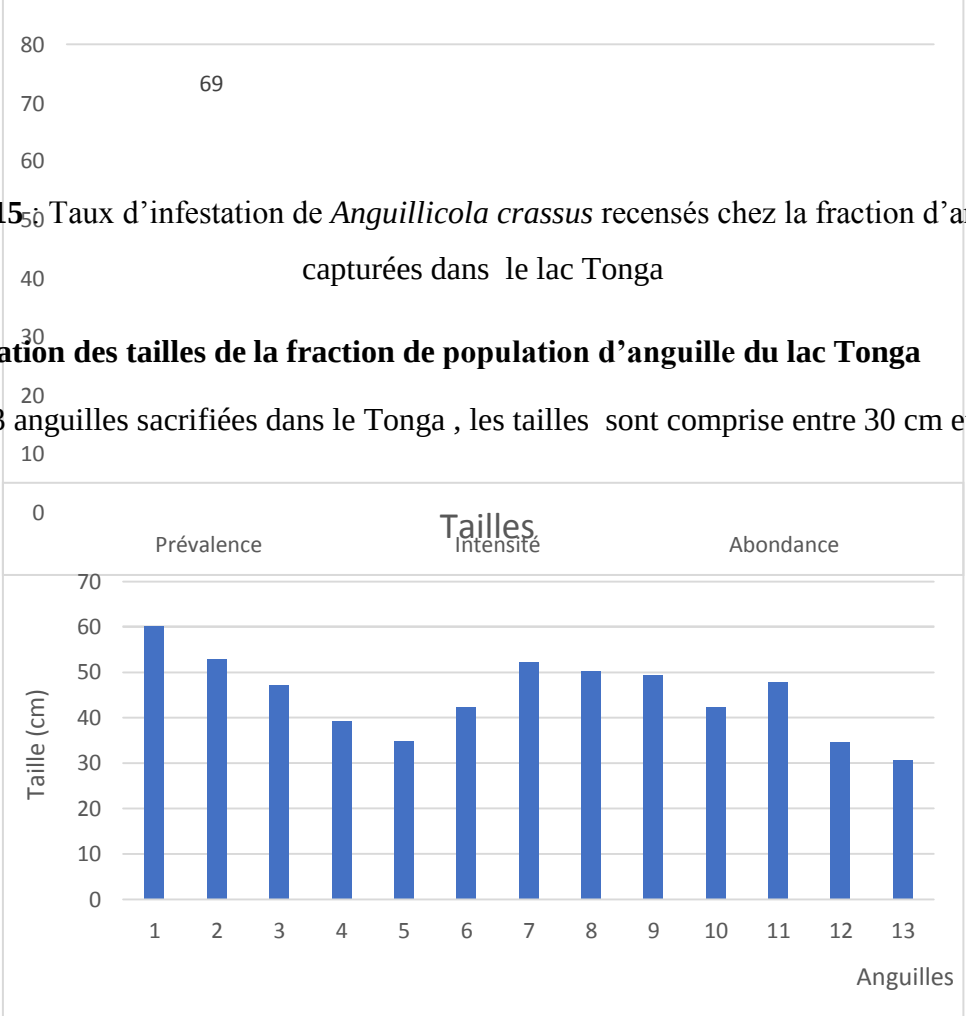

Figure15 Taux d'infestation de *Anguillicola crassus* recensés chez la fraction d'anguilles capturées dans le lac Tonga

3.3. Variation des tailles de la fraction de population d'anguille du lac Tonga

Sur les 13 anguilles sacrifiées dans le Tonga , les tailles sont comprise entre 30 cm et 60 cm

Figure16 : distribution des tailles des anguilles

3.4. Variation des poids de la fraction de population d'anguille du lac Tonga

Les poids des anguilles sacrifiées dans le Tonga , sont compris entre 56g et 425 g

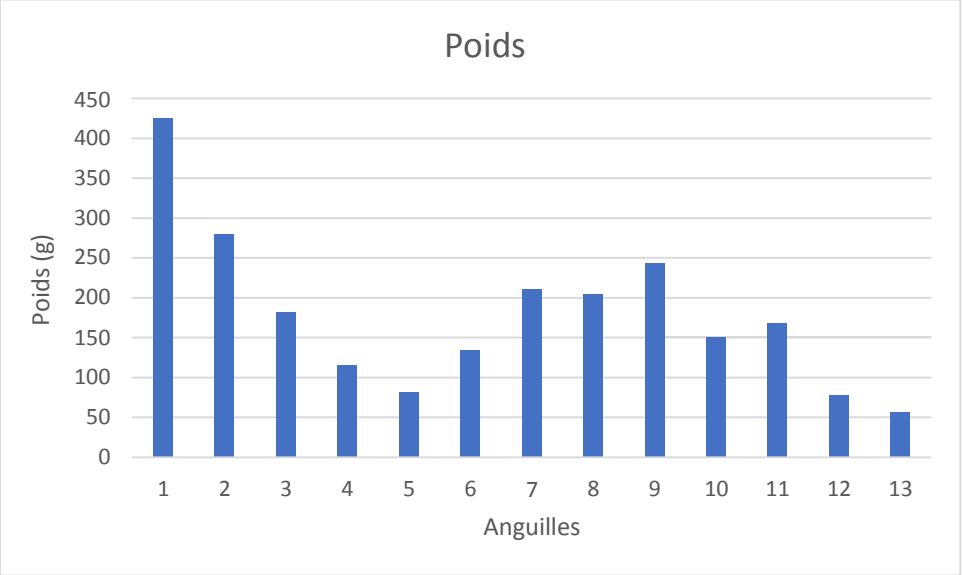

Figure17 : distribution des poids des anguilles

3.5. Coloration

Dans cette petite fraction de la population d'anguille pêchées dans le lac Tonga nous avons pu séparer les anguilles en deux groupe par à port a la couleur de la robe de l'anguille ; 62% été des anguilles jaune et plus de 30% des anguilles argentée .

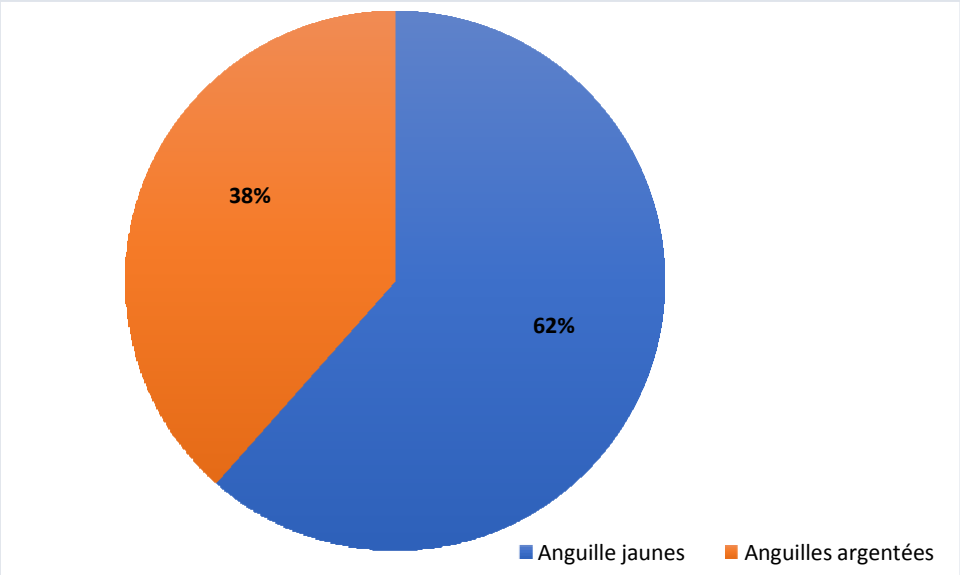

Figure18 : distribution des colorations des anguilles

- **Argenture en en fonction des tailles**

La taille moyenne des anguilles jaune est de 39.9cm avec un écart-type de 6.18 quant ‘aux anguilles argentées elles enregistres une tailles moyenne de 53.02cm avec un écart-type de 4.2

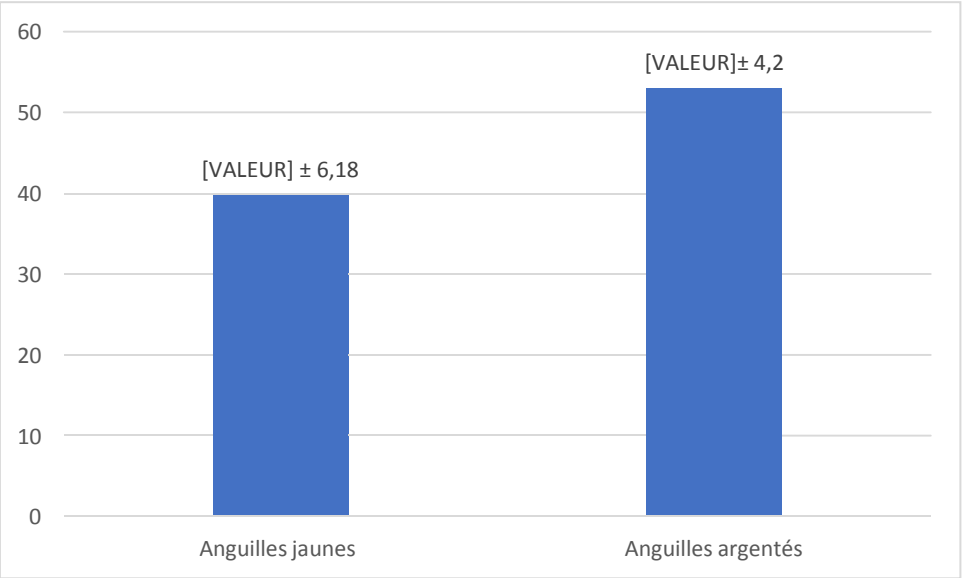

Figure19 : distribution des tailles en fonction de la coloration des anguilles

- **Coloration des anguilles en fonction des poids**

Le poids moyen des anguilles jaune est de 120.75g avec un écart-type de 45.82 quant ‘aux anguilles argentées elles enregistres un poids moyen de 272.6g avec un écart-type de 90.15

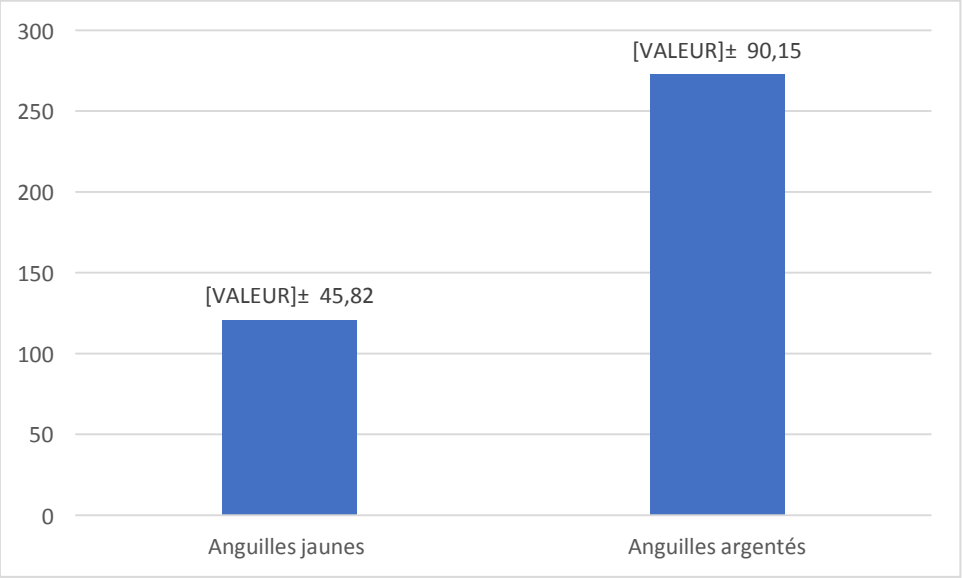

Figure 20: distribution des poids en fonction de la coloration des anguilles

- **Argenture et parasites**

La figure 21 montre que les anguilles jaune sont plus parasités que les anguilles argentés

7sur 8 et 2 sur 5 respectivement

Nous notons aussi que la couleur de la vessie natatoire est opaque pour la majorité des anguilles 10 sur les 13 anguilles examinés

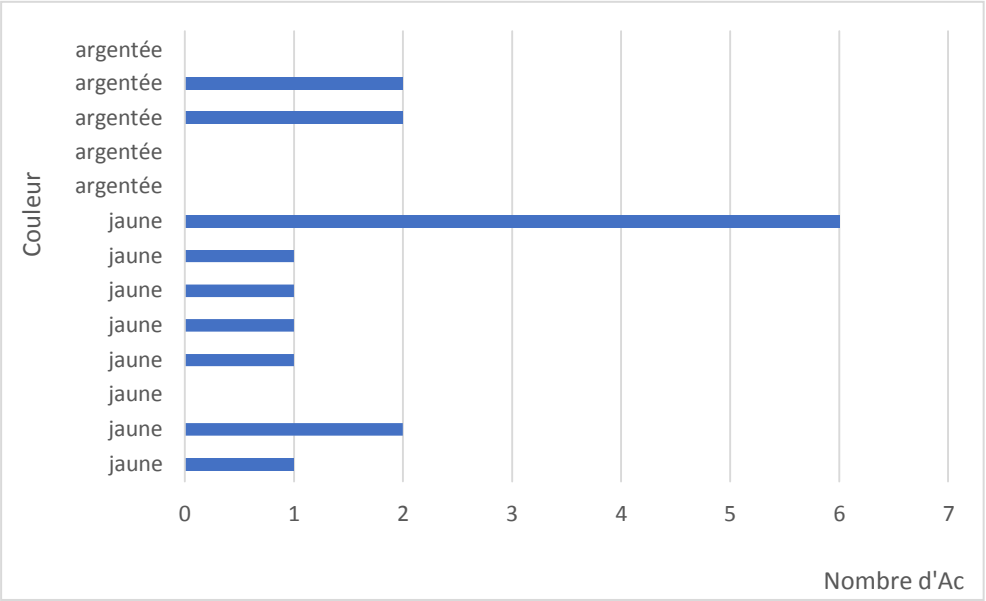

Figure21 : distribution des parasites en fonction de la coloration des anguilles

Discussion

4. Discussion :

La présente étude nous a permis de réaliser une initiation à la recherche scientifique qui porte sur l'examen parasitologique de 13 anguilles pêchées dans Le lac Tonga .

Nous nous sommes intéressés sur les endoparasites de la vessie natatoire des anguilles .

L'examen minutieux de la vessie natatoire nous a révélés la présence du nématode *Anguillicola crassus* du poisson. *Anguillicola crassus* est un parasite spécifique de l'anguille .

Plusieurs travaux sur l'infestation parasitaire de l'anguille on étaient réalisés en Algérie (Meddour , 2009-Boudjadi 2010, Djebbari 2012-Tahri 2014) et dans le monde.

L'anguille offre la particularité d'héberger un grand nombre de parasites. 46 espèces de parasites ont été identifiées dans les anguilles d'un lac danois (KOIE, 1988 a et b).

Le nématode (*Anguillicola crassus*) est présent dans la vessie natatoire des anguillidés. Il a été prouvé qu'il vivait dans l'anguille du Japon, *Anguilla japonica*, en Asie du Sud-Est, sans causer d'effets pathologiques graves. Néanmoins, lorsque *l'A. japonica* a été importée en Europe à des fins d'élevage dans les années 1980, le nématode s'est frayé un chemin dans les cours d'eau naturels et a infecté les populations sauvages d'anguilles d'Europe (De Charleroy et al.,1990).

Le parasite s'est répandu à une vitesse alarmante et est maintenant présent dans toute l'aire de répartition de l'anguille d'Europe qui, en tant qu'hôte définitif , fait preuve d'une forte prévalence en termes d'infection (Moravec, 1992 ; Baruš et al., 1999 ; Evans et al., 2001), ainsi que des effets physiologiques négatifs dus à sa présence dans les vessies des anguilles (Gollock et al., 2005)

Du fait que de la migration océanique de l'anguille d'Europe reste mystérieuse , il est extrêmement difficile d'évaluer les effets du parasite sur ce comportement, que ce soit à l'état sauvage ou en laboratoire. Toutefois, certaines études indiquent que sa présence pourrait avoir des effets négatifs sur la migration. Fazio et al., (2012) a prouvé que la présence du parasite perturbait la métamorphose en anguille argentée ; selon Palstra et al., (2007), il diminuerait les capacités des anguilles infectées à nager ; et Würtz et Taraschewski (2000) ont indiqué que la migration de la larve du parasite dans la vessie natatoire pouvait entraîner des dommages et une

fibrose de l'organe. Comme nous savons à présent que la migration implique une migration verticale journalière (Aarestrup et al., 2009), les dommages et la perte potentielle des fonctions de la vessie natatoire, qui peut jouer un rôle important dans ces déplacements, tout comme la nature hématophage du parasite, pourraient compliquer la migration. Cela dépendrait fortement du nombre de vers et de la taille et de la condition physique du poisson, mais il est difficile d'imaginer qu'un fardeau aussi lourd n'ait pas au moins quelques effets sur les migrations horizontales et verticales de l'anguille .

Nos résultats ne sont pas représentative c'est pour cela que nous ne pouvons pas les comparés avec les études entrepris précédemment dans le lac Tonga.

Pour essayer de comprendre cette déperdition plusieurs hypothèse peuvent être émise !!

L'absence des hôtes intermédiaires indispensables au déroulement des cycles hétéroxènes des parasites, les conditions du milieu (température, salinité, vitesse du courant) qui agissent sur le développement des différents stades du parasite et l'état des milieux (la pollution influe sur l'abondance des hôtes intermédiaires) jouent un rôle dans la variation des paramètres épidémiologiques (Barker & Cone, 2000; Gargouri Ben Abdallah et Maamouri, 2005; Maillo et al., 2005).

L'augmentation de salinité est corrélée à une diminution de la diversité parasitaire (Koie, 1988; Kennedy et al., 1997).

Conclusion

5.Conclusion :

Cette étude fait apparaître :

- Une seule espèce est identifier dans la vessie natatoire des anguilles « *Anguillicola crassus* »
- 9 anguille sur 13 sont infesté par *Anguillicola crassus* soit 69%
- Nous avons récolté 17 vers nématode dans les vessies des anguilles touchées.
- Les vessies de 10 anguilles sur 13 était opaque ce qui montre que le parasite a endommagé cet organe.

Les résultats obtenus nous ouvrent un grand nombre de perspectives d'étude aussi bien sur l'hôte et son environnement que sur la communauté de parasites qu'il héberge ; il serait donc intéressant :

- ✓ De compléter ce travail de recherche par un échantillonnage plus conséquent durant une année ;
- ✓ D'identifier et dénombrer les hôtes intermédiaires des espèces parasites rencontrée ;
- ✓ De rechercher les facteurs abiotiques et biotiques susceptibles d'avoir un impact sur le cycle évolutif des parasites.

Références bibliographiques

Réfférences bibliographiques

A

Aarestrup,K ,okland,F,Hansen ,M,M,Righton ,D,Gargan ,p,Castonguary,M,Bernatchez,L,Howey ,P,Sparholt ,H ,Pedersen,M ,I,and Mckinley,R.S.(2009)Oceanic spawning migration of the European eel (*Anguilla anguilla*).Science 325 :1660 .

AdamG.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.299PP.

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

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

B

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

Baisez A. 2001. Optimisation des suivis d'abondances et des structures de taille de l'anguille européenne (Anguilla aguilla, L.) dans un marais endigué de la côte atlantique: relation espèce/habitat. Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse III.

Barker,D.E ,et D.K.Cone .2000.occurence of Ergasilus celestis (Copepoda)and pseudodactylogryrus anguillae (Monogenea)amonge wild eels (Anguilla rostrata)in relation to stream flow ,ph and temperature and recommendations for controlling their transmission among captive eels. Aquaculture 187 ;261_274

Barus,M,Mojave,F .and prokes,M(1999)Anguillicolosis of the European eel(*Anguilla anguilla*)in the czech Republic.Czech Jounal of Animal Science 44 :423_431.

Bruslé J.1990 L'anguille européenne (Anguilla anguilla), une espéce jugée commune jusqu' à la derniere d écennie, mérite_t_elle d'acquérir aujour'hui le

statut d'espece menacée ?Bulletin de la société Zoologique de France, 144 :61_73 .

C

Combes c,2001.les associations du vivant.l'art d'etre parasite.Flammarion, Paris

D

Deelder CL. 1985. Exposé synoptique des données biologiques sur l'anguille, Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758), FAO, Rome.

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.

E

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.

F

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

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

G

Gollock,M.J ,Kennedy C.R.and Brown ,J.A(2005)European eels,*Anguilla anguilla*(L),infected with Anguillicola crassus exhibit a more pronounced stress response to severe hypoxia than uninfected eels. Journal of Fish Diseases 28 :429_436.

H

Hogland J.AnderrsonJ.wichkstrom H Reizenstein M.1993.the distribution of anguillicola in swedn and its association with thermal discharge areas irish fisheries investigations series A(Freshwater) 36 :143_150.

J

.Jhonson S.K,Fries L ,T ,Williams J.et Huffman D.G.1995.Presence of the parasitic swin adder nematode, Anguillicola crassus,in texas aquaculture.World aquaculture ,26 ;35_ 36.

K

Keith P ,Allaridi J.(Coord) ,2001.Atlas des poissons d'eau douce de France .patrimoines naturels,47,387P .

Kennedy C.Ret Fitch D.J.1990.colonisation, larval survival epidemiology of the nematode Anguillicola crassus, parasitic in the eel, Anguilla anguilla, in britain J.Fish

Koie M. 1988b. Parasites in eels, Anguilla anguilla (L.) from eutrophic lakeEsrum. Acta parasitol. Pol. 33, 89-100.

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

Kuwahara A., Niimi A. et Itagaki W. 1974 (Nematoda : Dracunculoidea) in the intermediate host . Folia Parasitol, 40, pp. 39-48.

M

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

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

Meddour A., Meddour-Bouderda K. et Bensouilah M., 1999. Bilan d'une pisciculture extensive et parasite des poissons de la lagune Mellah et du lac oubeira (Parc National d' El Kala). Procceding de J'NESMA 99, Alger du 29 au 31 mai 1999; pp657-670

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

Moravec F. et Taraschewski H. 1988. Revision of the genus Anguillicola Yamaguti, 1935 (Nematoda, Anguillicolidae) of the swimbladder of eels, including descriptin of two new species. A. novaezelandiea sp. N. and A. papernai sp. N. Folia Parasitologica, 35: 125146

Moravec,F(1992)Spreading of the nematode Anguillicola crassus (Dranunculoidea)among the eel populations in europe.Folia Parasitologica 39 :247_248

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.

N

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

P

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

R

Robinet,T .and Feuntenu,E .(2002)sublethal effects of exposure to chemical compounds :a cause for the decline in Atlantic eels ?Ecotoxicology11 :256_277.

S

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

Szekly C.Lang M et Csaba G.1991.First occurrence of Anguillicola crassus in hungrary bull .Eur Assoc fish pathol 11(4),162_163

T

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

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

V

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

W

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

Y

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

Site internet

https //Fr.m.wikipedia. org

https //www.lograrni.fr

SSaf .com