

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة باجي مختار عنابة

Badji Mokhtar –Annaba University  
Université Badji-Mokhtar, Annaba



Faculté des sciences  
Département de Biologie

Laboratoire d'Ecobiologie des  
Milieux Marins et Littoraux

## MÉMOIRE

*Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Magistère en Ecologie Animale*

# Les parasites de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* capturée dans le lac Tonga (P.N.E.K).

Option :Gestion des populations naturelles.

Par Melle : BERKOUS Nedjoua

Devant le Jury

PRÉSIDENT : Mr. DJEBAR. A. B (Prof, Univ. Annaba)  
DIRECTEUR : Mr. BENSOUILAH. M (Prof, Univ. Annaba)

EXAMINATRICE : Mm. BOUSLAMA. Z (M.C., Univ. Annaba)  
EXAMINATRICE : Mm. BENDALI née Saoudi. F (M.C., Univ. Annaba)



*Année 2008*



*Les parasites jouent un rôle majeur dans la richesse et la complexité des écosystèmes. Ils survivent aux grandes perturbations climatiques et géologiques et co-évoluent. Avec leurs hôtes, ils favorisent le maintien de la stabilité à travers les temps géologiques. Leur protection est fondamentale en biologie de la conservation.*

.....Combes, 1995

## **Remerciements**

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

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

*Mes vifs et sincères remerciements vont à Monsieur le professeur **Bensuilah**. M qui m'a encadré durant toute la période d'étude.*

*Je suis très reconnaissante à Madame **Bousslama**. Z, qui me fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Je suis très honoré que Madame **Bendali née Saoudé**. F, examine ce modeste travail.*

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



## **Résumé:**

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

L'examen de 360 poissons appartenant à l'espèce *Anguilla anguilla* de la famille Anguillidae pêchée dans le lac Tonga, nous a permis de récolter 2526 parasites. 1785 ectoparasites réparties en 2 classes: 1755 monogènes, 30 copépodes. 741 endoparasites; appartenant à 2 classes : 583 nématodes et 158 cestodes.

L'observation des critères morpho-anatomique des parasites récoltés révèle, nous a permis d'identifier deux espèces de monogènes: *Pseudodactylogyrus anguillae*, *Pseudodactylogyrus bini*, une espèce de copépode *Argulus kusafugu*, une espèce de nématode : *Anguillicola crassus*, et une espèce de cestode : *Bothriocephalus claviceps*.

Nos données montrent, que la communauté parasitaire chez l'anguille européenne est variée (5 espèces recensées). Ces espèces de parasites, montrent une prédominance des monogènes.

La richesse parasitaire est, cependant liée à certaines caractéristiques bio-écologiques, éthologiques et bio-géographiques de l'espèce étudiée; par ce que ces poissons sont des migrants et changent de milieu.

Les résultats de notre analyse, montrent que parmi les parasites recensés; 80% des spécimens à spectre d'hôte étroit sont des monogènes.

L'équilibre qui résulte de la relation hôte parasite semble être conditionnée par un ensemble de facteurs liés aussi bien à l'hôte à son environnement mais aussi au parasite.

**Mots clés:**

Ectoparasites; endoparasites; monogènes; copépode; nématode; cestode;  
*Pseudodactylogyrus*; *Argulus kusafugu*, *Anguillicola crassus*; *Bothriocephalus*  
*claviceps*; Indices parasitaires; *Anguilla anguilla* ; lac Tonga.

## **Summary:**

This study relates to the parasites of the European eel *Anguilla anguilla* populating a soft water level of the complex of wetlands that the National park of El Kala shelters (the lake Tonga).

The examination of 360 fish belonging has the species: *Anguilla anguilla* of the Anguillidae family sinned in the lake Tonga with the national park of El Kala, enabled us to collect 2526 parasites. 1785 ectoparasites divided into 2 classes: 1755 monogenean, the 30 copepoda. 741 endoparasites; holding with 2 classes: 583 nematoda and 158 cestoda.

The morpho-anatomical observation of the criteria of the collected parasites reveals, at the species host allowed us identifies R two species of monogenes: *Pseudodactylogyrus anguillae*, *Pseudodactylogyrus bini*, a species of copépode *Argulus kusafugu*, species of nematode: *Anguillicola crassus*, and a species of cestode: *Bothriocephalus claviceps*.

Our data show, in addition that the community parasitized ire varies in a species host. These species of parasites, moreover to lodge one greater number of species attached to the class monogenean. This study allowed us, to show a prevalence of the species *P. anguillae* records the highest parasitic indices.

The parasitic richness is, however related to certain bio-ecological, ethologic and biogeography characteristics of the studied species; park which these migrating fish change medium.

The results of our analysis, display that among the listed parasites; 80 % of the specimens have specter of narrow host are monogenean.

The balance which results from the parasitic relation host as well seems to be conditioned by a whole of the factors related to the host (physical, ethologic, ecological) as with the parasite.

## **Key words:**

Ectoparasites; endoparasites; monogenean; copépoda; nematoda; cestoda; *Pseudodactylogyrus*; *Argulus kusafugu*, *Anguillicola crassus*; *Bothriocephalus claviceps*; Parasitic indices; *Anguilla anguilla*; lake Tonga.

## الملخص :

تمحور هذا العمل في دراسة الطفيليات عند الأنقليس الأوربي l'Anguille européenne من النوع *Anguilla anguilla* المصطادة من بحيرة تونقا (Tonga) ذات المياه العذبة، في المنطقة الرطبة للمنتزه الوطني المتواجد في القالة .

سمحت لنا فحص 360 سمكة و المصطادة من هذه البحيرة من التقاط 2526 طفيلي تنتمي إلى أربعة أقسام: 1785 طفيلي خارجي (ectoparasites) : 1755 monogène , 30 copépode و 741 طفيلي داخلي (endoparasites) 583, nématode, و 158 cestode.

إن ملاحظة الخصائص التشريحية والبيولوجية سمحت لنا بتحديد في قسم monogènes نوعين تنتمي إلى تحت القسم Mnopisthocotylea : *Pseudodactylogyrus anguillae* و *Pseudodactylogyrus bini* ، نوع واحد من copépodes : (*Argulus kusafugu*) ، نوع من nématode (*Anguillicola crassus*) ، و نوع واحد من cestode (*Bothriocephalus claviceps*).

بينت النتائج الخاصة بمعاملات التطفل ان التكتلات الطفيلية لهذا المضيف تتكون من 5 أنواع من الطفيليات.

هذه الطفيليات تبين أن هناك سيادة بالنسبة لل monogène.

ان الغزارة الطفيلية مرتبطة بعوامل بيو ايكولوجية , اثنولوجية, و بيوجيولوجية لهذا النوع , لان هذه الأسماك تهاجر و تغير المكان.

## الكلمات المفتاحية :

الطفيليات ، *Pseudodactylogyrus anguillae*, monogène, copépode, nematode, cestode, *Pseudodactylogyrus binim* ; *Argulus kusafugu*, *Anguillicola crassus*, *Bothriocephalus claviceps* ; *Anguilla anguilla* ، معاملات التطفل، طفيلي داخلي, طفيلي خارجي , تونقا.

# Sommaire

<b>1-Introduction</b>	01
<b>2- Matériel et méthodes</b>	04
2.1 – Sites d'échantillonnage	04
2-1-1- Le lac Tonga	04
2-2-L' hôte	07
2-3 Technique de pêche	10
2-4- Méthode d'étude	11
2-5- Dissection des poissons	11
2-5-1- Récolte et traitement des ectoparasites	11
2-5-2-Récolte et traitement des endoparasites	12
2-6-Indices parasitaires	13
2-7-Paramètres structuraux des peuplements de parasites	14
2-8- Paramètre physicochimique	15
2-9- Analyse statistique	16
<b>3-Résultats</b>	17
3-1-Identification des parasites récoltés	17
3-1-1- Les ectoparasites	17
*L'espèce du genre <i>Pseudodactylogyrus</i>	22
*L'espèce <i>Argulus kusafugu</i>	25
3-1-2- Les endoparasites	25
*L'espèce <i>Anguillicola crassus</i>	27
*L'espèce <i>Bothriocephalus claviceps</i>	29
3-2-Dénombrément des ectoparasites branchiaux récoltés chez cette espèce	30
3-3-Indices parasitaires	30
3-3-1- Répartition des indices parasitaires	31
3-3-2-Répartition des indices parasitaires des 3 espèces de parasites branchiaux récoltés	32
3-3-3- Répartition temporelle des indices parasitaires des parasites branchiaux récoltés	33
3-3-4- Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce <i>Pseudodactylogyrus anguillae</i>	34
3-3-4- Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce <i>Pseudodactylogyrus bini</i>	35
3-3-5- Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce <i>Argulus kusafugu</i> .	36
3-4-Comparaison des peuplements des ectoparasites de cette espèce hôte	38
3-5-Dénombrément des endoparasites récoltés chez cette espèce	38

3-6-Indices parasites	38
3-6-1-répartition des indices parasites des endoparasites récoltés	40
3-6-2-Répartition temporelle des indices parasites des endoparasites récoltés	41
3-6-3-Répartition temporelle des indices parasites de l'espèce <i>Aguillicola crassus</i>	42
3-6-4-Répartition temporelle des indices parasites de l'espèce <i>Bothriocephalus claviceps</i>	43
3-7-Comparaison des peuplements des endoparasites de cette espèce hôte.	
3-8- Résultats des caractéristiques de l'eau du lac Tonga	
<b>4-Discussion</b>	
<b>5-Conclusion</b>	
<b>6-Références bibliographiques</b>	
<b>7-Annexes</b>	



---

# *Introduction*

---

## ***1-Introduction:***

L'Anguille est longtemps apparue comme une espèce commune; représentative de l'ichtyofaune des milieux littoraux (lagunes, estuaires, marais maritimes) et des eaux continentales (lacs, étangs, bassins versants). Elle présente un grand intérêt biologique car elle constitue parfois la moitié de la biomasse piscicole, comme dans les cours d'eau bretons (Porcher, 1992). Elle représente également une haute valeur halieutique, en étant la principale espèce exploitée par la pêche artisanale dans les lagunes méditerranéennes (Lecomte-Finiger et Bruslé, 1984).

Sa réputation de poisson résistant qui effectue des migrations de grande ampleur ; depuis la mer des Sargasses jusqu'aux eaux continentales européennes et Nord africaines, l'anguille est en permanence confrontée à différents types d'agresseurs. Au point qu'elle paraissait peu vulnérable aux diverses dégradations de la qualité des eaux (réchauffement, turbidité, pollution,...) induites par les activités humaines, urbaines, agricoles et industrielles.

Depuis le début des années 80, une diminution des populations d'anguilles est remarquée à l'échelle européenne. Les travaux de recherche actuels s'orientent vers une évaluation des stocks et la recherche des causes expliquant les tendances observées. Cette espèce, à tous les stades de développement, est économiquement importante pour les pêcheries estuariennes et fluviales.

La facilité d'échantillonnage en milieu continental permet de multiplier les travaux de recherche sur ces aspects du cycle. Par contre, la phase océanique et certaines étapes importantes du cycle biologique, restent peu connues. Il est, par ailleurs, impossible de pratiquer l'élevage de cette espèce mystérieuse ; de ce fait, les axes de recherche s'orientent vers la pluridisciplinarité autour de biologistes, statisticiens et océanographes pour accéder aux données manquantes du cycle, indispensable pour comprendre la ressource représentée par l'anguille.

Ainsi, sur le plan écologique, l'anguille représente un excellent « bio-indicateur » de la qualité de l'environnement. Cette capacité de bio- indicateur peut s'exprimer à différentes échelles d'espèce et de temps. Par exemple, lorsqu'une population d'anguille est abondante dans l'ensemble d'un cours d'eau, cela indique la présence et l'accessibilité d'habitats diversifiés (marais, plaines, d'inondation de vallées fluviales, zones amont des cours d'eau, etc.), mais également la qualité de l'eau sur

le plan physico-chimique, l'espèce étant particulièrement sensible aux pollutions diffuses.

Les activités piscicoles de cette espèce peuvent être confrontées à des problèmes pouvant affecter ces rendements. Parmi ces obstacles, on peut considérer les effets néfastes de pathologies parasitaires ; car certaines parasitoses peuvent être à l'origine de pertes considérables dans les élevages contrôlés par l'homme (Bauer et *al*, 1969 ; Robert, 1997).

Dans la région d'El Kala, la pratique de la pêche de l'Anguille, connaît un succès considérable avec de bons rendements économiques. Cette région dispose de potentialités hydriques naturelles appréciables représentées par les lacs Mellah, Oubeira et Tonga (rapport MPRH de la Wilaya d'El-Tarf, 2003). Dans le lac Tonga, l'espèce majeure pêchée est l'Anguille *Anguilla anguilla*. C'est à partir de 1982 que l'exploitation de l'anguille, par une société privée, a débuté au niveau du lac Tonga. La production annuelle moyenne, destinée à l'exportation vers l'Italie, était de l'ordre de 80 tonnes (rapport MPRH de la Wilaya d'El-Tarf, 2003).

De part la bibliographie consultée à ce sujet nous remarquons que l'anguille peuplant les plans d'eau algériens n'a pas fait l'objet de nombreuses d'études. Les seuls travaux entrepris ont porté sur l'observation et l'examen de quelques spécimens ; Dahraoui et Yamak (1992) n'ont examiné que deux anguilles capturées dans l'oued Messida ; Aoun et Chaib (1994) ont prélevés 64 anguilles du lac Oubeira.

Vu l'intérêt économique et biologique que présente l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) et vu le danger et l'état alarmant de cette population à l'échelle mondiale qui se situe en dehors des limites biologiques de sécurité, nous nous sommes donc intéressés à l'inventaire des parasites et au parasitisme de l'anguille européenne du lac Tonga, un plan d'eau douce que le PNEK abrite

Le présent travail entre dans le cadre d'un projet de recherche (CNEPRU) intitulé « L'utilisation de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* comme bioindicateur de l'environnement aquatique; cas du complexe de zones humides du parc national d'El Kala » .

Les objectifs visés sont:

L'identification à partir de l'observation des caractères morpho-anatomique des parasites de la branchie, de la vessie natatoire et du tube digestif de l'anguille *Anguilla anguilla* pêchée dans le lac Tonga.

- ❖ La structure des peuplements des parasites recensés
- ❖ L'évaluation du parasitisme par le calcul des indices parasitaires (prévalence, intensité et abondance)
- ❖ Le suivi de l'évolution des indices parasitaires en fonction du temps.



---

# *Matériel et méthode*

---

## ***2- Matériels et Méthodes:***

### ***2.1 – Site d'échantillonnage:***

Dans le cadre de cette étude nous avons procédé à l'examen d'anguille peuplant le lac Tonga ; c'est un plan d'eau douce qui fait partie du complexe des zones humides que le Parc National d'El Kala abrite.

#### ***2.1.1 – Le lac Tonga:***

##### ***◆ Position et dimensions :***

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 (Fig.1). Ses coordonnées géographiques au centre sont 36° 51' 511 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).

##### ***◆ 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. (source M.P.R.H. 2004).

##### ***◆ Hydrologie***

Le plan d'eau du lac Tonga dispose d'un bassin versant relativement large en comparaison avec ceux de l'Oubeïra et du Mellah. Deux cours d'eau importants drainent les eaux de surface ; le plan d'eau a un émissaire à sens unique vers la mer « le canal artificiel de la Messida ». Le lac Tonga est un milieu semi artificiel. Il a fait l'objet de plusieurs tentatives d'assèchement qui se sont échelonnées de la fin du XIX siècle jusque vers 1940.

Le lac reçoit également les eaux souterraines des nappes dans les terrains qui le bordent tout autour. C'est à ce flux souterrain que l'on doit l'échec des tentatives d'assèchement (source 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.

♦ **Diversité spécifique et production**

La pêche est théoriquement autorisée de septembre à février pour ne pas déranger la nidification des oiseaux d'eau pour lesquels le lac Tonga constitue la zone privilégiée de nidification à l'échelle du maghreb.

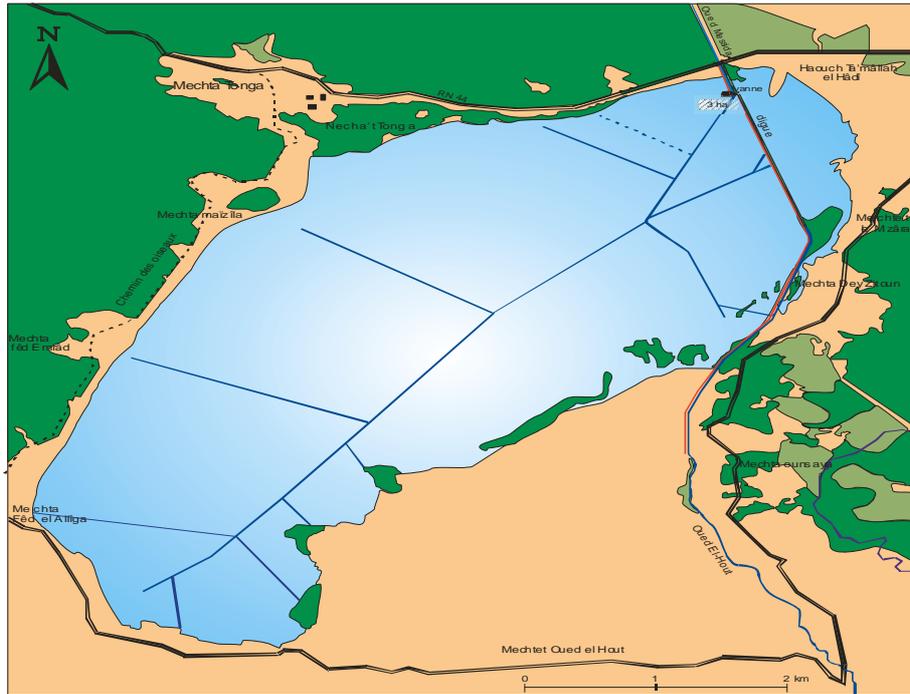
En dehors de l'Anguille, trois espèces de poisson sont recensées dans ce site : la Carpe commune *Cyprinus carpio*, le Barbeau *Barbus callensis*, la Gambusie *Gambusia affinis*

Seule l'anguille fait l'objet d'une exploitation par des concessionnaires privés. Les seules statistiques dont nous disposons concernent les quantités pêchées pour la période de 1990 à 2003 (tab. 1).

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

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

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



**Figure 1:** Carte générale du lac Tonga (source M.P.R.H. 2004).



**Figure 2 :** Photographie de la partie proche de la digue (lac Tonga)

## **2-2-L' hôte:**

Pour la détermination spécifique de l'hôte nous avons adopté la nomenclature et les critères utilisés par Fisher et *al* (1987). Ces derniers sont essentiellement basés sur la morphologie générale, la coloration et parfois la dentition.

### **♦ Caractères distinctifs:**

Cette espèce se caractérise par un corps allongé, serpentiforme, la tête est assez large, les dents sont petites et disposées en plusieurs séries sur la mâchoire et la voûte buccale, la mâchoire inférieure dépassant légèrement, la supérieure. La fente branchiale est petite et latérale ; elle s'ouvre verticalement en avant de la base de la pectorale ; les nageoires dorsales et anales sont confluentes avec la caudale, les pectorales sont bien développées mais les pelviennes sont absentes. La ligne latérale est bien distincte. De petites écailles elliptiques sont incluses dans la peau.

La coloration est variable, changeant avec le biotope et le stade de développement:

\* Au stade de l'engraissement (anguille jaune), dos brun verdâtre plus ou moins sombre et ventre jaunâtre;

\* Pendant la migration de reproduction (anguille argentée), dos noir et ventre blanc ou grisâtre à reflets argentés.

La taille Maximale est de 150 cm tandis que la taille commune est de 20 à 80 cm chez les femelles et de 30 à 40 cm chez les males (Fisher et *al*, 1987).



**Figure 3:** Photographie d'une Anguille européenne (*Anguilla anguilla*).  
(Linné, 1758).

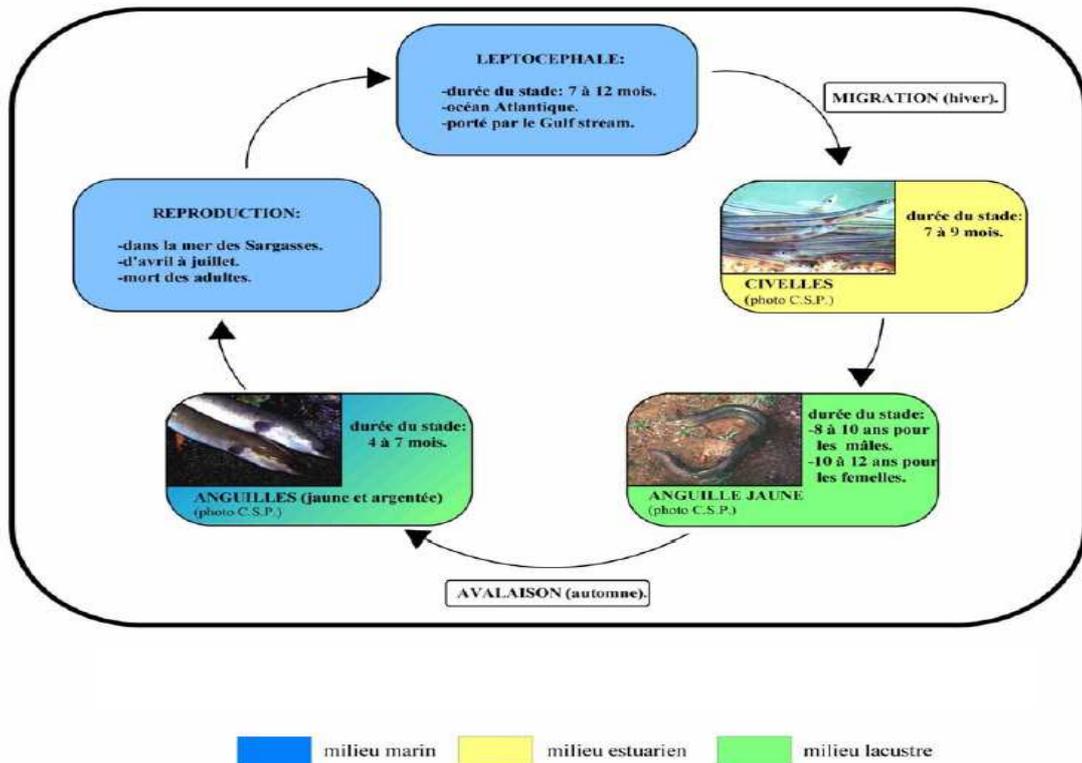
◆ **Position systématique:** Elle a été établie selon Whitehead et *al* (1984) :

Embranchement:	Vertébrés
Super-classe :	Poissons
Classe :	Osteichtiens
Sous-classe :	Apodes
Ordre:	Anguilliformes
Famille:	Anguillidae
Genre:	<i>Anguilla</i>
Espèce:	<i>Anguilla anguilla</i>

◆ **Cycle de vie de l'Anguille:**

La famille Anguillidae comporte 19 espèces dont *Anguilla anguilla*, l'anguille européenne. Cette espèce est dite amphihaline thalassotoque. Pour réaliser son cycle biologique, elle vit alternativement en eau douce et en eau salée et rejoint son lieu de reproduction en mer. Les anguilles sont présentes dans des types d'habitats très variés : estuaire, rivière, lac... Les obstacles à la migration semblent être les seules limitations à leur aire de répartition.

Le cycle biologique de l'anguille européenne est caractérisé par deux migrations transocéaniques, entre la mer des Sargasses et les côtes de l'Europe. Une première, en début de cycle au stade de larve leptocéphale et une en fin de cycle, migration reproductrice de retour vers l'aire de ponte. Entre ces deux phases migratoires et pendant la phase de grossissement, cette espèce subit différentes métamorphoses. Elles sont considérées comme des phases d'adaptation anatomiques et physiologiques aux changements de milieux (fig. 4).



**Figure 4:** cycle vital de l'anguille (Chatard, 2000-2001).

\* Stade leptocephale au cours de la première migration transocéanique vers les côtes européennes.

\* Métamorphose du stade leptocephale au stade civelle sur le plateau continental, phase préparatoire à la pénétration en estuaire et au passage du milieu océanique au milieu continental.

\* Métamorphose du stade civelle au stade anguillote en estuaire, phase de développement de la pigmentation et de colonisation des bassins versants.

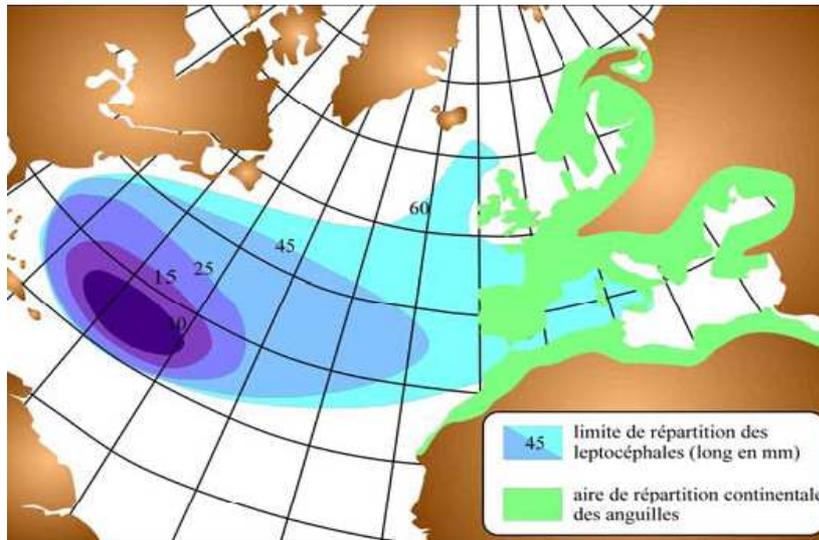
\* Métamorphose du stade anguillote au stade anguille jaune en zone continentale, phase de grossissement et de maturation des organes sensoriels et moteurs.

\* Métamorphose du stade anguille jaune au stade anguille argentée, métamorphose préparatoire au retour vers l'aire de ponte dans la mer des Sargasses.

◆ **Biologie de l'espèce:**

L'anguille est un poisson gonochorique qui se reproduit au printemps dans la mer de Sargasses. Son régime alimentaire est omnivore. Elle est catadorme et autochtone. C'est un poisson comestible et commercialisé ; il est pêché à l'aide de nasses.

◆ **Aire de répartition :**



**Figure 5:** Distribution géographique et aire de reproduction de l'anguille européenne (D'après Migado, 2005).

**2-3 Technique de pêche:**

Les spécimens sont capturés à l'aide des nasses et de barrages formés de filets installés. Les poissons capturés sont rapidement acheminés au laboratoire, vivants dans des filets.



**Figure 6 :** Capture des anguilles à l'aide de nasse

## **2-4- Méthode d'étude :**

L'espèce utilisée dans cette étude est l'anguille européenne *Anguilla anguilla* peuplant le lac Tonga. Pour la réalisation de cette étude, nous avons examiné 30 anguilles par mois pendant 12 mois (soit un total de 360 poissons).

Les anguilles capturées sont identifiées et mesurées avant d'être disséquées. La mensuration de la taille de ces dernières est effectuée à l'aide d'un ichtyomètre, de la bouche jusqu'au bout de la queue.

## **2-5- Dissection des poissons :**

### **2-5-1- Récolte et traitement des ectoparasites :**

Après la mensuration, les arcs branchiaux sont délicatement dégagés en découpant, à l'aide d'une paire de ciseaux, l'opercule de chaque côté de la tête. Les branchies sont détachées par deux incisions, une dorsale et une ventrale; les arcs branchiaux sont ensuite placés dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau de mer, ou dans des piluliers contenant du formaldéhyde à 10 % en vue de leur observation ultérieure.

La recherche, la localisation et le prélèvement des ectoparasites sont effectués par un examen minutieux des arcs branchiaux sous stéréomicroscope.

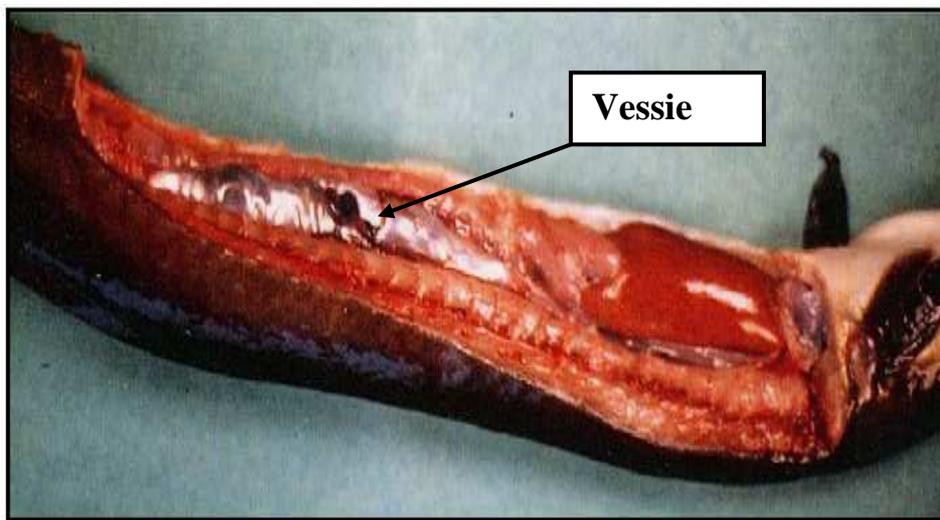
Les parasites branchiaux de la classe Monogenea sont prélevés et fixés par immersion dans du formol à 10% pendant 24 heures. Après un rinçage de 10 à 15 min à l'eau distillée, ils sont colorés au bleu de Méthylène 1%, dans lequel ils sont immergés pendant 24 heures; les pièces ainsi traitées sont ensuite décolorées par l'alcool chlorhydrique (alcool 70° auquel on ajoute quelques gouttes d'HCl) pendant 30 secondes, puis déshydratées par des passages dans 4 bains successifs (de 12 à 24 h) d'alcool éthylique à des degrés croissants (75°-85°-95°-100°). Les parasites ainsi traités sont éclaircis par le xylène puis montés entre lame et lamelle dans du baume du Canada. Le montage ainsi obtenu est déposé dans une étuve à 60° pour accélérer le séchage et permettre une meilleure observation de la morphologie et l'anatomie des parasites branchiaux. L'étude de l'anatomie des ectoparasites récoltés est effectuée au microscope optique.

En ce qui concerne les Crustacés récoltés à partir des branchies; ces derniers sont fixés par immersion dans de l'éthanol à 70° en vue leur identification ultérieure.

### ***2-5-2-Récolte et traitement des endoparasites :***

Pour la recherche des parasites de la vessie natatoire et le tube digestif, nous procédons à l'ouverture de la cavité abdominale par une incision partant de l'anus jusqu'à la tête. Après avoir dégagé les viscères nous prélevons la vessie natatoire et le tube digestif et nous les plaçons dans un pilulier. Après l'ouverture de ces organes nous procédons à l'examen et à la récolte des parasites présents. Les parasites de la vessie natatoire sont prélevés à l'aide d'une pince puis étalés sur un plan de travail afin d'être mesurés, à l'aide d'un pied à coulisse. Par la suite nous procédons à leur dénombrement.

En ce qui concerne les parasites du tube digestif, ces derniers sont prélevés et fixés dans du formol en vue de leur identification.



**Figure 7 :** Photographie d'une anguille après ouverture de la cavité abdominale (noter la présence d'*Anguillicola crassus* dans la vessie natatoire) (photo : IFREMER).

## **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**).

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

**P** = Prévalence.

**N** = Nombre d'Hôtes infestés.

**H** = Nombre de poissons examinés.

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

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

**I** = Intensité

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

*n* = nombre de parasites

**N** = Nombre d'Hôtes infestés

### **❖ Abondance parasitaire (A) :**

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

donc le nombre moyen d'individus d'une espèce de parasite ( $n$ ) par poisson examiné.

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

$A$  = Abondance

$n$  = nombre de parasites

$H$  = Nombre de poissons examinés

### ***2-7-Paramètres structuraux des peuplements de parasites :***

Le peuplement est un ensemble d'individus appartenant à des espèces différentes mais qui vivent au sein d'une même espèce. Les peuplements de parasites étudiés sont singularisés par les paramètres structuraux suivants :

#### **❖ *Richesse spécifique " S " :***

C'est le nombre d'espèces "S" contactées au moins une fois au terme de "N" relevés (Blondel, 1975). Dans notre cas, nous assimilons l'ensemble des relevés réalisés en un mois à un peuplement statistique. S sera mesuré sur l'ensemble du mois.

#### **❖ *Diversité spécifique ou diversité observée " H " :***

La diversité d'un peuplement exprime son degré de complexité. Elle est calculée à partir de l'indice de Shannon et Weaver (1949) (Daget, 1976 in Benyacoub, 1993).

$$H' = - \sum P_i \log_2 S$$

**P<sub>i</sub>** : Fréquence relative de l'espèce " i " dans un peuplement.

**S** : Richesse totale de ce peuplement.

**H'** : Exprimé en Bit par individu (Binary digit)

Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante.

La diversité varie en fonction de la richesse du peuplement et de la distribution d'abondance des espèces de ce dernier. Plus la richesse est élevée et la distribution d'abondance équilibrée, plus la diversité est forte. Les fortes valeurs de **H'** traduisent généralement un degré élevé de complexité et de maturité d'un peuplement et, par la même, la complexité des facteurs mis en jeu dans l'environnement (Benyacoub, 1993).

La diversité maximale d'un peuplement **H'** max se calcule comme suit :

$$\mathbf{H'_{max}} = \log_2 \mathbf{S}$$

**S** : Richesse totale de ce peuplement

**H'max** : Diversité théorique maximale.

#### ❖ *Équitabilité* :

L'équitabilité est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle mesure le degré d'équitabilité et de complexité d'un peuplement par l'écart de **H'** à **H'max** (Benyacoub, 1993).

$$\mathbf{E} = \mathbf{H' / H_{max}}$$

Quand E est proche de 1, la diversité observée est proche de la diversité maximale. Elle traduit alors une distribution d'abondance proche de l'équitabilité. A l'inverse, quand E est proche de 0, la diversité observée est faible et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée qui est le reflet structurant le peuplement (Benyacoub, 1993).

## 2-8- Paramètre physicochimique

Les paramètres physico chimiques étudiés sont : la température, le pH, l'oxygène dissous.

- Les mesures de la température (T°C), le pH et l'oxygène dissous (O<sub>2</sub> en mg/l) ont été réalisées « *in situ* » à l'aide de multiparamètres (fig. 8) :

- Consort 535 pour le pH.
- Radiomètre analytique (Pioneer 20) pour l'oxygène dissous et la température.

Chaque appareil doit être calibré avant d'effectuer les mesures.

L'utilisation de ces appareils consiste à :

- Faire plonger la sonde dans l'eau ;
- Attendre quelques secondes la stabilisation de l'affichage sur l'écran ;
- Lire le résultat de la mesure sur l'écran.



**Figure 8:** Photographie des deux multiparamètres utilisés.

### ***2-9- Analyse statistique :***

Nous avons calculé le coefficient de corrélation « r » de Pearson pour chaque paire de variables pour mesurer le degré de relation linéaire entre deux variables

Il suppose une valeur entre - 1 et + 1

Si une variable tend à augmenter à mesure que l'autre diminue, le coefficient de corrélation est négatif. Inversement, si les deux variables tendent à augmenter, le coefficient de corrélation est positif.



---

# *Résultats*

---

### **3-Résultats :**

#### **3-1-Identification des parasites récoltés :**

L'examen de 360 anguilles pêchées dans le lac Tonga nous a permis de récolter, de diverses parties du corps de l'animal, des spécimens de parasites rattachés à 4 classes : des monogènes et des copépodes (au niveau des branchies) ; des nématodes (dans la vessie natatoire), et des cestodes (dans le tube digestif).

L'observation des critères anatomiques et biologiques des spécimens récoltés nous a permis d'identifier 5 espèces (Tab.2).

\* Deux espèces de monogènes rattachés au genre *Pseudodactylogyrus*: *Pseudodactylogyrus anguillae* et *Pseudodactylogyrus bini* (Ogawa et Egusa, 1976).

\* Une espèce de crustacés ; *Argulus kusafugu*. (Yamaguti, 1939 ).

\* Une espèce de nématode : *Anguillicola crassus* (Kuwahara, Niimi et Itagaki ; 1974).

\* Une espèce de cestode : *Bothriocephalus claviceps* (Rudolfi, 1808)

**Tableau 2 :** Inventaire des parasites recensés chez l'anguille.

<b>Classe</b>	<b>espèces recensés</b>
monogènes	<i>Pseudodactylogyrus anguillae</i> <i>Pseudodactylogyrus bini</i>
crustacés	<i>Argulus kusafugu</i>
nématodes	<i>Anguillicola crassus</i>
cestodes	<i>Bothriocephalus claviceps</i>

#### **3-1-1- Les ectoparasites :**

##### **3-1-1-1- Les monogènes :**

 **Le genre *Pseudodactylogyrus* :**

##### **Diagnose :**

Les spécimens du genre *Pseudodactylogyrus* présentent les caractères suivants :  
Le corps mesure de 550 à 1150 µ de longueur et de 160 à 192 µ de largeur au niveau de l'ovaire. La région pré-pharyngienne présente sur la face dorsale quatre taches oculaires symétriques par rapport au plan médio-longitudinal. Les deux postérieures,

plus grandes, sont plus écartées que les antérieures. Chacune est formée d'une cupule de grains pigmentés en brun foncé. Une très légère constriction marque la limite antérieure du hapter ; celui-ci aussi large que le corps est armé de 14 crochets marginaux, de deux grands crochets et d'une barre transversale. Les crochets marginaux de type larvaire présente une orientation ventrale, ou latéro-ventrale.

***Position systématique :***

Embranchement	Plathelminthes
Classe	Monogenea, Van Beneden. 1858
Ordre	Monopisthocotylea, Odhner. 1912
Famille	Dactylogyroidea, Bychowsky. 1957
Sous famille	Pseudodactylogyridae, Ogawa. 1986
Genre	<i>Pseudodactylogyrus</i> , Gussev. 1965

***Distribution :***

La présence des spécimens du genre *Pseudodactylogyrus* a été signalée un peu partout dans le monde (Tab.3) :

**Tableau 3 :** Répartition géographique du genre *Pseudodactylogyrus*

Zones	Auteurs
Asie de l'Est	Gussev, 1965 ; Golovin, 1977
en Asie du Sud-est	Ogawa et Egusa, 1976 ; Imada et Muroga, 1977
Europe de l'Ouest	Lambert et <i>al.</i> , 1984
France	Le Brun et <i>al.</i> , 1985
Tunisie, dans le Lac Ischkeul	Neifer, 1995
Afrique du Sud	Christison et Baker, 2007

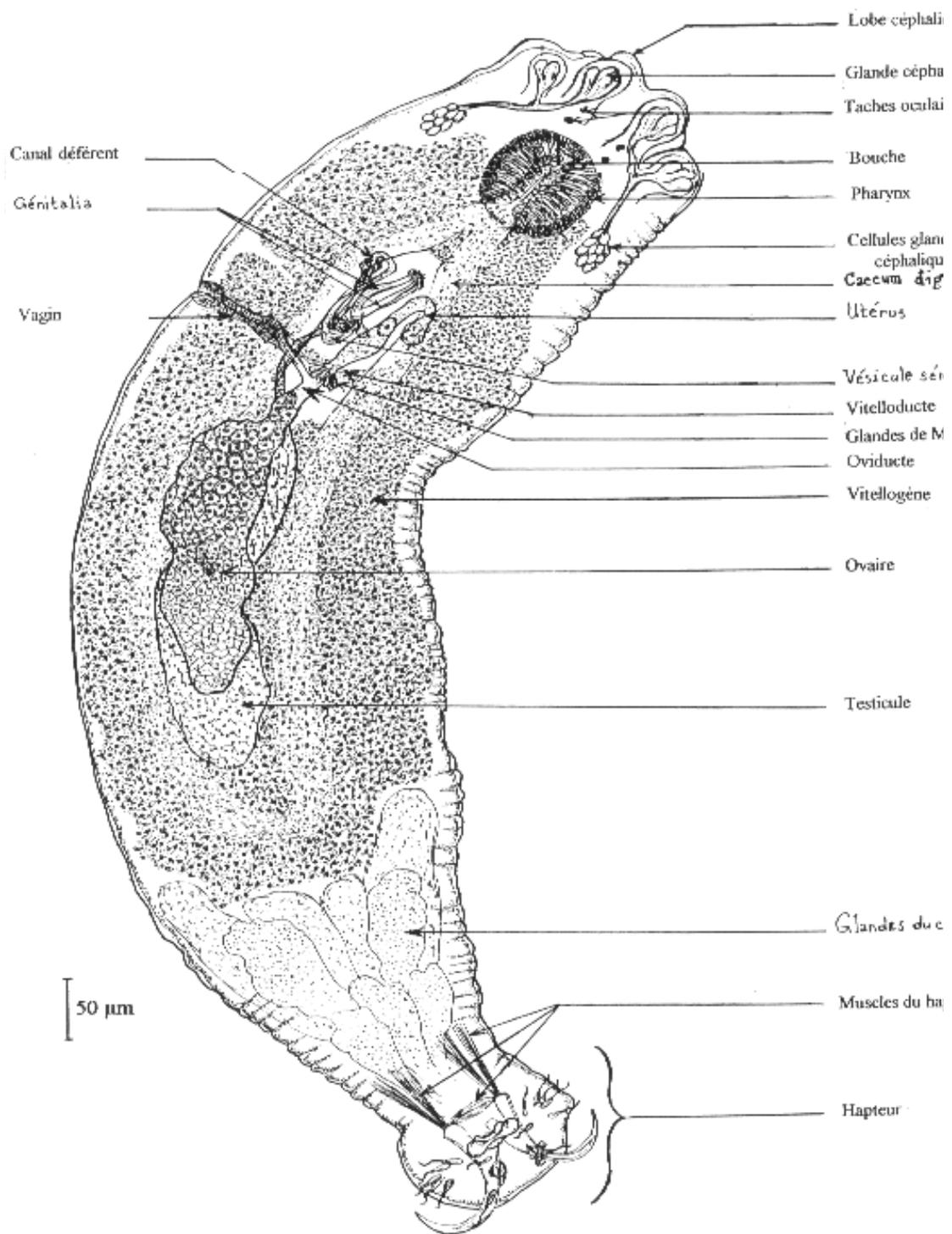


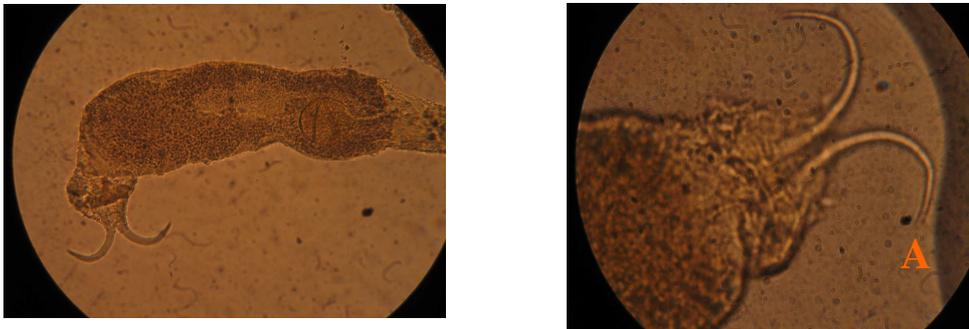
Figure xxx : Morphologie générale d'un *Dactylogyrus*, Mueller et Van Cleave, 1932.

Figure 09 : Morphologie générale d'un *Dactylogyrus*, Mueller et Van Cleave, 1932.

Il existe plusieurs espèces susceptibles d'atteindre les anguilles : *Pseudodactylogyrus microrchis (anguillae)* et *Pseudodactylogyrus bini*. (Gussev, 1965, Ogawa et Egusa, 1976, Ogawa et al., 1985).

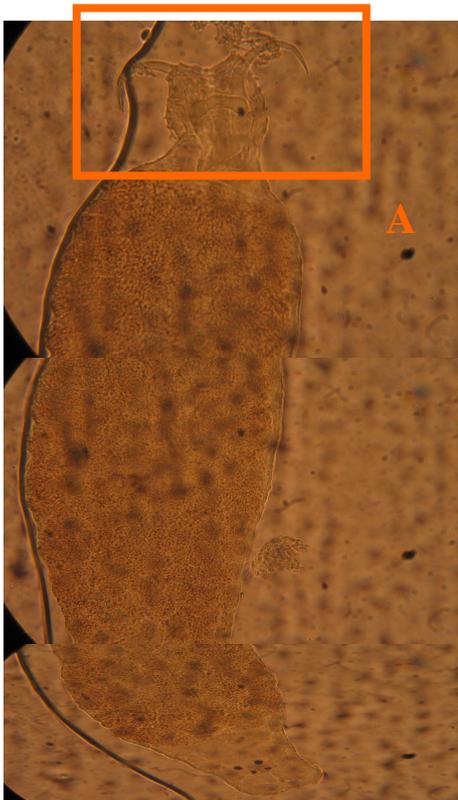
Jusqu'en 1985, les auteurs différenciaient également *Pseudodactylogyrus anguillae*, mais il a été montré récemment que ce dernier parasite n'était autre que *Pseudodactylogyrus microrchis* (Ogawa et Egusa, 1976).

\* Nous signalons la présence des deux espèces de *Pseudodactylogyrus* (*P. anguillae* et *P. bini*) chez l'espèce *Anguilla anguilla* pêchée dans le lac Tonga.



**Figure 9 :** Microphotographie d'un spécimen *Pseudodactylogyrus bini*, grossissement (x100) et l'encart de l'hapteur, grossissement (x600).

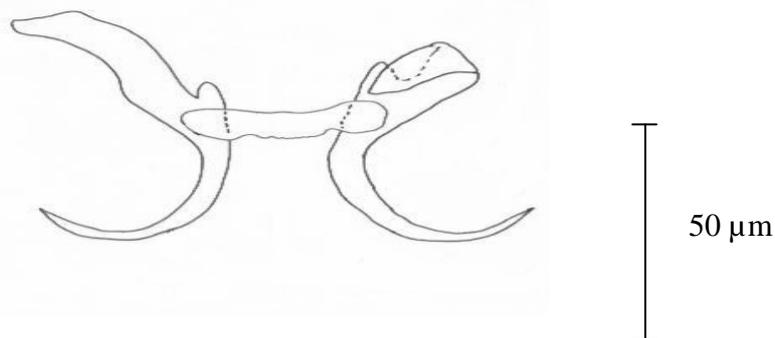
**A :** l'encart présentant l'hapteur.



**Figure 10 :** Microphotographie d'un spécimen *Pseudodactylogyrus anguillae*  
Grossissement (x400).

**A :** l'encart présentant l'hapteur

Selon certains auteurs la distribution des 2 espèces est basée sur la dimension des crochets de l'hapteur (Tab. 4). Il ressort du tableau 4 que les longueurs maximales des crochets de *P.anguillae* sont nettement plus importantes que celles de *P.bini* (presque le double dans certaines localités). A partir des dimensions des spécimens récoltés dans la présente étude, nous pouvons affirmer que l'anguille peuplant le lac Tonga abrite les 2 espèces du genre *Pseudodactylogyrus* : *P. anguillae* et *P. bini*.



**Figure 11 :** Crochets de *pseudodactylogyrus anguillae* (Neifar, 1995).

**Tableau 4 :** Longueur maximale ( $\mu\text{m}$ ) des crochets de *Pseudodactylogyrus anguillae* et *Pseudodactylogyrus bini* (Selon Sabecka et al., 2003).

Auteurs	<i>P.bini</i> ( $\mu\text{m}$ )	<i>P.anguillae</i> ( $\mu\text{m}$ )
Ogawa et Egusa (1976)	63	105
Golovin (1977)	62	100
Molnar (1983)	58	110
Chung et al. (1984)	61	114
Gusev (1985)	70	105
Buchmann (1987,1997)	61	98
Dzika et al. (1995)	59.5	105
Saraiva (1995)	68	122
Présent travail	68.6	121.3

**Tableau 5 :** Dimensions des spécimens ( $\mu\text{m}$ ) de l'espèce *Pseudodactylogyrus anguillae* récoltés dans diverses localités.

Auteurs	Ogawa et Egusa, 1976	Le Brun et al., 1985	Neifar, 1995	Présent travail (Tonga)
localité	Japon	France	Tunisie	Algérie
Longueur du corps	582-1168	770-1280	550-1150	545.5-1194
Largeur du corps	150-214	180-320	160-192	145.5-320.2
Longueur de crochets	103-121	94-118	95-113	98-121.3

En référence aux dimensions des spécimens de l'espèce *P.anguillae* provenant de diverses localités, et compte tenu des dimensions obtenues dans cette étude, nous pouvons affirmer que les spécimens récoltés chez les anguilles du Tonga appartiennent bien à l'espèce *P.anguillae*.

### 3-1-1-2- Les Copépodes :

#### 🚩 L'espèce *Argulus kusafugu* :

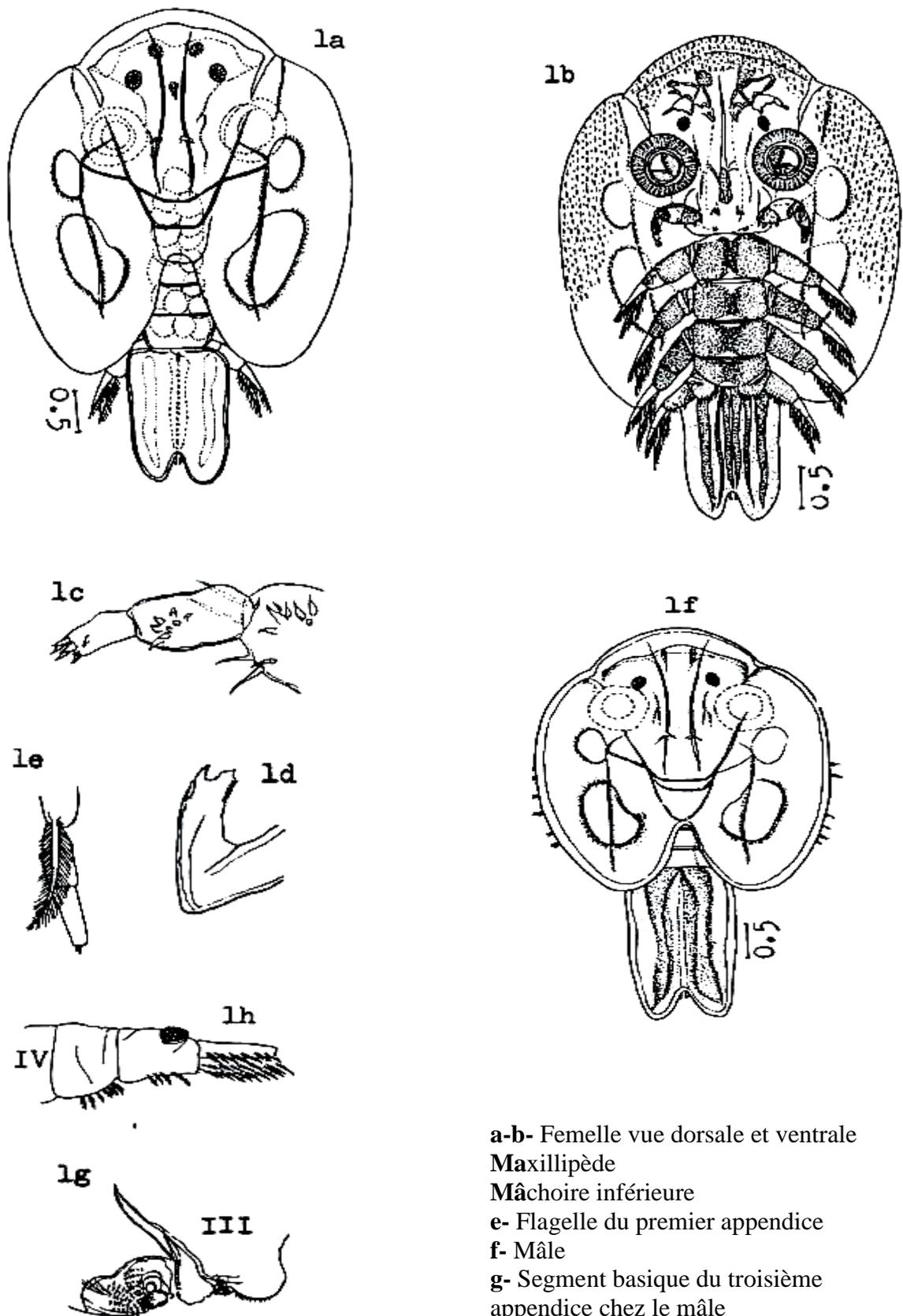
##### *Diagnose :*

Le corps est aplati dorso-ventralement ; il est couvert par une grande carapace chitineuse. Il est divisé en 3 régions distinctes : céphalothorax ; thorax ; et abdomen. La tête est fondue avec le premier segment du thorax (Bauer et *al.*, 1973). Les maxillaires supérieurs modifiés sont les organes principaux d'attachement chez les Argulidés adultes. Les stades larvaires ne présentent pas les bandes et les appendices ; c'est au stade juvénile que les annexes commencent à apparaître modifiées. Diverses épines, appendices et crochets jouent un rôle important en facilitant la fixation de l'animal à son hôte. Les espèces du genre *Argulus* sont capables de nager librement et peuvent, en effet, se déplacer rapidement dans l'eau. Cette locomotion est assurée par le battement rapide des thoracopodes thoraciques (Bauer et *al.*, 1973).

Il est probablement le plus répandu de tous les crustacés parasites. Aplati dorso-ventralement, sa taille varie de 5 (mâle) à 7 mm (femelle). La tête comporte un rostre qui permet la fixation et l'alimentation. Soit il est implanté, soit il se déplace à la surface du corps du poisson. Il est hématophage et se nourrit de sucs cellulaires et de sang.

##### *Position systématique:*

Embranchement	Arthropoda
Sous-emb	Crustacea (Pennant, 1977)
Classe	Maxillopoda (Dahl, 1956)
Sous-classe	Branchiura (Thorell, 1815)
Ordre	Arguloidea (Raffinesque, 1815)
Famille	Argulidae (Leach, 1819)
Genre	<i>Argulus</i> (Muller, 1785)
Espèce	<i>kusafugu</i> (Yamaguti, 1939).



**a-b-** Femelle vue dorsale et ventrale  
**Maxillipède**  
**Mâchoire inférieure**  
**e-** Flagelle du premier appendice  
**f-** Mâle  
**g-** Segment basique du troisième appendice chez le mâle  
**h-** Premier appendice du mâle

**Figure 12:** *Argulus kusafugu* (Yamaguti, 1939).

### ***Distribution :***

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

**Tableau 6 :** Répartition géographique de l'espèce *Argulus kusafugu* (Yamaguti, 1939).

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

Dans toutes ces régions *Argulus kusafugu* a été récolté sur les branchies de l'Anguille *Anguilla anguilla* (Linné, 1758). Nous rencontrons cette espèce parasite dans les branchies des anguilles peuplant le Tonga.

### ***3-1-2- Les endoparasites :***

#### **3-1-2-1 Le nématode *Anguillicola crassus* :**

##### ***Diagnose :***

Ce nématode représente un corps recouvert par une épicuticule lisse. La jante antérieure de la capsule buccale soutient une couronne de 22, 24, 26 ou 28 dents curcumorales. L'oesophage présente une forte proportion de muscle ; il comprend 3 lobes ; il augmente à sa moitié postérieure ; dans la partie antérieure, sont présents 6 lobes arrondis légèrement élevés. L'appareil valvulaire de l'oesophage est bien développé. La longueur globale du corps des mâles est de 20 à 60 cm et celle des femelles est de 47 à 71.5 mm. La largeur du corps des mâles est de 2.8 à 9 mm et celle des femelles de 3 à 5.6 mm (Taraschewski et al., 1987).

**Position systématique :**

Embranchement	Nématodes
Classe	Anguillicolidae
Famille	Anguillicolidae
Genre	<i>Anguillicola</i>
Espèce	<i>crassus</i>

**Distribution :**

**Tableau 7 :** Répartition géographique de l'espèce *Anguillicola crassus*

Zone	Auteurs
L'Asie du Sud-Est	Kuwahara et al., 1974; Moravec et Traschewski, 1988
Belgique	De Charleroy, 1986
France (Mauguio)	Benajiba et al., 1994
En Allemagne	Lefebvre et al., 2003
Maroc (l'estuaire du Sebou au nord ouest)	El-Hilali et al., 2004-2005
En Allemagne	Gargouri Ben Abdallah et Maamouri, 2006



**Figure 13 :** Photo de spécimens adultes de l'espèce *Anguillicola crassus* (Kuwahara et Niimi et Itagaki; 1974) parasite de la vessie natatoire. (Source : Boury 2003)

### 3-1-2-2-Le Cestode *Bothriocephalus claviceps* :

Les bothriocéphales ou [Diphyllobothrium](#) (le [genre](#) *Bothriocephalus*) ce sont des [cestodes](#) : des [vers](#) plats qui ont le [scolex](#) portant des [bothridies](#) et qui provoquent les [bothriocephaloses](#). Ils sont présents dans le tube digestif de l'anguille.

#### L'espèce *Bothriocephalus claviceps* :

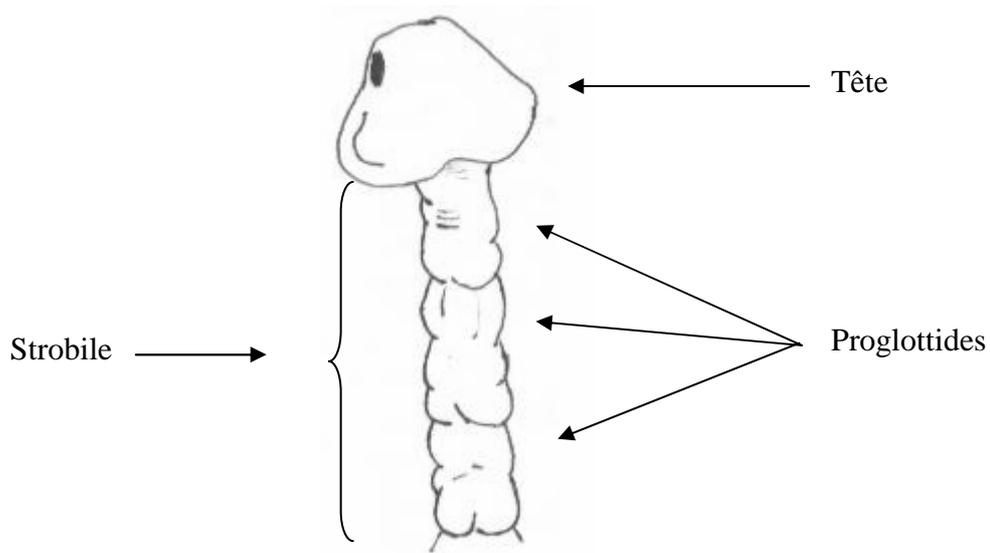
##### *Diagnose* :

Ce cestode possède un scolex caractéristique parfois allongé et parfois déprimé, avec un disque apical dont les bords sont bien marqués (Wardle et Mcleod, 1952). Le strobile est constitué de segments appelés proglottides dont chacun est une unité de reproduction hermaphrodites. La strobilisation commence immédiatement derrière le scolex. En premier lieu les proglottides sont légèrement plus longues que larges. Ceux qui sont mûres plus larges que longues.

L'ovaire bilobé en position ventro-médiane, occupe le 1/3 du large du proglottides. Testicules approximativement sphériques. L'utérus tubulaire a une position ventrale dans les proglottides mûres. Pore utérin antérieur, situé dans le 1/4 du proglottides. Les œufs varient dans les dimensions et dans la forme.

##### *Position systématique* :

Embranchement :	Plathelminthes
Classe :	Cestoda
Sous classe :	Eucestoda
Ordre :	Pseudophillidae
Famille :	Bothriocéphalidae
Genre :	<i>Bothriocephalus</i>
Espèce :	<i>claviceps</i> , Rudolphi, 1808



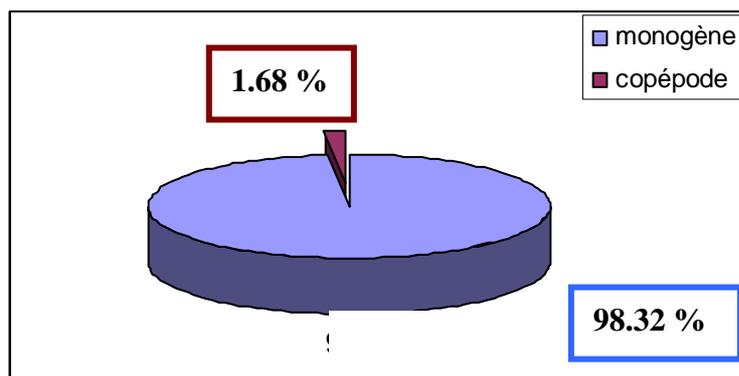
**Figure 14:** Schéma de *Bothriocephalus* (MEB) (Kuperman, 2000).

***Distribution :***

Ces vers parasites sont fréquents dans les régions froides ([Baltique](#), [mer du Nord](#), grands lacs...) où la population mange du [poisson](#) fumé et/ou cru (sushi, carpaccio, etc.). Il peut infester les renards, les hommes, les chats... C'est un parasite [hétéroxène](#).

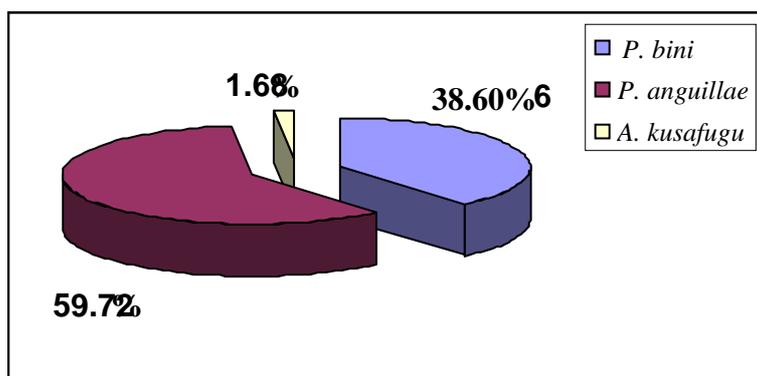
**3-2-Dénombrement des ectoparasites branchiaux récoltés chez l'anguille du Tonga:**

L'examen des branchies de 360 poissons pêchés dans le lac Tonga nous a permis de récolter 1785 ectoparasites, répartis en deux classes: 1755 monogènes et 30 copépodes. Nos données montrent la prédominance des monogènes (98.32%) par rapport aux copépodes (1.68%) (fig.15).



**Figure 15:** Taux des ectoparasites récoltés.

Parmi les monogènes parasites récoltés, les spécimens de l'espèce *Pseudodactylogyrus anguillae* représentent 59.72% de la population ectoparasitaire ; les espèces *Pseudodactylogyrus bini* et *Argulus kusafugu* ne représentent que 38.60% et 1.68% respectivement (fig.16).



**Figure 16 :** Taux des espèces ectoparasites récoltées.

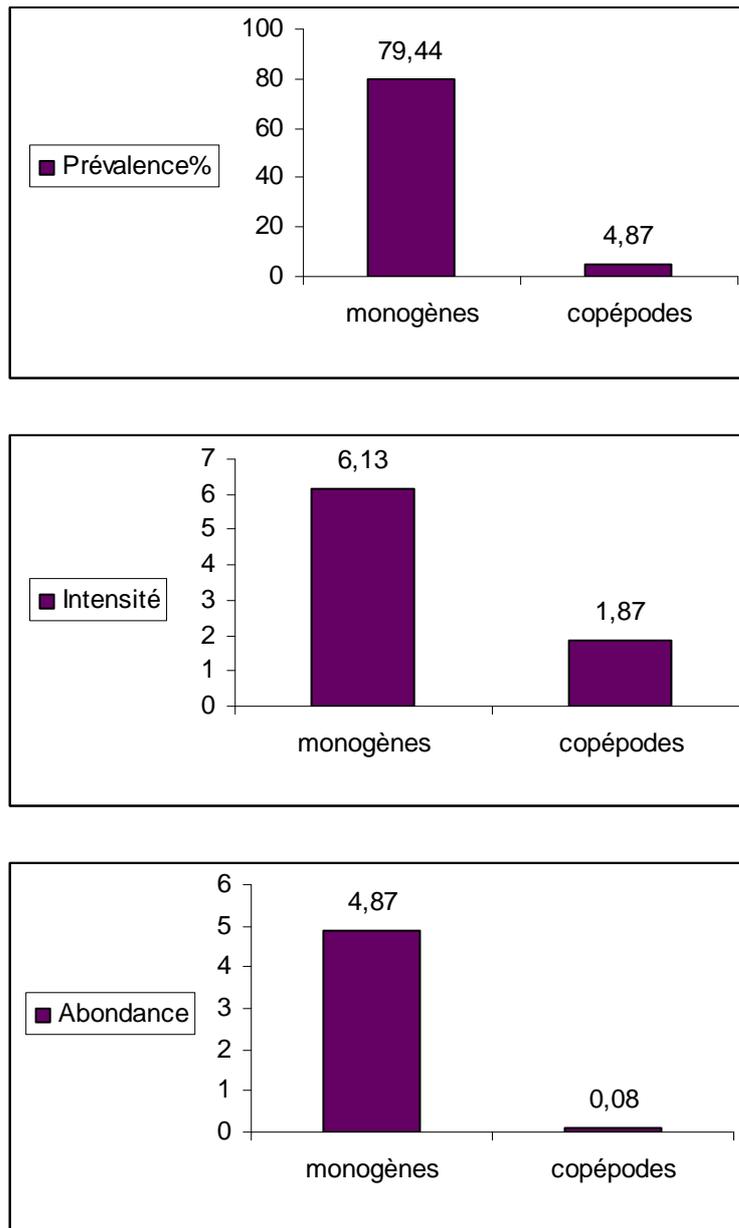
### 3-3-Indices parasitaires:

#### 3-3-1- Répartition des indices parasitaires des ectoparasites récoltés :

Nos résultats montre que les monogènes enregistrent les taux d'infestation (Fig.17) les plus élevés (proche de 80%).

En ce qui concerne l'intensité moyenne d'infestation, ce sont les monogènes qui enregistrent les valeurs les plus élevées (plus de 6 parasites/poisson infesté). Les copépodes représentent moins du 1/3 de la valeur relevée par les monogènes.

Quant à l'abondance, les monogènes sont 50 fois plus nombreux que les copépodes (fig.17).



**Figure 17** : Répartition des indices parasitaires des ectoparasites récoltés.

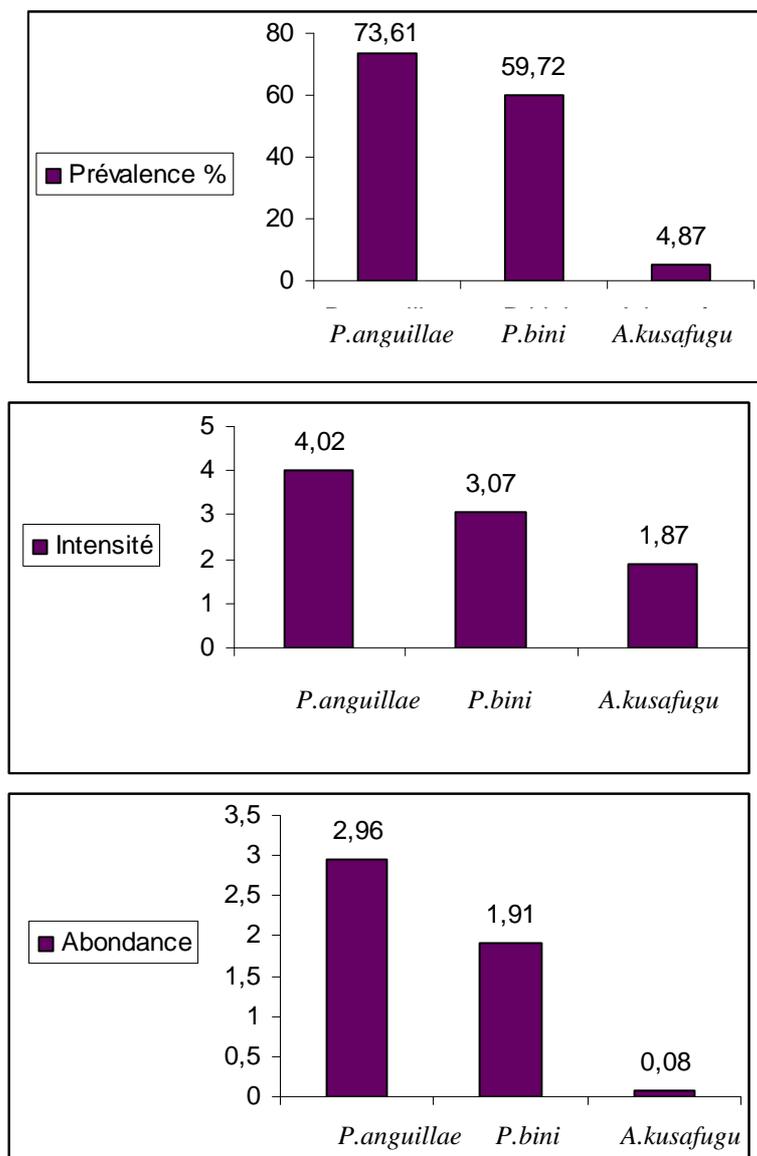
### 3-3-2-Répartition des indices parasitaires des 3 espèces de parasites branchiaux récoltés:

L'évaluation des taux d'infestation fait apparaître la prédominance des espèces du genre *Pseudodactylugyrus* à des taux qui sont plus de 12 fois ceux d'*Argulus kusafugu*.

L'intensité moyenne d'infestation dépasse 3 parasites/poisson infesté pour les espèces du genre *Pseudodactylugyrus* ; mais en revanche, elle est de moins de 2 parasites/poisson infesté pour *Argulus kusafugu*.

L'abondance en *Pseudodactylugyrus* reste élevée, elle est comprise entre 2 et 3 parasites/poisson examiné respectivement pour *P.anguillae* et *P.bini*. ; mais en ce qui

concerne *A.kusafugu*, sa présence ne dépasse pas 0.25 parasites/poisson examiné (fig.18).



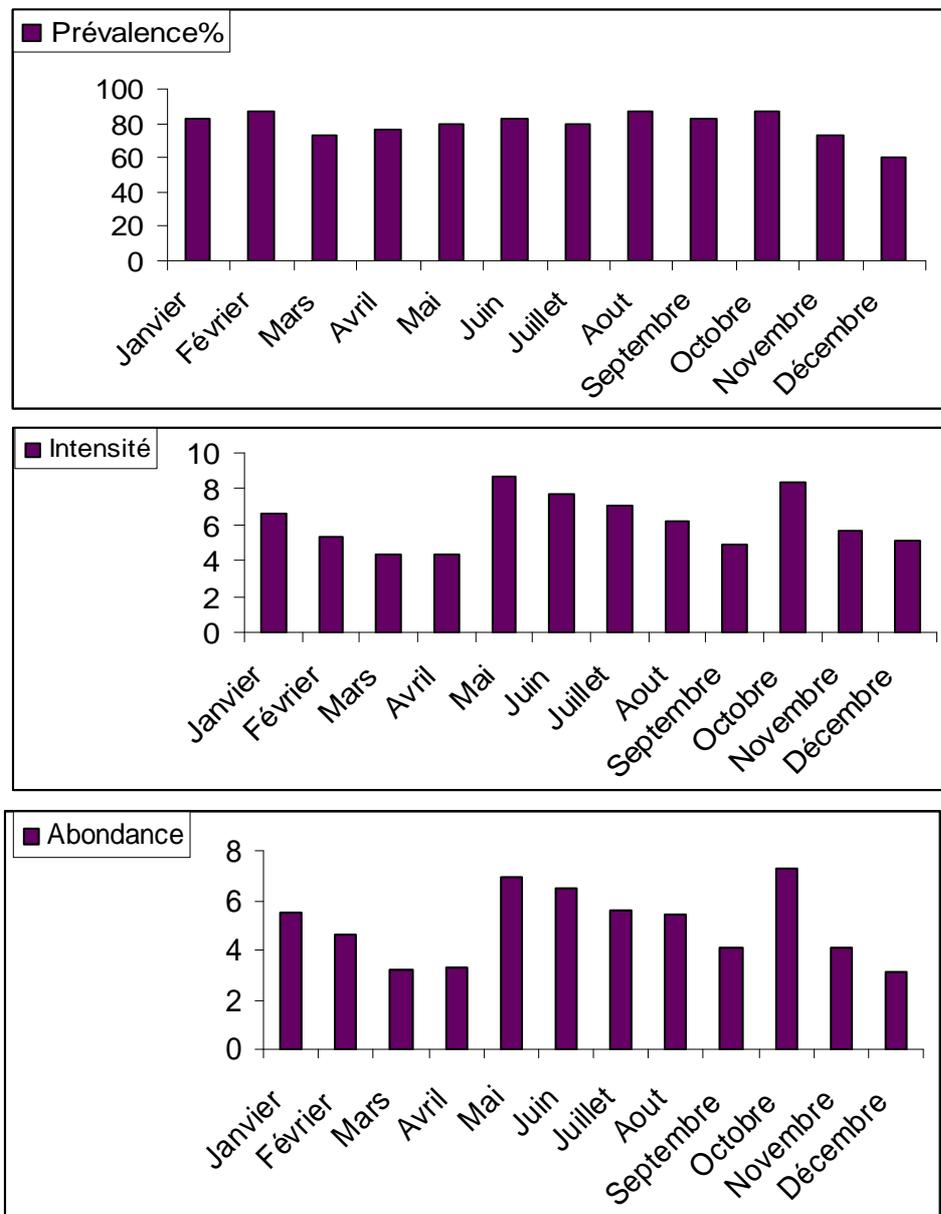
**Figure 18** : Répartition des indices parasitaires des 3 espèces de parasites récoltées.

### 3-3-3- Répartition temporelle des indices parasitaires des parasites branchiaux récoltés:

Les taux d'infestations mensuels relevés dépassent 70% à l'exception de décembre ou seulement 60% des anguilles abritent des parasites branchiaux.

Les valeurs de l'intensité moyenne d'infestation dépassent généralement 4 parasites/poisson infesté ; nous relevons des pics de plus de 8 parasites/poisson infesté en Mai et en Octobre. C'est par ailleurs en période estivale que les branchies abritent plus de 6 parasites/poisson infesté.

L'abondance des parasites branchiaux montre une évolution similaire à celle de l'intensité ; des pics proches de 7 parasites/poisson examiné sont relevés en Mai et en Octobre (fig. 19).

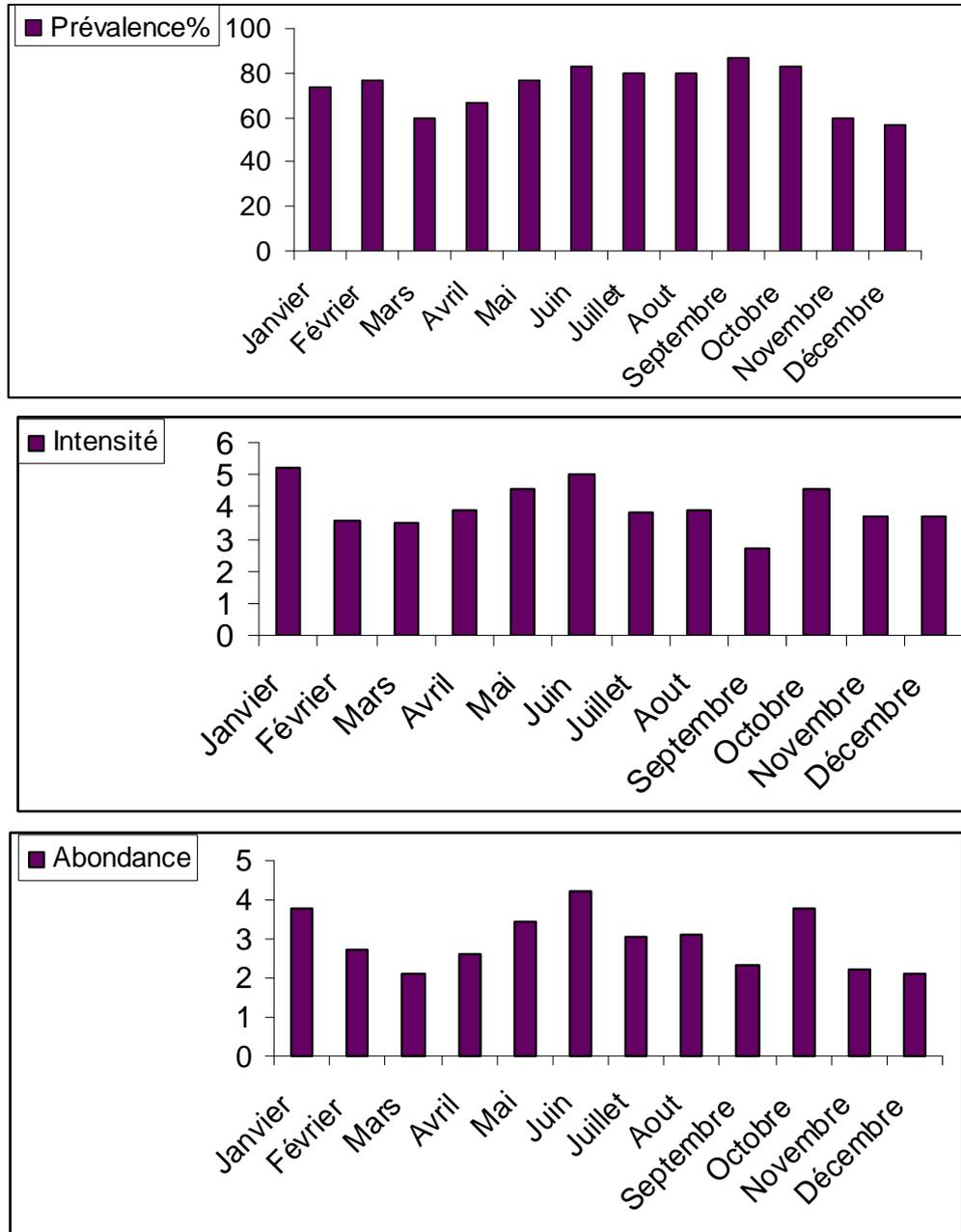


**Figure 19** : Répartition temporelle des indices parasitaires des parasites récoltés.

### 3-3-4- Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Pseudodactylogyrus anguillae* :

*P.anguillae* montre des taux d'infestation supérieurs à 50% durant toute l'année. C'est cependant de Mai à Octobre que des taux de plus de 86% sont relevés. *P.anguillae* est généralement présente à plus de 3 parasites/poisson infesté ; des pics plus de 4 parasites/poisson infesté sont relevés en Janvier, Mai, Juin et Octobre.

L'abondance de *P.anguillae* dépasse généralement 2 parasites/poisson examiné ; des valeurs dépassant 3 parasites/poisson examiné sont relevés en Janvier et de Mai à Août et en Octobre. C'est, toutefois, en Juin qu'un pic de plus de 4 parasites/poisson examiné est relevé (fig.20).



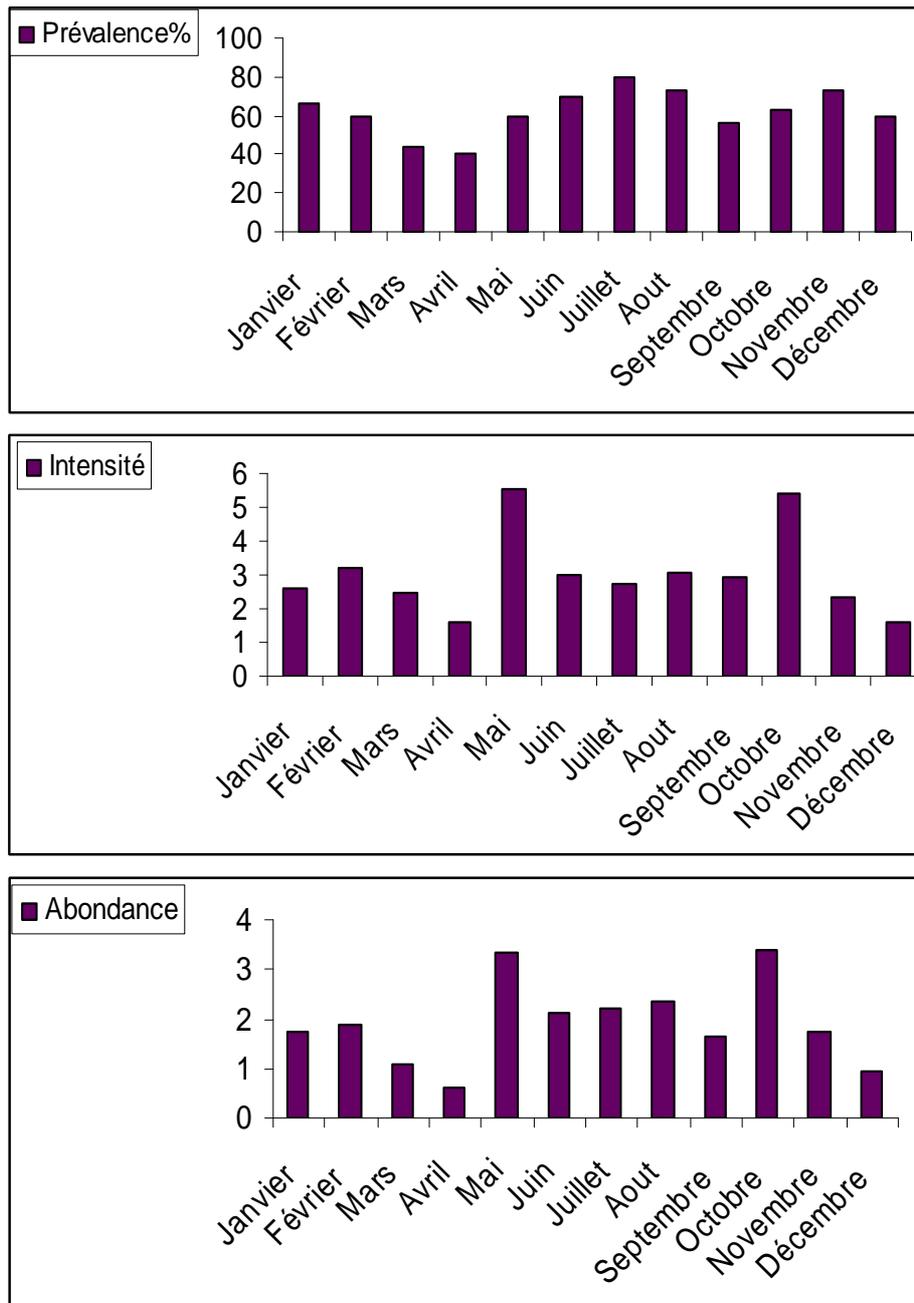
**Figure 20** : Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Pseudodactylogyrys anguillae*.

### 3-3-5- Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Pseudodactylogyrys bini* :

Les taux d'infestation par *P.bini* sont compris entre 40 et 80%. C'est toutefois en période estivale que des taux supérieurs à 70% sont relevés. Un pic proche de 80% est noté en Juillet.

Des valeurs de l'intensité moyenne d'infestation varient de 2 à 6 parasites/poisson infesté. Des pics de plus de 5 parasites par poissons infesté sont relevés en Mai et en Octobre.

L'abondance en *P.bini* montre une évolution similaire à celle de l'intensité d'infestation ; des pics proches de 3.5 parasites/poisson examiné sont, en effet, relevés en Mai et en Octobre (fig. 21).



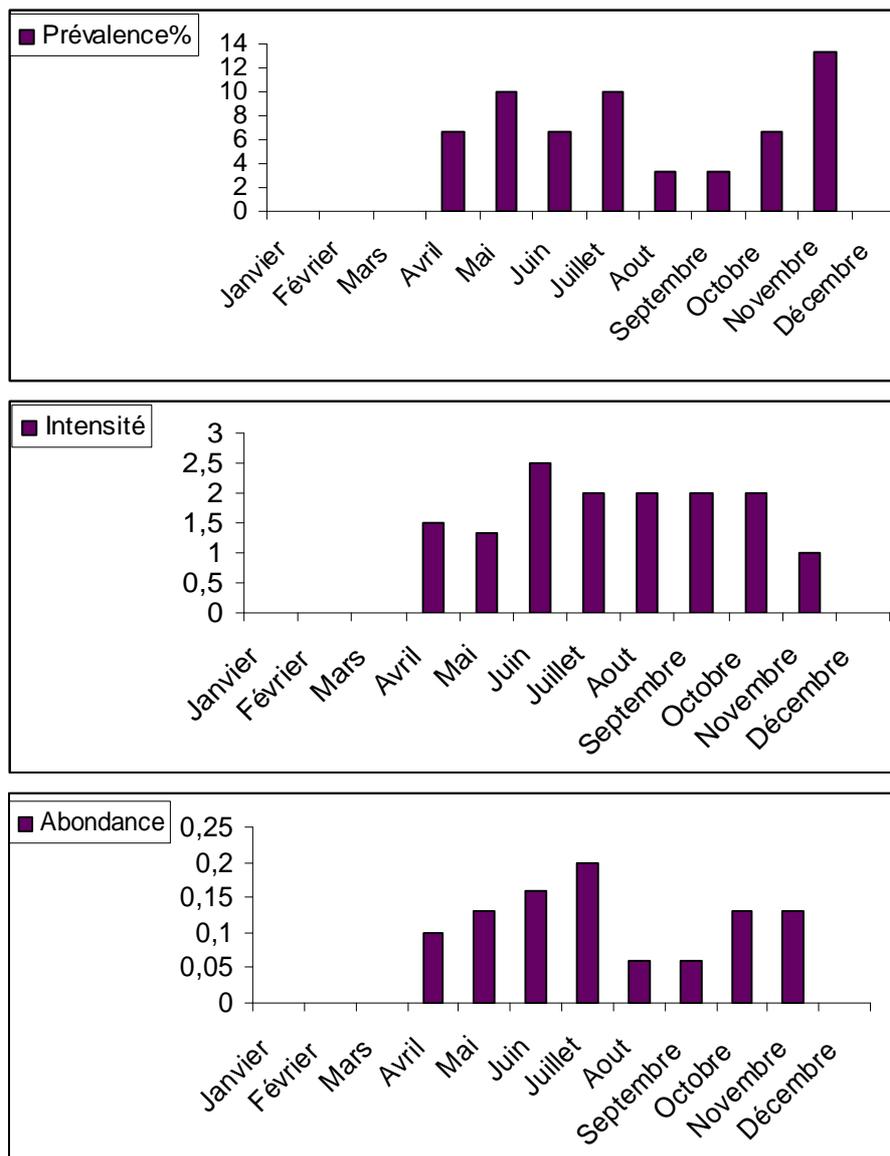
**Figure 21** : Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Pseudodactylogyra bini*.

### 3-3-6-Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Argulus kusafugu*:

L'espèce *A.kusafugu* n'est pas rencontrée chez les anguilles du Tonga en période hivernale. Cette espèce touche moins de 10% de la population d'anguille. Des pics proches de 10 % sont relevés en Mai, Juillet et Novembre.

L'intensité moyenne d'infestation par *A.kusafugu* dépasse généralement 1 parasite/poisson infesté ; des valeurs proches de 2 parasites/poisson infesté sont relevées de Juillet à Octobre. Un pic de plus de 2 parasites/poisson infesté est, par ailleurs, enregistrée en Juin.

Les valeurs de l'abondance en *A.kusafugu* restent inférieures à 0.2 parasites/poisson examiné ; les valeurs montrent une augmentation progressive en période printanière pour atteindre un pic de 0.2 parasite/poisson examiné en Juillet (fig. 22).



**Figure 22 :** Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Argulus kusafugu*.

**3-4-Structure des peuplements en ectoparasites de l'anguille du Tonga :**

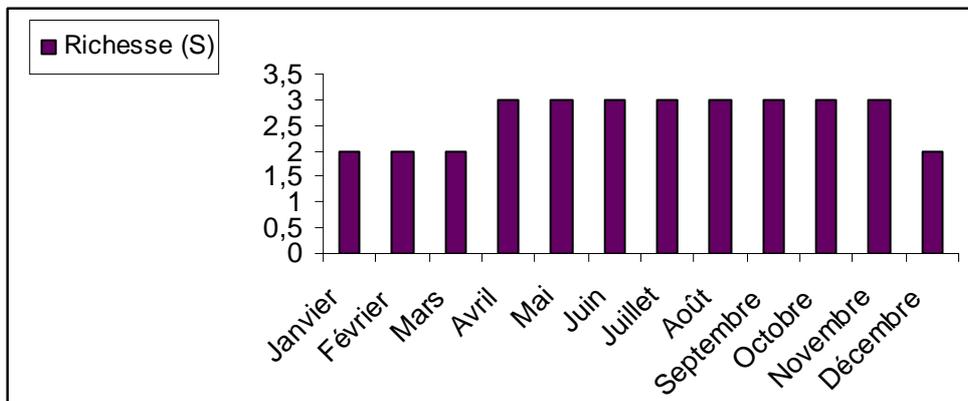
Le tableau 8 montre l'évolution mensuelle de la structure des peuplements parasitaires.

**Tableau 8 :** Evolution mensuelle de la structure des peuplements ectoparasites.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Richesse (S)	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2
Diversité (H')	0.26	0.28	0.27	0.25	0.33	0.31	0.35	0.32	0.30	0.33	0.34	0.27
H' max	0.69	0.69	0.69	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	0.69
Equitabilité (E)	0.37	0.41	0.40	0.23	0.30	0.28	0.32	0.29	0.30	0.30	0.31	0.40

**Richesse spécifique "S" :**

La figure 23 fait apparaître que les valeurs de la richesse spécifique les plus élevées sont relevées d'avril à novembre ; c'est, en effet, à cette période de l'année que l'anguille abrite, dans ses branchies, les 3 espèces d'ectoparasites recensés.

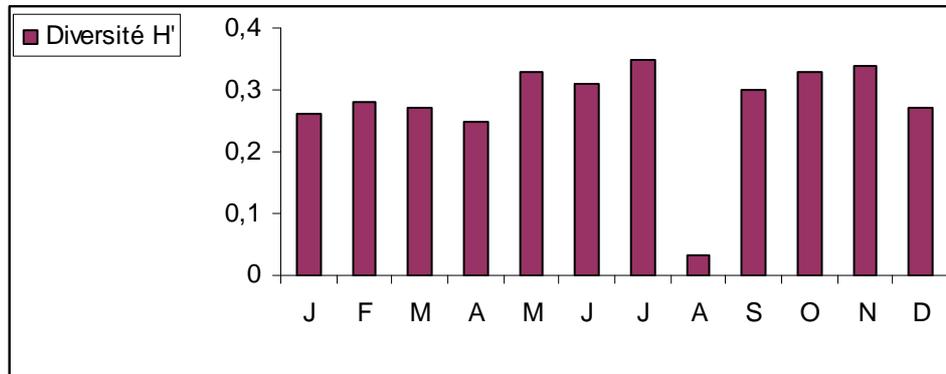


**Figure 23:** Evolution mensuelle de la richesse spécifique des ectoparasites chez l'anguille du Tonga.

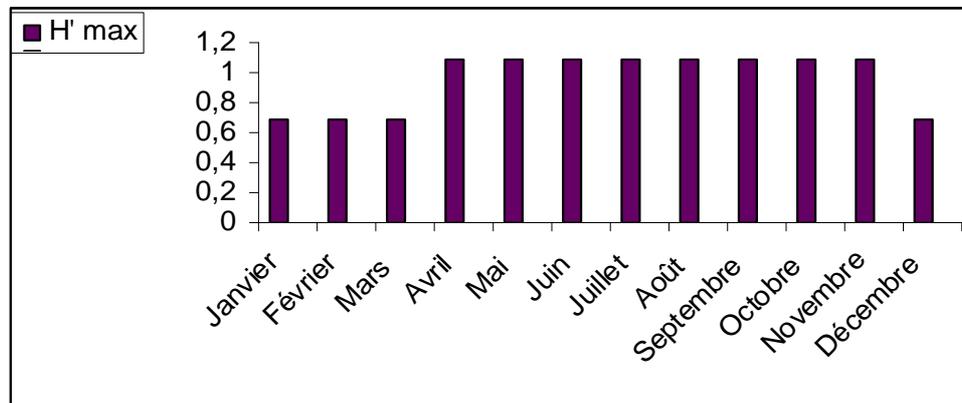
**Diversité H' :**

Une valeur élevée de cet indice est relevée d'avril à novembre et confirme ainsi la richesse du peuplement à cette période du cycle ; mais en revanche, de décembre à

mais la valeur faible relevée montre que le peuplement en ectoparasite est caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus (Fig. 25).



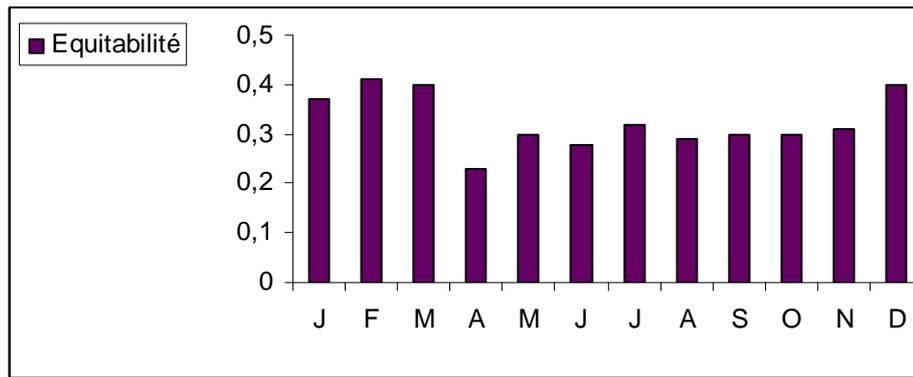
**Figure 24 :** Evolution mensuelle de la diversité des ectoparasites chez l'anguille du Tonga.



**Figure 25 :** Evolution mensuelle de la diversité maximale des ectoparasites chez l'anguille du Tonga.

#### 🌈 Equitabilité "E" :

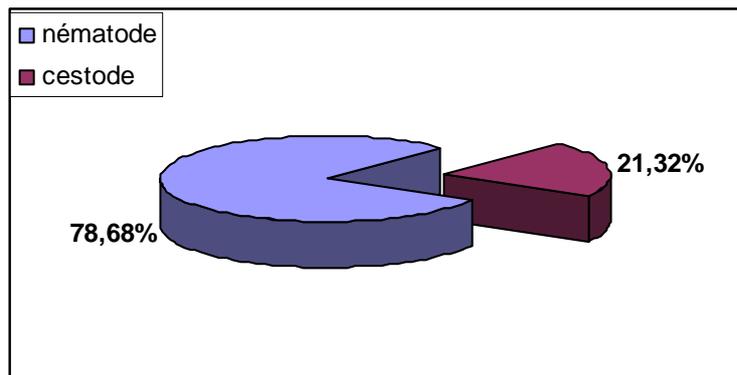
De décembre à mars, sont notées les valeurs de l'équitabilité les plus élevées illustrant ainsi que la diversité observée est proche de la diversité maximale ; ceci traduit alors une distribution d'abondance proche de l'équitabilité. A l'inverse, d'avril à novembre, la diversité observée est faible et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée (fig.26).



**Figure 26 :** Evolution mensuelle de l'équitabilité des ectoparasites chez l'anguille du Tonga.

### 3-5-Dénombrement des endoparasites récoltés chez l'anguille du Tonga:

L'examen de 360 poissons pêchés dans le lac Tonga nous a permis de récolter 741 endoparasites, répartis en deux classes: 583 nématodes et 158 cestodes représentant respectivement 78.68% et 21.32% (fig.27).



**Figure 27:** Taux des endoparasites récoltés.

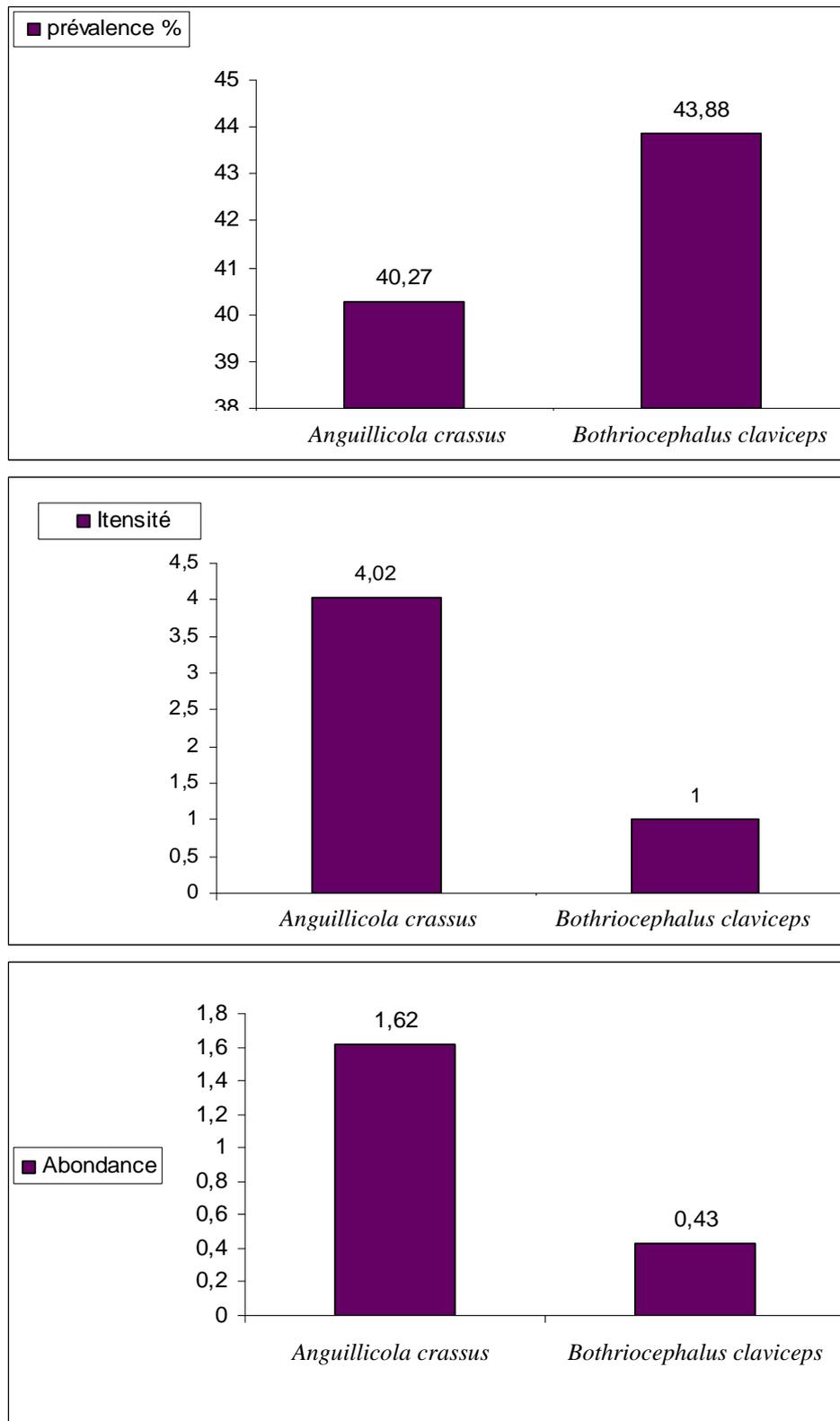
### 3-6-Indices parasitaires :

#### 3-6-1-Répartition des indices parasitaires des endoparasites récoltés :

Nos résultats révèlent que les 2 espèces endoparasites recensées présentent des taux d'infestation assez proches ; mais c'est toutefois, le cestode *Bothriocephalus claviceps* qui infeste le plus grand nombre d'anguille ; ce dernier touche plus de 43% des anguilles contre moins de 41% pour le nématode *Anguillicola crassus*.

En ce qui concerne l'intensité moyenne d'infestation, c'est le nématode *Anguillicola crassus* qui enregistre les valeurs les plus élevées (4 parasites/poisson infesté). Le cestode *Bothriocephalus claviceps* représente le 1/4 de la valeur enregistrée par le nématode.

L'abondance en *Anguillicola crassus* est 4 fois plus importante que celle de *Bothriocephalus claviceps* (Fig.28).



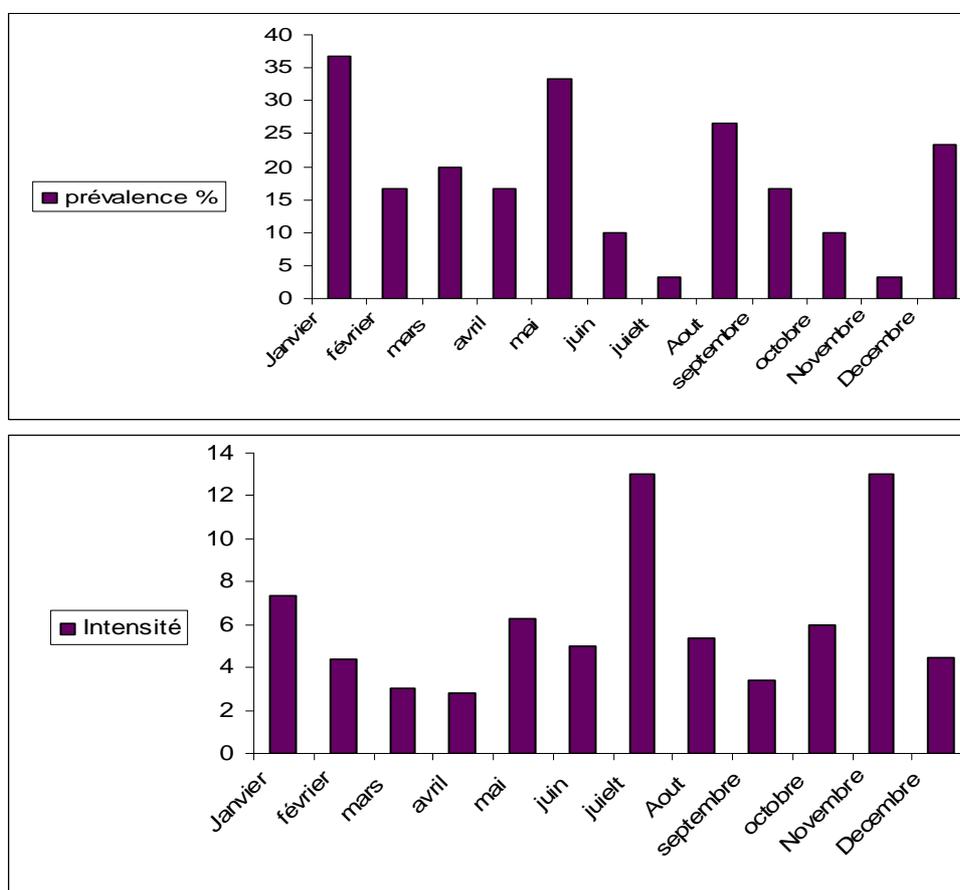
**Figure 28 :** Répartition des indices parasitaires des endoparasitaires récoltés.

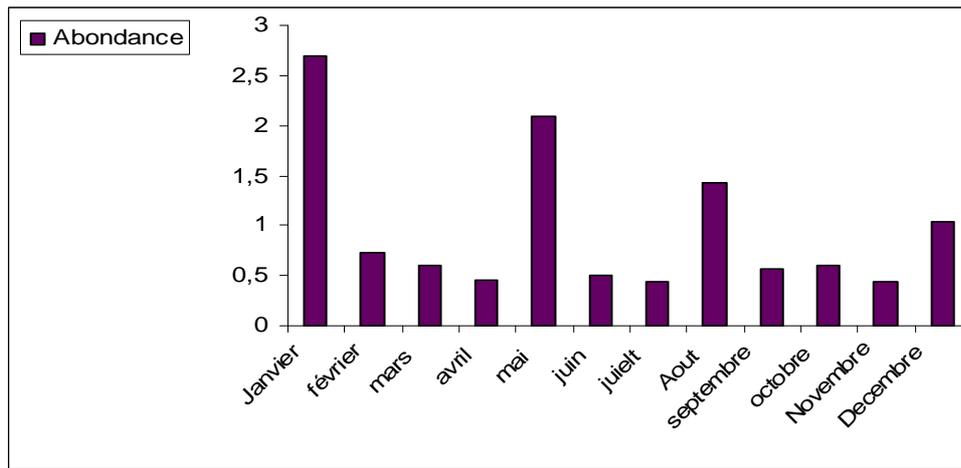
### 3-6-2-Répartition temporelle des indices parasitaires des endoparasites récoltés:

Les taux d'infestations mensuels relevés ne dépassent pas 20%, sauf en janvier, mai, août et décembre où plus de 25% de la population d'anguille est infestée d'endoparasites.

Les valeurs de l'intensité moyenne d'infestation sont comprises entre 3 et 13 endoparasites/poisson infesté ; nous relevons des pics de plus de 12 parasites/poisson infesté en juillet et en novembre.

L'abondance des endoparasites ne dépasse pas 1 endoparasite/poisson examiné, sauf en janvier et mai où plus de 2 endoparasites/poisson examiné sont relevés (fig.29).





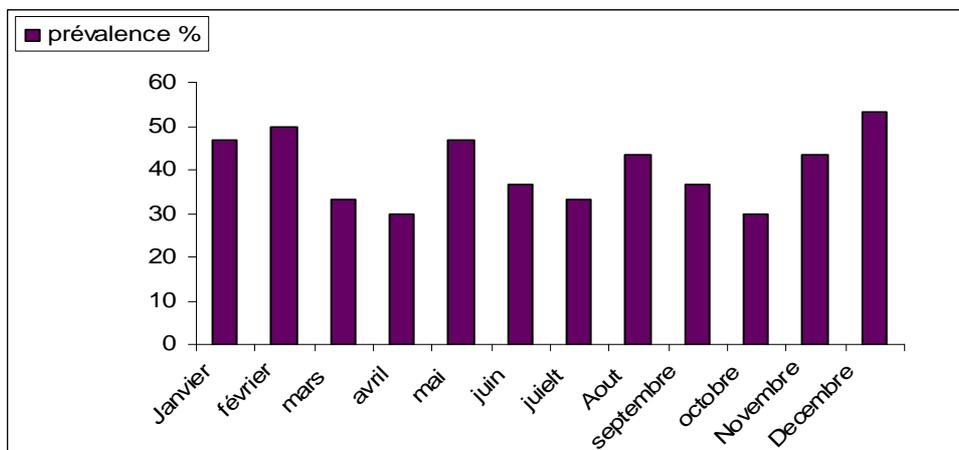
**Figure 29:** Répartition temporelle des indices parasitaires des endoparasites.

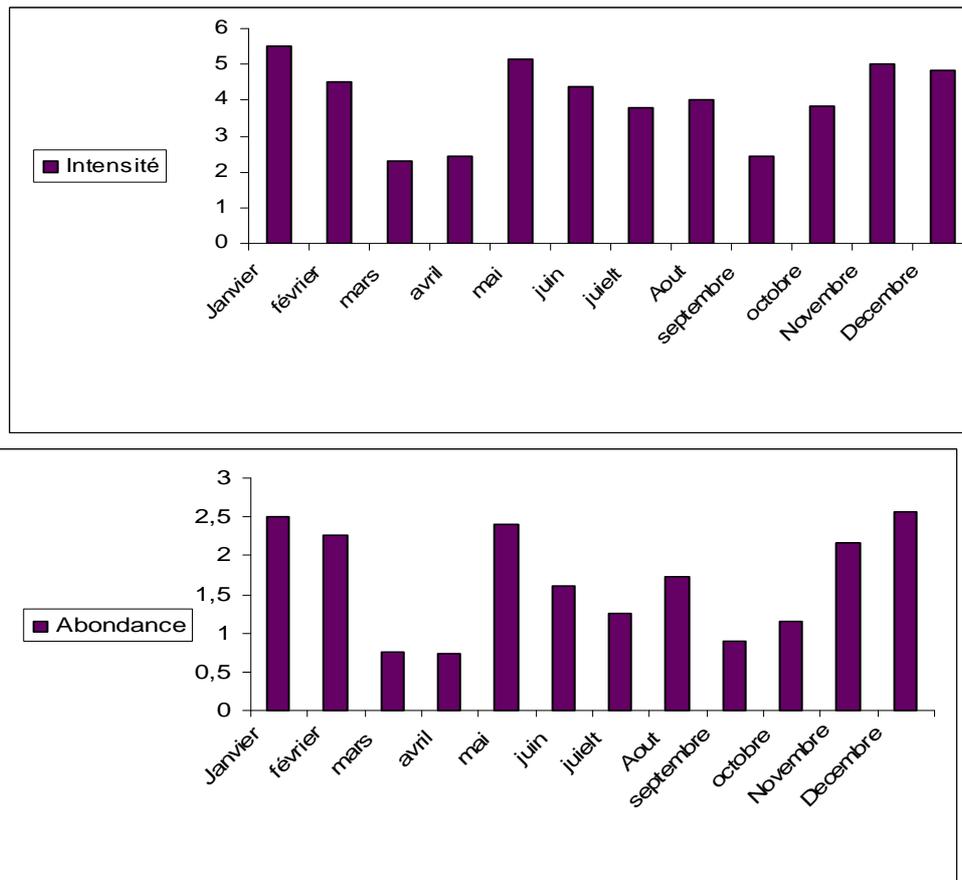
### 3-6-3-Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Anguillicola crassus* :

Le nématode *Anguillicola crassus* est rencontré dans 30 à 50% de la population d'anguille peuplant le lac Tonga; des prévalences de plus de 40% sont néanmoins relevées en janvier, février, mai, août, novembre et décembre.

Les valeurs de l'intensité moyenne d'infestation par *Anguillicola crassus* varient de 4 à 6 nématodes/anguille infestée, sauf en mars, avril et septembre où seulement 2 vers/anguille infesté sont enregistrés. La valeur maximale est cependant notée en janvier.

Les valeurs de l'abondance suivent la même évolution que celles de l'intensité ; des valeurs de moins de 1 ver/anguille examinée sont relevées en mars, avril et septembre ; c'est, en revanche, en janvier, février, mai, novembre et décembre que 2 à 2,5 vers sont présents chez les anguilles examinées (fig.30).





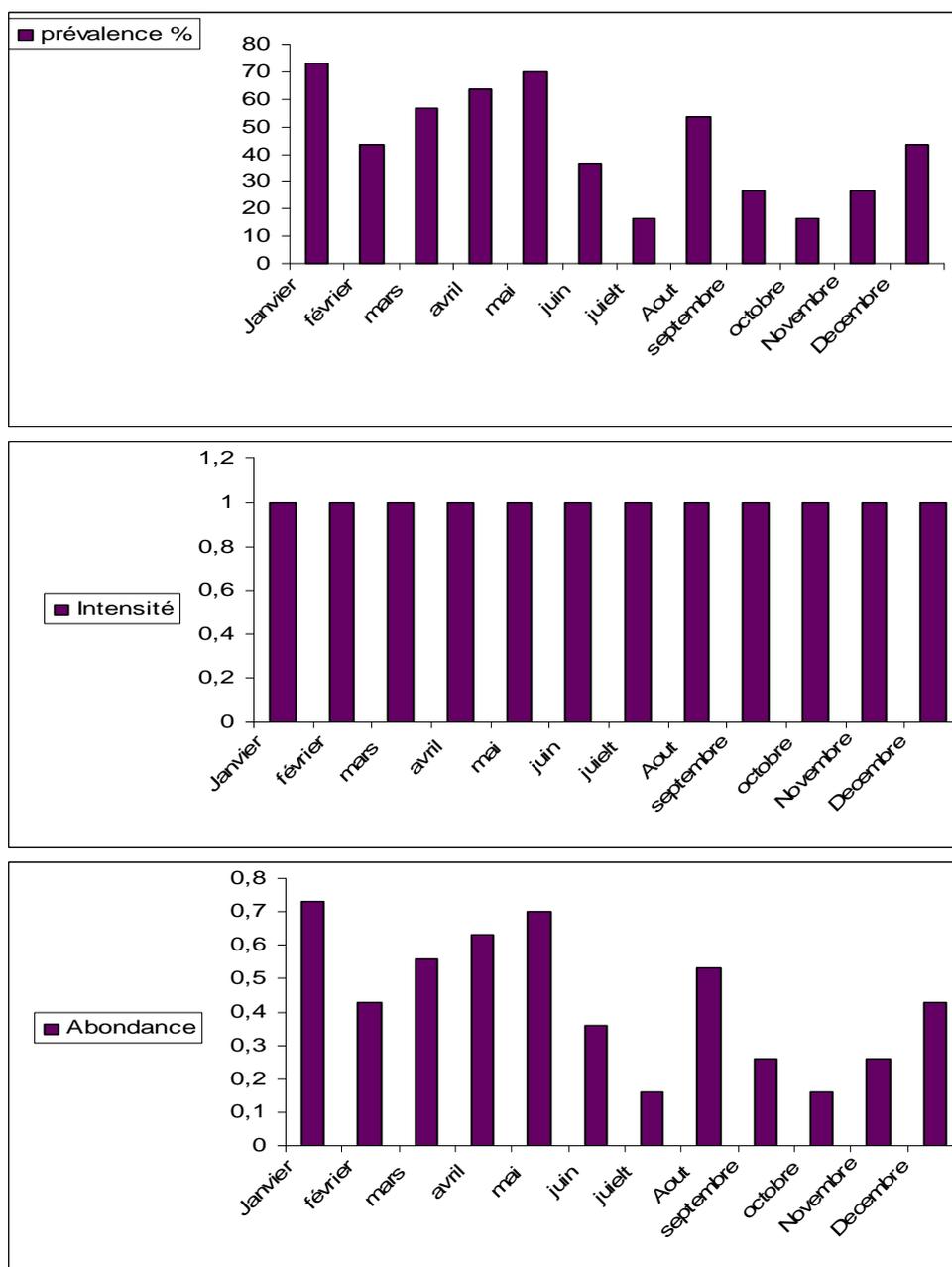
**Figure 30:** Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Anguillicola crassus*.

### 3-6-4-Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Bothriocephalus claviceps* :

Pendant ce cycle d'étude, le cestode *Bothriocephalus claviceps* est rencontré chez 16 à 75% de la population d'anguille examinée. A l'exception du mois d'août où une prévalence proche de 50% est enregistrée, les taux d'infestation par ce cestode sont les plus bas de juin à novembre (ne dépassent pas 40%). C'est en revanche de décembre à mai que les prévalences dépassent 40% pour atteindre un pic de plus de 70% en janvier (Fig. 31).

L'intensité moyenne d'infestation des anguilles du Tonga par le cestode *B. claviceps* est de 1 parasite/poisson infesté pendant toute l'année.

L'abondance en *Bothriocephalus claviceps* n'excède pas 0,8 parasite/anguille examinée. C'est de décembre à mai que sont notées les valeurs de l'abondance les plus élevées (dépassant 0,4 parasite/poisson examiné); des valeurs de moins de 0,4 parasite/poisson examiné sont enregistrées durant la période s'étalant de juin à novembre, à l'exception du mois d'août où l'anguille examinée héberge plus de 0,4 parasite (fig.31).



**Figure 31:** Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce *Bothriocephalus claviceps*.

### 3-7-Structure des peuplements endoparasites chez l'anguille du Tonga :

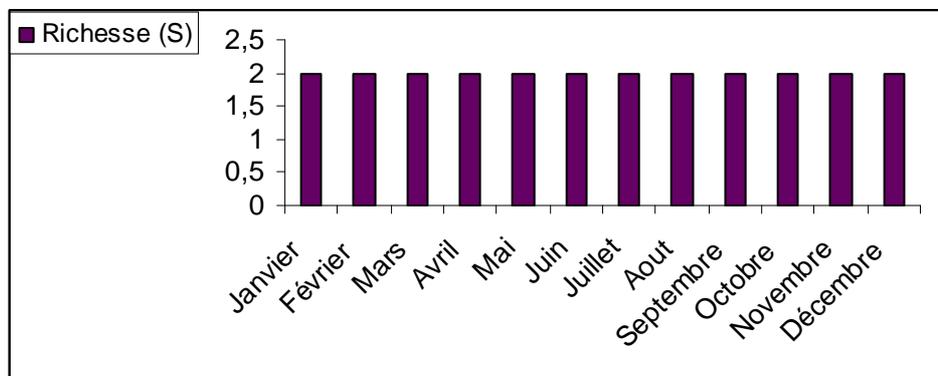
Le tableau 6 montre l'évolution mensuelle de la structure des peuplements endoparasitaires rencontrés chez l'anguille du Tonga.

**Tableau 6 :** Evolution mensuelle de la structure des peuplements endoparasites.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Richesse (S)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Diversité (H')	0.22	0.18	0.29	0.29	0.22	0.20	0.15	0.24	0.22	0.16	0.14	0.18
H' max	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Equitabilité (E)	0.31	0.26	0.42	0.42	0.31	0.28	0.22	0.35	0.32	0.23	0.20	0.26

**\* Richesse spécifique "S" :**

La figure 32 fait apparaître que la richesse spécifique en endoparasites de l'anguille du Tonga ne présente pas de variations durant ce cycle d'étude.

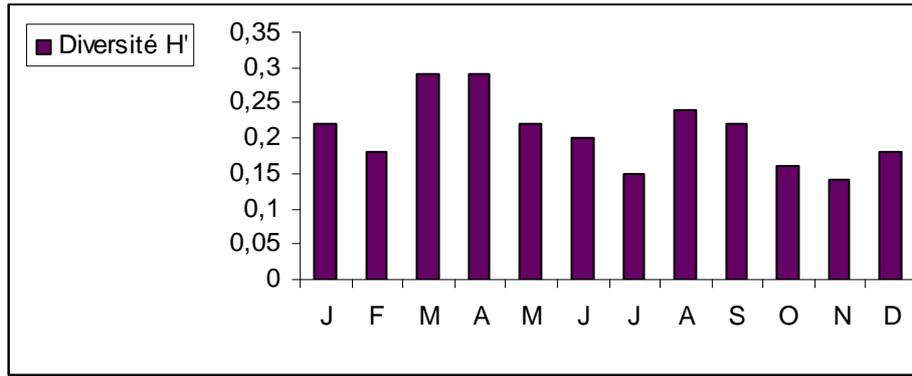


**Figure 32:** Evolution mensuelle de la richesse spécifique des endoparasites chez l'anguille du Tonga.

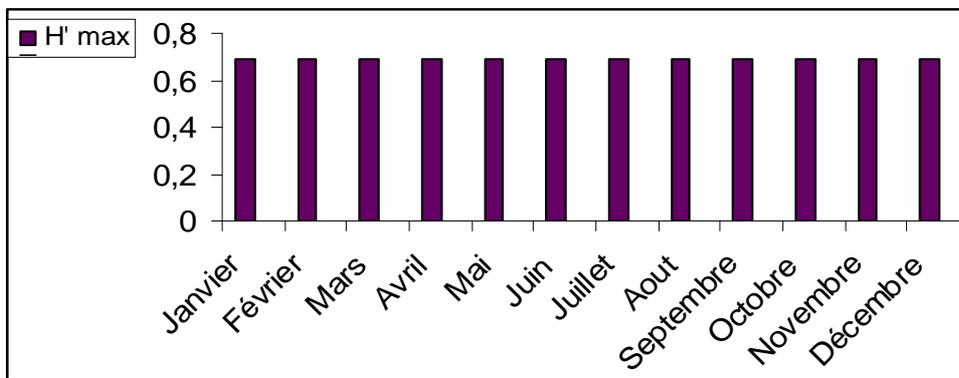
**\* Diversité H' :**

Les valeurs faibles relevées font apparaître que le peuplement en endoparasites chez l'anguille est caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus.

La diversité varie en fonction de la richesse du peuplement et de la distribution d'abondance des espèces de ce dernier. Chez l'anguille du Tonga, du fait que la richesse spécifique en endoparasites soit invariable et la distribution d'abondance équilibrée, la diversité est donc invariable (fig. 34).



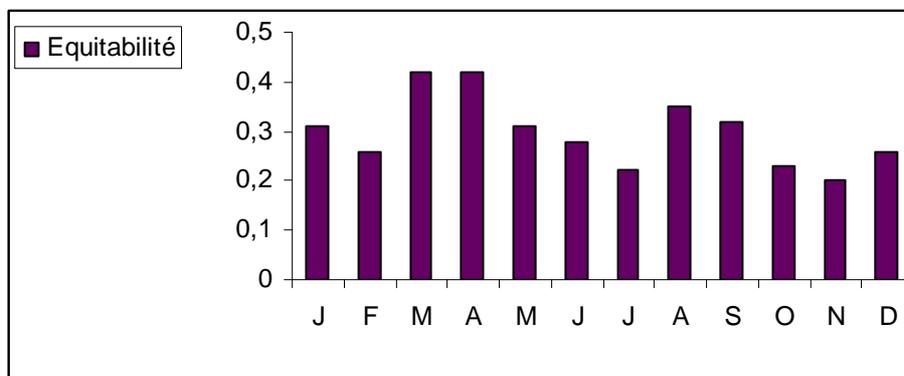
**Figure 33** : Evolution mensuelle de la diversité des endoparasites chez l'anguille du Tonga.



**Figure 34** : Evolution mensuelle de la diversité maximale des endoparasites chez l'anguille du Tonga.

**\* Equitabilité "E" :**

Les valeurs de E obtenues durant ce cycle d'étude sont proches de 0, la diversité observée est donc faible et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée qui est le reflet structurant le peuplement en endoparasite chez l'anguille du Tonga (fig.35).

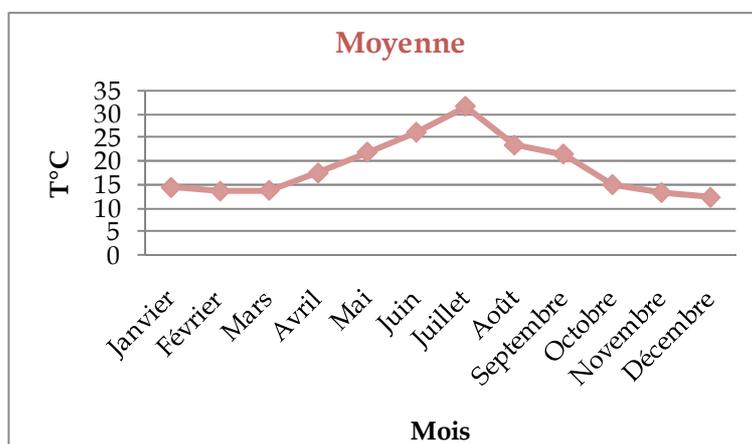


**Figure 35** : Evolution mensuelle de l'équitabilité des endoparasites chez l'anguille du Tonga.

### 3.8- Caractéristiques physico chimique de l'eau du lac Tonga

#### 🚦 La température

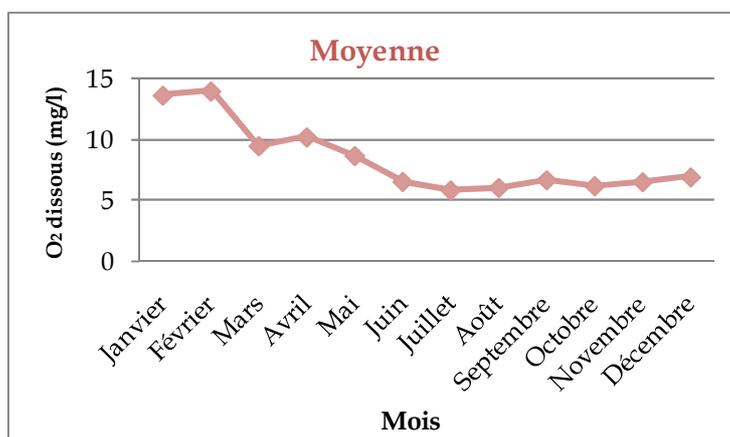
La température la plus basse est enregistrée en Décembre (12.2°C) et la plus élevée en Juillet (32.2 °C). L'écart de température est de 20 °C (fig .36).



**Figure 36: Variations mensuelles de la température moyenne de l'eau du lac Tonga**

#### 🚦 L'oxygène dissous

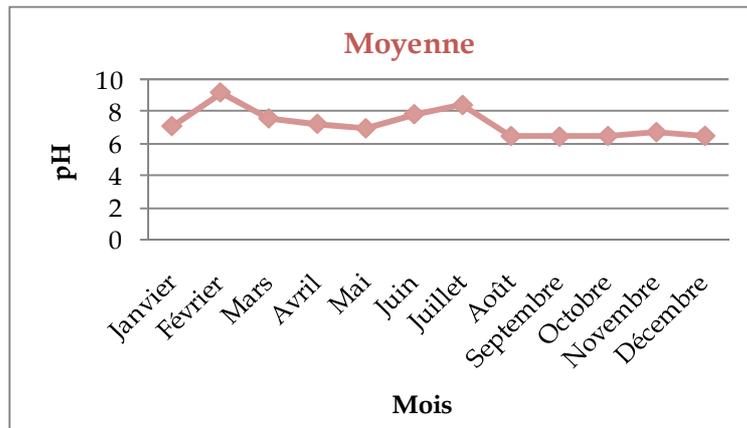
Les teneurs de l'oxygène varient de 5.75- 14.49 mg/l ; les faibles teneurs étant mesurées en Juillet et les plus fortes en Février (fig.37).



**Figure 37 : Variations mensuelles de la teneur moyenne en oxygène dissous de l'eau du lac Tonga .**

#### 🚦 Le pH

Le pH de l'eau du lac Tonga est alcalin, il varie généralement entre 6.45 et 9.23 ; il est bas d'août à décembre (fig.38).



**Figure 38: Variations mensuelles du pH moyen de l'eau du lac Tonga**

### 3.9- Résultats de l'analyse statistique:

**Corrélations :: NPECTO; Necto; NPENDO; Nendo; t°C; omg /l; ph; mois**

annee	NPECTO	Necto	NPENDO	Nendo	t	o	ph
NPECTO	0,376 0,228						
Necto	0,384 0,218	0,715 0,009					
NPENDO	<b>-0,546</b> 0,066	<b>-0,571</b> 0,052	-0,403 0,195				
Nendo	-0,421 0,173	-0,349 0,266	-0,230 0,473	<b>0,888</b> 0,000			
t	0,366 0,241	0,436 0,156	<b>0,854</b> 0,000	-0,252 0,429	-0,122 0,706		
o	-0,796 0,002	<b>-0,578</b> 0,049	<b>-0,634</b> 0,027	0,444 0,148	0,391 0,209	-0,545 0,067	
ph	-0,357 0,425 0,254 0,169	-0,191 0,553	0,028 0,931	-0,258 0,418	-0,234 0,464	0,212 0,507	
Mois	0,857 <b>0,765</b> 0,000 0,004	0,393 <b>-0,604</b> 0,206 0,038	0,225 0,483	-0,429 0,164	-0,385 0,217	0,044 0,892	<b>-</b>

**Contenu de la cellule : corrélation de Pearson**

Nous avons calculé le coefficient de corrélation de Pearson "r" pour chaque paire de variables pour mesurer le degré de relation linéaire entre deux variables. ("r" suppose une valeur entre - 1 et + 1).

Une corrélation positive hautement significative a été mise en évidence entre le nombre des poissons infestés par les endoparasites et le nombre des endoparasites récoltés (avec une valeur de  $0.888 \pm 0.000$ )

Une corrélation négative est remarquée (avec un "r" égale à  $- 0.571 \pm 0.052$ ) entre le nombre des poissons infestés par les ectoparasites et ceux infestés par les endoparasites.

La température semble avoir un effet sur le nombre des ectoparasites puisque nous notons un coefficient de corrélation hautement significatif ("r" $0.854 \pm 0.000$ ).

Quant à l'oxygène dissous son effet est négatif, son augmentation induit la diminution du nombre des ectoparasites, donc chez les poissons infestés par ces parasites.

Nous ne trouvons pas de corrélation entre le pH et l'infestation parasitaire.



---

# *DISCUSSION*

---

## ***Discussion :***

Cette étude porte sur le parasitisme de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* peuplant le lac Tonga un plan d'eau douce faisant partie du complexe de zones humides que le Parc National d'El Kala habrite.

L'examen de 360 poissons pêchés dans le lac Tonga nous a permis de récolter 2526 parasites répartis en 1785 ectoparasites prélevés des branchies (1755 monogènes et 30 copépodes) et 741 endoparasites (583 nématodes rencontrés dans la vessie natatoire et 158 cestodes localisés dans l'intestin).

L'observation des critères morpho-anatomiques des parasites récoltés nous a conduit à identifier 5 espèces de parasites appartenant à 4 classes différentes :

- Monogènes : *Pseudodactylogyrus anguillae* (Ylin et Sproston, 1948) Gussev, 1985 ; et *Pseudodactylogyrus bini* (Kikuchi, 1929) Gussev, 1985;
- Copépodes : *Argulus kusafugu* (Yamagouti, 1963);
- Nématodes : *Anguillicola crassus* (Kuwahara et al., 1974) ;
- Cestodes : *Bothriocephalus claviceps* (Rudolfi, 1808).

La communauté de parasites helminthes que nous rencontrons chez l'anguille du Tonga est la même que celle présente dans les lagunes d'Europe (Di Cave et al., 2001). Dans les fleuves du Nord Ouest de l'Espagne, Aguilar et al., (2005) signalent chez l'anguille, la présence des monogènes (*Pseudodactylogyrus anguillae*, *Pseudodactylogyrus bini*), du cestode (*Bothriocephalus claviceps*), du ver nématode (*Anguillicola crassus*) et du copépode (*Argulus kusafugu*).

L'évaluation des taux des parasites récoltés montre la nette prédominance des ectoparasites sur les endoparasites ; chez les premiers, les monogènes prédominent et chez les seconds ce sont les nématodes qui sont les plus nombreux.

En ce qui concerne les proportions des espèces recensées, l'espèce *P. anguillae* représente plus de 73 % de la population parasite récoltée. Chez l'anguille peuplant les rivières de Pologne, Sobiecka, (2003) rapporte que *P. anguillae* représente, 80% de la communauté parasitaire récoltée.

Cette prédominance d'une espèce sur l'ensemble des espèces de la communauté de l'anguille varie d'une localité à l'autre ; il est, en effet, rapporté la prédominance de *Pseudodactylogyrus anguillae* (monogène) dans le delta de l'Ebre

(Maillo et *al.*, 2005) et celle d'*Anguillicola crassus* dans les lagunes du Languedoc Roussillon (Benajiba, 1991) ; Une prédominance de plus de 50% est rapportée par Sasal et *al.*, (2008), mais ces derniers combinent la présence des 2 espèces *P. anguillae* et *P. bini*.

Les deux espèces du genre *Pseudodactylogyrus* et l'espèce *A. crassus* sont des parasites indigènes de l'anguille japonaise (*Anguilla japonica*) qui colonisent l'Asie de l'Est. Des données récentes suggèrent fortement que l'espèce *A. crassus* prendrait origine autour de la mer baltique (Sasal et *al.*, 2008).

Les espèces *P. anguillae* et *P. bini* sont des parasites monogènes des branchies de l'anguille ; elles sont moins étudiées que l'espèce *Anguillicola crassus*. Ces monogènes parasites des branchies peuvent entraîner des troubles respiratoires graves lorsque les conditions du milieu se dégradent par la hausse des températures en été et l'eutrophisation du milieu. Les deux espèces exotiques invasives *P. anguillae* et *P. bini* semblent être responsables de l'extinction du parasite natif et endémique *Gyrodactylus anguillae*. Ce phénomène a été répertorié en Italie dans le Tibre ainsi que dans la rivière Culm et les marais de Exminster en Angleterre (Kennedy & Di Cave, 1998a; Kennedy et *al.*, 1998b, Amilhat, 2007).

La présence des 2 espèces de monogènes, *Pseudodactylogyrus bini* et *Pseudodactylogyrus anguillae* est signalée chez l'anguille américaine *Anguilla rostrata* pêchée dans deux fleuves de Caroline du Sud aux Etats-Unis (Craig et *al.*, (2001).

L'espèce *Pseudodactylogyrus anguillae*, d'origine japonaise, est aussi rencontrée sur les branchies des anguilles de Camargue, d'Irlande et d'Angleterre (Chatard, 2000-2001).

Les mesures des éléments durs de l'opisthaptéur sont semblables à celles rapportées par Dzika et *al.*, (1995). Les longueurs maximums des crochets des deux espèces monogènes rapportées dans la littérature font apparaître que les valeurs les plus élevées étaient typiques à l'espèce *P.anguillae* parasite de l'anguille européenne du Portugal (Saravia, 1995 ; Sobecka et *al.*, 2003).

*P.anguillae* et *P.bini* sont les monogènes ovipares. Leur oviposition, leur développement embryonnaire et leur développement larvaire et post larvaire sont fortement dépendants de la température. Le développement des oeufs est considérablement augmenté aux températures excédant 20°C ; il atteindrait l'optimum à 30°C. Cette température induit également un développement post larvaire plus

rapide. Dans de telles conditions thermiques, un *P.bini* simple peut produire plus de 13 oeufs par jour qui vont éclore 10 à 12 jours après. Il a été démontré expérimentalement, que de basses saturations en oxygène sont capable d'empêcher le développement embryonnaire des oeufs de ces monogènes (Buchmann 1988a, Sobecka et al., 2003).

L'intensité moyenne d'infestation de l'anguille du Tonga par *P.anguillae* est proche de 3 parasites/poisson infesté; Cette charge parasitaire semble moins importante que celle rapportée par Sobecka, (2003) ; ce dernier trouve, chez les anguilles peuplant les fleuves Polonais, plus de 9 spécimens de *P. anguilla* par poisson infesté.

L'espèce *Argulus kusafugu* appelée communément 'pou du poisson' est un copépode des branchies, qui selon Amilhat, (2007) est non spécifique et s'attaque en priorité aux jeunes individus. Un nombre très élevé de ce parasite favoriserait des asphyxies de l'hôte. Dans la présente étude, les taux d'infestations par ce copépode sont faibles. En ce qui concerne la prédominance des monogènes sur ce copépode, elle serait liée d'une part à certains paramètres abiotiques et d'autres part à une compétition intraspécifiques pour la niche écologique; car selon Mackenzy et al., (2000) la compétition peut être la cause de cette dynamique entre les différents groupes du fait que certains facteurs écologiques favorisent un groupe par rapport à un autre ; les groupes défavorisés s'installent quand les facteurs leur sont favorables.

*Anguillicola crassus* est un ver nématode de la vessie natatoire de l'anguille ; Il est hématophage et provoque des dommages fatals pour l'anguille. Du point de vue économique, l'anguillicolose est parmi les maladies parasitaires les plus sérieuses et donc c'est l'une des causes du déclin alarmant des stocks d'anguille (Yahyaoui, 2004).

Selon Amilhat, (2007), l'apparition du déclin du recrutement de l'anguille européenne et américaine est antérieure à la présence d'*Anguillicola crassus* en Europe et en Amérique. Ce parasite ne peut donc pas être la raison initiale, mais il contribuerait au déclin rapide des populations d'anguille.

D'après Lefebvre et al., (2003) une explosion démographique d'*A. crassus* s'est produite depuis son apparition en 1982 en Allemagne. Les populations Méditerranéennes d'*A. crassus* sont différenciés génétiquement des autres populations de l'Atlantique et semble donc provenir d'un évènement d'introduction différent

(Rahhou *et al.*, 2005). Ce parasite nématode s'est remarquablement adapté aux milieux aquatiques européens. Plusieurs caractéristiques lui permettent de maximiser l'efficacité de sa transmission et lui donne un potentiel exceptionnel de colonisation. Il utilise une grande diversité d'hôtes intermédiaires et paraténiques présents dans le spectre trophique de l'anguille (Blanc, 1998). Les hôtes paraténiques peuvent être des poissons d'espèces locales ou invasives (exemple en Camargue : *Pseudorasbora parva*, (Cesco *et al.*, 2001), des mollusques, mais aussi des amphibiens (têtards), et insectes aquatiques (Moravec & Skorikova, 1998). Il peut infester des anguilles de toutes tailles ; il est capable d'infester les anguilles de tailles variant de 6 à 15 cm, dès qu'elles commencent à se nourrir de zooplancton, en adaptant sa taille à la taille de la vessie de l'hôte (Banning & Haenen, 1990; Lefebvre *et al.*, 2002a). Selon Benajiba *et al.* (1994), *A. crassus* possède un cycle rapide, s'étalant sur 2 à 4 mois ; Cependant, un cycle de 6 mois provoque un dysfonctionnement de la vessie qui pourrait entraîner une augmentation des dépenses énergétiques liées aux efforts musculaires supplémentaires pour se maintenir à la profondeur nécessaire aux migrations.

Les résultats de notre évaluation des indices parasitaires montrent que l'espèce *A. crassus* touche plus de 40% des anguilles de Tonga ; quant aux charges parasitaires les valeurs obtenues dépassent 4 et 1 parasites par poisson infesté et par poisson examiné respectivement. Des résultats très proches de ceux de la présente étude sont rapportés par Yahiaoui *et al.*, (2004) ; ces auteurs trouvent lors de contrôle parasitaire effectué sur des anguilles du Rhin, que moins de la moitié de cette population est infestée par le nématode *Anguillicola crassus* ; La prévalence est de 48% et l'intensité d'infestation est de l'ordre 3,8 nématodes par anguille infestée; quant à l'abondance, elle est de 1,8.

Des recherches d'*Anguillicola crassus* ont été effectuées sur les anguilles en dévalaison dans la Loire au cours des deux années de suivi ; les auteurs rapportent des prévalences variant entre 66 et 69 % et une intensité parasitaire de 4,9 à 3,8 (Boury & Feunteun, 2002, 2003). Des évaluations précises des indices ont révélé que 19 à 30,7 % des anguilles montraient un niveau de parasitisme fort (indice 4 à 6). Cette partie de la population auraient, selon Boury & feunteun, (2002, 2003), très peu de chance d'arriver sur le lieu de ponte. Ces études montrent, par ailleurs, que seulement 0,4 à 5,9 % des anguilles de Loire sont indemnes de parasite. Ces mêmes auteurs signalent

que le nombre de vers présents dans la vessie peut aller jusqu'à plus de 50 ; ces derniers occuperaient ainsi l'intégralité du volume de la vessie.

Selon Moravec *et al.*, (2006 et 2007), *Anguillicola crassus* est largement distribuée dans les populations de divers centres serveurs anguilliformes en Asie et en Australie. D'après Sasal *et al.*, (2008), il atteindrait des prévalences de 50 à 65 % et des intensités moyennes de 15 vers dans les anguilles du continent africain.

L'évaluation des indices parasitaires de *B. claviceps* rencontré chez l'anguille du lac Tonga montre que plus de 40% de la population des anguilles héberge ce parasite ; quant aux valeurs de l'intensité moyenne d'infestation et de l'abondance, elles sont de 1 parasite/poisson infesté et de 0.43 parasite/poisson examiné. Chez les anguilles des fleuves espagnoles, la prévalence est de plus de 26% avec une intensité parasitaire de 1.5 quant à l'abondance elle est de 0.54 (Aguilar *et al.*,2005). La présence de ce cestode (*B. claviceps*) est aussi signalée chez les anguilles peuplant les eaux de l'Islande (Arni et Sigurour, 2007) et du Portugal (Saraiva *et al.*,2005).

Moravec, (1985) signale que le cestode *B. claviceps* est plus fréquemment trouvé chez les petites anguilles ; ceci serait en relation avec le changement de régime alimentaire lié à la taille de l'anguille ; les anguilles de petites tailles mangent proportionnellement plus de petits crustacés ; ces derniers sont essentiels dans le cycle de vie de *B. claviceps*. L'information sur la faune invertébrée des lacs est cependant rare ; Une différence dans le temps de prélèvement pourrait également être un facteur tranchant (Moravec, 1985). Stefansson (2000) après étude du régime alimentaire des anguilles peuplant les eaux de l'Islande trouve que les plus petites anguilles ont tendance à manger plus de crustacés.

En Islande, une différence considérable de l'infra-communauté intestinale est rapportée entre les anguilles provenant de la mer et celles provenant des eaux douces ; le nombre d'helminthes et d'espèce d'helminthe par anguille est beaucoup plus élevé chez les anguilles marines que chez celles des eaux douces (Køie 1983, 1993, 2000, Eydal et Olafsdottir 2002 –2003 ; Eydal *et al.*, 2005).

---

# *Conclusion et Perspectives*

---

## **Conclusion :**

Il ressort de cette étude :

- Que l'anguille du Tonga héberge 5 espèces de parasites appartenant à 4 classes différentes
- Que les ectoparasites prédominent en nombre les endoparasites ; chez ces derniers les monogènes sont plus nombreux que les crustacés ; cette prédominance des monogènes sur ce copépode serait liée d'une part à certains paramètres abiotiques et d'autre part à une compétition intraspécifique pour la niche écologique
- Que parmi les endoparasites les nématodes sont plus nombreux que les cestodes ;
- Que l'espèce *P. anguillae* représente plus de 73 % de la population parasite récoltée ;
- Que l'espèce *A. crassus* touche plus de 40% des anguilles de Tonga ; ces dernières abritent plus de 4 et 1 parasites par poisson infesté et par poisson examiné.
- Que l'espèce *B. claviceps* infeste plus de 40% de la population des anguilles avec 1 parasite/poisson infesté et de 0.43 parasite/poisson examiné ;
- Que les indices parasitaires du copépode *Argulus kusafugu* sont faibles.
- Que la richesse spécifique, en ectoparasites branchiaux, est élevée d'avril à novembre et que durant cette période la diversité observée est faible et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée ;
- Que chez l'anguille du Tonga, du fait que la richesse spécifique en endoparasites soit invariable et la distribution d'abondance équilibrée, la diversité est donc invariable.

## **En perspectives :**

Il serait intéressant :

🌍 De poursuivre cette étude sur plusieurs cycles et dans divers habitats (lagune, oueds, et autres plans d'eau...) ou il serait possible de suivre l'évolution de certains paramètres abiotiques;

🌍 De s'intéresser un peu plus à l'histoire parasitaire, par *Anguillicola crassus*, durant la phase continentale de l'anguille en tenant compte de l'état de santé de l'organe parasité ; ceci servira à l'identification des infections passées et permettra

ainsi une meilleure évaluation de l'état générale de l'anguille à son départ vers l'aire de reproduction.

✚ D'étudier la distribution des indices parasitaires par classe de taille ;

✚ D'étudier le régime alimentaire de l'anguille afin de déterminer les hôtes intermédiaires et paraténiques qui pourraient intervenir dans les cycles évolutifs de certains parasites ;

---

# *Références bibliographiques*

---

## ***7-Références bibliographiques :***



**Aguilar, A., Alvarez, M. F., Leiro, J. M., SanMartín, M. L. (2005) :** Parasite populations of the European eel (*Anguilla anguilla* L.) in the Rivers Ulla and Tea (Galicia, northwest Spain). *Aquaculture*, 249 (1-4): 85-94.

**Amilhat E. (2007) :** Etat sanitaire de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* dans le bassin Rhône Méditerranée et Corse : synthèse bibliographique. Rapport Pôle lagunes et Cépralmar. CBETM, Université de Perpignan. P 88.

**Ammouchi, L ; Charifi N et Gouri. A.(1999) :**

Etude epizootologique des endoparasites chez *Anguilla anguilla*, *Cyprinus carpio*, *Carassius Carassius* et *Pseudophoxinellus callensis* du lac Oubeira (parc national d'El Kala).

**Aoun – Kaid, L et Chaib, F .(1994) :** Actualisation de l'inventaire des parasites de l'ichtyofaune (Cyprinidés et *Anguilla anguilla*) du lac Oubeira. Etude épizootologique spécifique. *Mémoire d'ingénieurs d'état en Aquaculture, Institut des sciences la mer. Université d'Annaba*

**Arni, K, et Sigurour, H. (2007) :** Parasite communities of eels *Anguilla anguilla* in freshwater and habitats in Iceland in comparison with other parasite marine communities of eels in Europe. *Folia Parasitologica* 54: 141–153.



**Banning, P. V., et O. L. M. Haenen. (1990) :** Effects of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus* in wild and farmed eel, *Anguilla anguilla*. *Pathology in Marine Science. PAMAQ 3 Proceedings. Virginia, USA, 1988. Academic Press. p 317-330.*

**Bauer, O.N.; Musselius, V.A. et Strelkov, Y.A. (1969) :** Diseases of pond fish Iwdqtel Stov "KOLOS", Moscou, English Translation, U.S.Dept, of commerce, Springfield, 219pp.

**Benajiba, M. H. (1991) :** Les parasites de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* L., 1758 (Poisson téléostéen) dans la région du Languedoc : Ultrastructure, Biologie et Dynamique des populations. Thèse. Université de Clermont-Ferrand II. 225 p.

**Benajiba, M. H., P. Silan, A. Marques, et G. Bouix. (1994) :** Protozoaires et métazoaires 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.

**Blanc, G. (1998) :** *Anguillicola crassus*, un parasite agressif introduit dans les stocks européens d'anguilles. *Eaux libres*:1-8

**Bouadila, A.; Medjaldi; W. et Teghri, N. (1989) :** Contribution à l'étude de l'importance de la parasitologie en milieu piscicole: Cas du lac Oubeira. *Mémoire d'ingénieurs d'état en Aquaculture, Institut des sciences la mer. Université d'Annaba*

**Bruslé, J. (1990) :** The effects of heavy metals on eels (*Anguilla* sp.). *Aquat. Living Res.* 3:131-141.

**Bruslé, J. (1991) :** The eel (*Anguilla* sp) and organic chemical pollutants. *The Science of the Total Environment* 102:1-19.

**Buchmann K. Møllgaard S. et Kjøie ., (1987) :** Pseudodactylogyrus infestation in eel : a review. *Diseases of Aquatic Organisms* 3 : 51-57.

**Buchmann (1997):** Infection biology of gill parasitic monogeneans with special reference to the congeners *Pseudodactylogyrus bini* and *P. anguillae* (Monogenea:

Platy-helminthes) from European eel. Dissertation, Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg

**Buchmann (1988a):** Feeding of *Pseudodactylogyrus bini* (Monogenea) from *Anguilla anguilla*. Bull Eur Assoc Fish Pathol 8:79–81

**Bychowsky B. E., (1957):** Monogenetic Trematodes, their systematic and Phylogeny (In Russian). Akad. Nauk. USSR. 1-509. (English translation by P.C.OSTINOFF, American Institute of Biology Sciences., Washington, W.J. Hargis Jr. (Eds)., 1961 : 1-626).

**Byrnes, T. (1985) :** Deux nouvelles espèces d'*Argulus* (*B. ranchiura* : Argulidae) trouvé sur la brème australien ne (espèces d'*Acanthopagrus*). Zoologiste Australien 21 (7) : Doctorat. Univ, Montpellier, 254p



**Callaghan. R., et Mecartyh. T.K, (1993) :** Metazoon parasite assemblages of eels in the Dunkellin Catchment, Western heland. Eifac Working Party on Eel Eighth Session-OISZTYN? Poland 24<sup>th</sup> to 28<sup>th</sup> May 1993, 9p.

**Cassier P., Brugerolle G., Combes C. (1998) :** Le parasitisme ; un équilibre dynamique Masson. Paris : 361 pp.

**Cesco, H., A. Lambert, et A. J. Crivelli. (2001) :** *Pseudorasbora parva* (Téléostéen, Cyprinidae) espèce invasive, nouvel agent du maintien et de la dissémination de l'anguillicolose en France? Parasite 8:75-76.

**Chatard. N., (2000-2001) :** Analyse de la structure de la population d'anguilles *Anguilla anguilla* (étude otolithométrique) et des flux migratoires dans la rivière Moine. Rapport de Maîtrise. P 3-9

**Christison KW, Baker GC (2007)** : First record of *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin and Sproston, 1948) (*Monogenea*) from South Africa. *Afr Zool* 42:279-285  
<OccurrenceType="DOI"><Handle>10.3377/1562.7020(2007).42[279:FROPAY]2.0.C  
O;2</Handle></Occurrence>.

**Chung HY, Lin IH, Kou GH (1984)**: Study of the parasites on the gill of cultured eel in Taiwan. I. Classification of dac-tylogyrid. *COA (Counc Agric) Fish Ser* 10:24-33  
Chung HY, Lin IH, Kou GH (1984) Study of the parasites on the gill of cultured eel in Taiwan. I. Classification of dac-tylogyrid. *COA (Counc Agric) Fish Ser* 10:24-33

**Coad, B. W. (2005)** : Poissons d'eau douce de l'Iran. *Acta Sci. Nat. Acad. Sci. Brno.* 29:1-64. Accessible en ligne à: <http://www.briancoad.com/main.asp?page=titlepage.htm>

**Combes C. (1995)** : Interaction durable. Ecologie et évolution du parasitisme. Masson, Paris, collection écologie n° 26, Paris, 524 p.

**Craig J. Hayward, John S. Crane, Kazuo Ogawa, Makoto Iwashita, (2001)** : First report of the invasive eel pest *Peudodactylogyrus bini* in North America and in wild American eels.

## D

**Dahraoui M. et Yamak, S.S.(1992)**. Caractérisation de l'épizootologie des parasitoses de *Barbus callensis* dans le système hydrologique Oued Messida-Ouest, El Kebir-Est et de quelques espèces piscicoles secondaires. *Mémoire d'ingénieurs d'état en Aquaculture, Institut des sciences la mer. Université d'Annaba*

**De Charleroy. D., Grisez L., Thomas. K Belpaire C., Olleviere E., (1990)** : The life cycle of *Anguillicola crassa*. *Dis aquat. Org.*, 8, 77-84.

**Deedler, C. L. (1970):** Synthèse des données biologiques sur anguilla d'anguilla d'anguille (Linnaeus) 1758. Numéro 80 De Synthèse De Pêche de la FAO. La FAO, Rome.

**Desdevises, y. (2001) :** Recherche des déterminants de la spécificité parasitaire dans le modèle *Lamellodiscus* (Diplkectanidae, Monogenea)-Sparidae (Teleostei). En méditerranée. Thèse Doct. Univ. Montréal ; 315.

**Di Cave, D., F. Berrilli, C. De Liberato, P. Orecchia, et C. R. Kennedy. 2001.**

Helminth communities in eels *Anguilla anguilla* from Adriatic coastal lagoons in Italy. *Journal of Helminthology* 75:7-13.

**Dzika E., Wlasow T., Gomulka P., (1995):** The first recorded case of the occurrence of two species of the genus *Pseudodactylogyrus* on the ell *Anguilla anguilla* (L) in Poland. *Acta Parasitologica* 40 (4): 165-167.

## **E**

**El-Hilali M., Yahaoui A., Maachi M. et Taghy Z. ; (1996) :** Première données épidémiologiques sur l'anguillicolose au Maroc. *Bull.Fr. pêche et Piscicult.*340.57-60.

**El Hilali, M., A. Yahyaoui, et N. Chetto. (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.

**Euzet L. et Combes C. (1980) :** Les problèmes de l'espèce chez les animaux parasites. In les problèmes de l'espèce dans le régime animal. T. II. (Bocquet ch., Germot J. et M. Lamotte, ed.).

**Eydal. M., Helgason S., Kristmundsson A., and Bambir S.H. (2005) :** Species parasitizing young Atlantic cod, *Gadus morhua*, in Icelandic waters. *Bull. Scand.-Balt. Soc. Parasitol.* 14: 55.

**Eydal. M et Olafsdottir D. (2002–2003):** Intestinal macroparasites in anglerfish (*Lophius piscatorius*) from Icelandic waters. *Bull. Scand. Soc. Parasitol.* 12–13: 60–68.

## **F**

**Fischer W., Schneider M., & Bauchot M.L., (1987) :** Fishes F.A.O. d'identification des espèces pour les besoins de la pêche Méditerranéenne et mer Noire, zone de pêche 37, F.A.O. et C.E.E. Vol. II. Vertébrés. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, de : 761-1530

**Frandsen F., Malmquist H.J., Snorrason S.S. (1989) :** Eco-logical parasitology of polymorphic arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in Thingvallavatn, Iceland. *J. Fish Biol.* 34: 281–297.

**Froese, R. et D. Pauly. Rédacteurs. (2005):** FishBase. Publication électronique de World Wide Web. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).

## **G**

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

**Girard, P., et F. Lefebvre. (2001) :** Atelier pathologie - Compte-rendu de la séance du vendredi 29 juin 200 - Station Biologique de la Tour du Valat (13). 37 p.

**Golovin P. P. (1977) :** Monogenei ugrâ pri ego iskusstvennom vyrasii na teplyh vodah. ( Monogeneans of eel cultured in heated water). Pp. 44-150. *In* : Issledovaniâ monogenei v SSSR. (Studies on monogeneans in the USSR.) Zoologiceskij Institut, Akadimia Nauk USSR, Leningrad. (In Russian).

**Gusev .A. V (1965) :** A new genus of monogenetic trematode from an eel of the genus *Anguilla*. Trudy Zool Inst Leningrad35:119–125.

**Gussev,A.V.,1985.**In:Bauer,O.N.(Ed.): Metazoa Parasites. Part. Identification Key to Parasites of. Fresh water Fish, vol. 2. Nauka, Leningrad.

## **H**

**Halsband. E., Halsband I., Romestand B., Dzuvic A., (1985) :** Hamatologische, histopathologische, parasitologische und enzymatische Untersuchungen an Aalen (*Anguilla anguilla*), Dobeln 5 *Leuciscus cephalus*-. Hqseln 5 *Leuciscus leuciscus*- und Plotwen (*Rutilus rutilus*) der Weser zwischen Bodenwerder und Veltheim (50 Stromkilometer) von Oktober 1983 bis Oktober 1984. *Bundesf. Fisch. Veroff. Inst. Kusten-Binnent. Hamburg*, 90, 1-29.

**Heegaard, P. (1962) :** Copepoda parasite des eaux australiennes. Disques du musée australien 25 : 149-234.

**Hewitt, G. C et P. M. Hine. ( 1972) :** Liste de contrôle des parasites des poissons de la Nouvelle Zélande et de leurs centres serveurs. Journal de la Nouvelle Zélande de la recherche marine et d'eau douce 6( 1/2) : 69-114.

**Hizem B., Elie P. et Kraiem M.M (2006) :** Etude préliminaire des parasitoses de l'anguille *Anguilla anguilla* (L.1758) dans les hydro systèmes littoraux et continentaux des pays d'Afrique du Nord : étude particulière d'*Anguillicola crassus*, parasites nématode. Troisième rencontre de l'ichtyologie en France.

## **I**

**Imada, R., Muroga, K., (1979) :** *Pseudodactylogyrus microrchis* (Monogenea) on the gills of culture eels : III. Experimental control by Trichlorfon. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 45, 25–29.

# K

**Kennedy, C. J., et D. Di Cave. 1998a.** Gyrodactylus anguillae (Monogenea): The story of an appearance and a disappearance. *Folia Parasitol* 45:77-78.

**Kennedy, C. R., F. Berrilli, D. Di Cave, C. De Liberato, et P. Orecchia. 1998b.**  
Composition and diversity of helminth communities in eels *Anguilla anguilla* in the river Tiber: long-term changes and comparison with insular Europe. *J Helminthol* 72 (4):301-306.

**Kennedy C.R. et Fith D.J. (1990):** Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. *Journal of Fish Biology* 36 :117-131

**Khan R. A. Barker D. E. Willams-Ryan K. et Hooper R. G (1994) :** Influence of crude oil pulp and paper mill effluent on mixed infections of *Trichodina cottidarium* and *T.saintjohni* ( Ciliophora) parasiting *Myoxocephalus octodecemspionus* and *M. spiniosus*. *Canadian journal of zoology* 72,247-251.

**Khan R. A et Thulin J., (1991):** Influence of pollution on parasites of aquatic animals.

**Kikuchi H (1929) :** Two new species of Japanese trematodesbini among eel populations in the Czech Republic. *Folia belonging to Gyrodactylidae. Annot Zool Jpn*12:175–186Kuperman, 2000

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

**Knopf K (2006) :** The swim bladder nematode *Anguillicola crassus* in the European eel *Anguilla anguilla* and the Japanese eel *Anguilla japonica*: differences in susceptibility and immunity between a recently colonized host and the original host. *J Helminthol* 80:129-136

**Køie, M. (1988)** : Parasite in European eel *Anguilla anguilla* (L.) from Danish freshwater, brackish and marine localities. *Ophelia* 29(2):93-118.

**Køie, M. (1988a)** : Parasites in European eel *Anguilla anguilla* (L.) from Danish freshwater, brackish and marine localities. *Ophelia*, 29, 93-118.

**Køie, M (1988b)** : Parasites in eels, *Anguilla anguilla* (L.) , from european Lake Esrum (Denmark). *Acta Parasitol. Pol.*, 33, 89-100.

**Køie M. (1983)** : Digenetic trematodes from *Limanda limanda* (L.) (Osteichthyes, Pleuronectidae) from Danish and adjacent waters, with special reference to their life cycle. *Ophelia* 22: 201–228.

**Køie M. (1993)** : Nematode parasites in teleosts from 0 to 1540 depth off the Faroe Islands (the North Atlantic). *Ophelia* 38: 217–243.

**Køie M. (2000)** : Metazoan parasites of teleost fishes from Atlantic waters off the Faroe Islands. *Ophelia* 52: 25–44.

**Kuperman. B. I. et Matey v.E., (2000)** : Bothriocephalus acheilognathi infection of fish in southern. *Departement of biology, San Diego State University*.

**Kuwahara S. A. Niimi H. Itagaki. (1974)** : Studies on a nematode parasitic in the air Bladder of the eel. I. Description of *Anguillicola crassa* n. sp. (Philometridea, Anguillicolidae). *Japanese Journal of Parasitology* 23 : 275-279.

**L**

**LA FAO. (1997)** : Base de données de la FAO sur l'espèce aquatique présentée. Base de données de la FAO sur l'espèce aquatique présentée, la FAO, Rome.

**Le Brun N, Lambert A, Justine JL (1986) :** Oncomiracidium, morphogenèse du haptère et ultrastructure du spermato-zoïde de *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin et Sproston, 1948) Gusev, 1965 (Monogenea, Monopisthocotylea, Pseudodactylogyridae n. fam.). *Ann Parasitol Hum Comp* 61:273–284

**Lecomte-Finiger R. et Bruslé J. (1984) :** L'anguille *Anguilla anguilla* des lagunes du Languedoc-Roussillon ; intérêt biologique et valeur halieutique. *Vie Milieu*, 34, 185-194.

**Lefebvre F, Contournet B, Crivelli AJ (2002) :** The health state of the eel swim bladder as a measure of parasite pressure by *Anguillicola crassus*. *Parasitology* 124:457-463.

**Lefebvre, F., P. Contournet, F. Priour, O. Soulas, et A. J. Crivelli. 2002a.** Spatial and temporal variation in *Anguillicola crassus* counts: results of a 4 year survey of eels in Mediterranean lagoons. *Dis Aquat Organ* 50(3):181-188.

**Lefebvre F., Acou A., Poizat G. et Crivelli A-J. (2003) :** Anguillicolosis among silver eels : a 2-years survey in 4 habitats from Camargue. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 368 :97-108.



**Maachi, L. (1990) :** Contribution de la médecine vétérinaire dans le contrôle parasitaire en pisciculture. Cas du lac Oubeira. *Mémoire de diplôme de docteur en Médecine vétérinaire. Institut des sciences vétérinaire. Université de Constantine*

**Mackenzie K. Willams H.H. Willams B. Macvicar A.H. et Siddall R. (1995) :** Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advances in parasitology* 35, 86-144.

**Mackenzey. A et Ball. A.S. (2000) :** Essentiel en écologie. *ED. BERTI* 366 pp.

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

**Maitland, P. S. (1977) :** Poissons d'eau douce de la Grande-Bretagne et de l'Europe. Groupe D'Édition Ltd, Londres, R-U De Hamlyn. 256 pp.

**Margolis L., Esche W., Hol Mes J.C., Kuris A.M & Schard G.A., (1982):** The use of ecological terms in parasitology (Report of an adhoc committee of the American Society of parasitologiste. *The journal of parasitology* 1. P 137-133.

**McCosker (1989) :** Anguilles d'eau douce (famille Anguillidae) en Californie: conditions courantes et futurs scénarios. *Calif. Poissons et jeu.* 75: 4-11.

**Meddour,A. (1988):** Parasites of fish water from lake Oubeira, Algeria. *Thesis of Master of science, Departement of Zoology, University of Liverpool, U. K.*

**Migado (2005) :** Lettre d'information n°1. L'anguille dans le bassin Gironde Garonne Dordogne.

**Molnar (1983) :** Occurrence of new monogeneans of Far east origin on the gills of fish in Hungary. *Acta veterinariae Hungaricae* **32** : 153-157.

**Moravec, F., Boomker, J. & Taraschewski, H. (2000)** *Paraquimperia africana* n. sp. (Nematoda: Quimperiidae), a new intestinal parasite of the eel *Anguilla mossambica* Peters, in South Africa. *Journal of Parasitology*, 86, 113–117.

**Moravec,F., Nagasawa,K., Urawa,S., (1985) :**Some fish nematodes from fresh waters in Hokkaido, Japan. *Folia Parasitol. (Prague)* 32,305–316.

**Moravec, F., et Skorikova. B (1998):** Amphibians and larvae of aquatic insects as new paratenic hosts of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea), a swimbladder parasite of eels. Dis Aquat Organ 34(3):217-222.

**Moravec, F. et Traschewski, H. (1988) :** Revision of the genus *Anguillicola* Yamaguti, 1935 (Nematoa : Anguillicolidae) of the swimbladder of eels, including descriptions two new species, *A. novaezelandiae* sp. N. and *A. papernae* sp. n. Folia Parasitology 35 : 125-146.

**Moravec F, Taraschewski H, Anantaphruti MT, Maipanich W, Laoprasert T (2006) :** *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *anguillae* sp. n. (Camallanidae) and some other nematodes from the Indonesian shortfin eel *Anguilla bicolor* in Thailand. Parasitol.Res,100:69-75.

**Moravec F, Taraschewski H, Anantaphruti MT, Maipanich T (2007) :***Heliconema longissimum* (Ortlepp, 1923) (Nematoda: Physalopteridae) from W, Laoprasert *Pisodonophis boro* (Teleostei: Ophichthidae) in Thailand, with remarks on the taxonomy of the Proleptinae Schulz, 1927. Syst Parasitol 66:73-80

**Moriarty, C. (1986):** Migration de Riverine de jeune anguilla *d'anguilla d'anguilles* (L.). Luttez et le milieu 36: 266,



**Neifari L., (1995) :** Contribution à l'étude de la biodiversité des Monogènes parasites des poissons du secteur Nord-Est de la Tunisie. Rapport de D.E.E Université de Tunisie II : 209 pp.



**Ogawa K (1984)** *Pseudodactylogyrus haze* sp. nov., a gill monogenean from the Japanese goby, *Acanthogobius flavimanus*. *Jpn J Parasitol* 33:403–405

**Ogawa K. et Egusa S. (1976)** : Studies on eel Pseudodactylogyrosis- I. Morphology and classification of three dactylogyrids with a proposal of new species, *Pseudodactylogyrus microrchis*. *Bulletin of the Japanese Society for Scientific Fisheries* 42 : 395-404.

**Ogawa K, Egusa S (1985)** Gyrodactylus infestations of cultured eels (*Anguilla japonica* and *A. anguilla*) in Japan. *Fish Pathol* 15:95–99

**Ohdner T., 1912.-** Die Homologien der weiblichen Genitalwege bei den Trematoden and cestoden. *Zool. An z.* 39(10) 327-351

**Okamura, A., H. Zhang, T. Utoh, A. Akazawa, Y. Yamada, N. Horie, N. Mikawa, S. Tanaka et H. P. Oka. (2004)** : Hybride artificiel entre *anguilla d'anguilla* et *A. japonica* . *Journal de la biologie* 64 de poissons: 1450-1454.

## P

**Porcher J. P. (1992)** : Les passes à anguilles. *Bull. Fr. Peche Piscic.*, 326-327, 134-142.

## R

**Reshetnikov, Y.s. (2003)** : Atlas des poissons d'eau douce russes. Vols 1 et 2. Moscou, Nauka

**Rapport de la direction de la pêche et des ressources halieutiques de la Wilaya d'El-Tarf, 2003.**

**Rahhou, I., S. Morand, R. Lecomte-Finiger, et P. Sasal. 2005.** Biogeographical Relationships of the eel parasite *Anguillicola crassus* revealed by random amplified polymorphic DNA markers (RAPDS). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 378-379:87-98.

**Robert. R. J., (1997) :** Pathologie des poissons Malouines S.A.Edition.

**Ringuelet, R 1943 :** Neotropicales tromeurs de Revision de los Argulidos Argentinos (Crustacea. Branchiura) el catalogo de las especies. La Plata de Revista del Museo De, (Seccion Zoologia) (3) 19: 43-99.



**Sabecka E. Pilecka-Rapacz M. (2003) :** *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin et Sproston, 1948) Gussev, 1965 and *P.bini*( Kikuchi, 1929) Gussev, 1965 (Monogenea : Pseudodactylogyridae) on gills of European eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) ascending rivers of the Pomeranian coast, Poland. Acta Ichthyol. Piscat. 33(2) : 137-144.

**Saraiva, A. M., (1992a) :** Helmitas parasitas do tubo digestivo de *Anguilla anguilla* provenientes do Rio Este, norte de Portugal. Seminar de aquacultura mediterranea, Lisboa 13/12/91 Portugal, Inst, Nac. Invest. Pescas, publ. n° 19, p. 377.

Saraiva, 1992b

**Saraiva A., (1995) :** *Pseudodactylogyrus anguillae* (Yin and Sproston, 1948) Gussev, 1965 and *P. bini* (Kikuchi, 1929) Gussev, 1965 (Monogenea : Monopisthocotylea) in Portugal. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists **15** : 81-83

**Saraiva. A, Antao. A, Cruz. C. (2005). :** Comparative study of parasite communities in European eel *Anguilla anguilla* from rivers of northern Portugal. *Helminthologia*, 42 (2): 99-106.

**Sasal. P, Taraschewski. H, Valade. P, Grondin. H, Wielgoss. S, et Moravec. F (2008):** Parasite communities in eels of the Island of Reunion (Indian Ocean): a lesson in parasite introduction. UMR 5244 CNRS-EPHE-UP, Laboratoire de Biologie et d'Ecologie Tropicale et Méditerranéenne, CBETM, Université de Perpignan, 52, av. Paul Alduy, 66860 Perpignan, France.

**Sinha, V. R. P. et J. W. Jones., (1975):** L'Anguille D'eau douce Européenne. Pression D'Université De Liverpool, Royaume Uni. 146 pp.

**Stefansson. S.M. 2000:** [The diet of the eel (*Anguilla* sp.) in Lake Vifilsstadavatn]. University of Iceland, Reykjavik, 25 pp. (In Icelandic.)

## **T**

**Taraschewski H (2006) :** Hosts and Parasites as aliens. *J Helminthol* 80:99-128

**Taraschewski H, Boomker J, Knopf H, Moravec F (2005) :** *Anguillicola papernai* (Nematoda: Anguillicolidae) and other helminths parasitizing the African longfin eel *Anguilla mossambica*. *Dis Aquat Org* 63:185-195

**Taraschewski, H., F. Moravec, T. Lamah, and K. Anders. (1987):** Distribution and morphology of two helminths recently introduced into European eel populations: *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) and *Paratenuisentis ambiguus* (Acanthocephala, Tenuisentidae). *Diseases of Aquatic Organisms* 3:177-180.

**Tesch. F.W., (1977) :** The eel. Chapman and Hall ed., London, 434 p.

**Thomas. K., et Ollevier. F., (1992) :** Parasitic hosis of swimbladder nematode *Anguillicola crassus*. *Dis. Aquat. Org.*, 13, 165-174.

**Tosi, L., P. Tongiorgi, A. Spampanato, C. Sola et L. Sala. (1986):** Influence de la température et de salinité sur l'orientation des anguilles de verre *d'anguilla d'anguilla* pendant la migration de la mer aux eaux doux. *Nova Thalassia* 8: 621-622.

## **V**

**Vollestad, L. A., B. Jonsson, N. A. Hvidsten, T. F. Naesje, O. Haraldstad et J. Ruud-Hansen. (1986) :** Facteurs environnementaux réglant la migration de seaward

des anguilles argentées européennes ( *anguilla d'anguilla* ). Journal canadien de la pêche et des sciences aquatiques 43: 1909-1916.

**Vigier. J. F., (1990)** : Synthèse des connaissances sur la biologie et la pathologie chez les différentes espèces du genre *Anguilla*. Ecole v2L. DE Toulouse 90-ToV3-4063, 232 p.

**Valtonen E. T. Holms J.C et Koskivaara M. (1997)** : Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on the parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) in four lakes in central Finland. *Canadian aquatic Fisheries Science*.



**Wardle, R. A., et Mcleod, J. A., (1952)** : The Zoology of Tapeworms. *University of Minnesota Press*.

**Whitehead. P.J.P., Bauchot M-L., Hureau. J.C., Nielson. J., Tortonese. E., 1984:** Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, UNESCO, volume I, 510 p.

**Williamson, G. R., et O. Tabeta. (1991)** : Recherche *des anguilles* d'anguilla sur la côte occidentale de l'Amérique du Nord et sur l'Aleutian et les îles hawaïennes. Journal japonais de l'ichtyologie 38(3):315-317.



**Yahyaoui A., (2004)** : L'anguillicolose : une nouvelle menase pour l'anguille. *Huamins et Environnement*.

**Yamaguti S. (1939)** : Parasitic copepods from fishes of Japan. V. Caligoida III. In : *Vol. Jub. Prof. Sadao, 2: 443-487*.

**Yamaguti, S. (1963)** : Copepoda et Branchiura parasites des poissons. Editeurs De Wiley Interscience, New york. 1104 pp.

**Yin, W. Y., Sproston, N. G., (1948)**: Studies on the monogenetic trematodes of China, Parts 1–5. Sinensia 19, 57–85.

**-Site internet:**

[Info@ncbi.nlm.nih.gov](mailto:Info@ncbi.nlm.nih.gov)



---

# *Annexes*

---

### **1-Données sur l'espèce hôte :**

#### **1-1 –Morphologie :**

Corps serpentiforme avec une peau sans écailles recouverte d'un mucus abondant. Elle a une petite tête avec de petits yeux. Sa suite suivant son développement.

#### **1-2- Biologie de l'espèce :**

D'un point de vue biologique ; l'anguille argentée possède le record du taux de graisse dans ses muscles (30%) ce qui constitue une " réserve d'énergie" indispensable pour réaliser sa migration transocéanique. Toutefois, des études ont démontré qu'en contrepartie cette quantité de graisse favorise la fixation des polluants et entraîne la contamination de la chair ce qui pourrait affecter la maturation des gonades, le potentiel des réserves énergétiques, la fraie, le développement des œufs et la survie des larves. Un handicap supplémentaire pour la reproduction. En outre, deux tiers de ces reproducteurs sont parasités par le nématode *Anguillicola crassus* qui entraîne une lésion de la fond (larve d'insectes, crustacée) elle ne se nourrit pas en hiver et lorsqu'elle est argentée.

#### **1-3- Généralités sur l'hôte:**

<b>Famille</b>	<b>Anguillidés</b>
<b>Nom usuel</b>	anguille, andouille, andrille, andula, angèle, anguiello, anguière, anguillat, anille, bonarenque, chardillat, guiseau, lachenau, long bec, lorgagne, margane, mourgain, pimperneau, plat bec, pounchurato, pougaou, silienresso, thaudelo, vernaux, civelle, bouiron, pibale 6
<b>Nom étranger</b>	eel (Grande Bretagne) aal, ahlen, europaischer aal, gemeiner Aal (Allemagne) anguilla, bisato papalone, buratelo (Italie) jegulja, jegula, anguilla catarrojina, anguilla fartona (Espagne)
<b>Nourriture</b>	Les anguilles se nourrissent la nuit de :

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vers de terre</li> <li>- poissons</li> <li>- mollusques</li> <li>- crustacés</li> <li>- larves d'insectes</li> </ul>
<b>Taille</b>	40 cm à 150 cm
<b>Poids</b>	1 à 4 kg
<b>Description</b>	<p>Son corps est allongé, cylindrique, ressemblant à un serpent</p> <p>Sa peau est lisse (recouverte de minuscules écailles ovales).</p> <p>Les nageoires caudale, anale et dorsale sont soudées.</p> <p>Son dos est brun-olive et son ventre est jaune.</p> <p>Ses flancs et son ventre ont des reflets argentés.</p>
<b>Moeurs et Habitat</b>	On retrouve l'anguille dans tous les cours et plan d'eau et même dans les cours d'eau supérieur (zone à truite).
<b>Reproduction</b>	<p>La reproduction a lieu au printemps dans la mer des Sargasses.</p> <p>La ponte intervient entre 400 et 700 mètres dans des eaux de 16 à 17°C.</p> <p>A l'éclosion, les larves (leptocéphales) remontent dans les eaux superficielles.</p> <p>Elles dérivent pendant 2 à 3 ans puis elles se métamorphosent alors en civelles avant de migrer en eau douce où s'effectuent l'alimentation et la croissance.</p> <p>Les femelles deviennent sexuellement adultes entre 5 et 10 ans et les mâles entre 3 et 6 ans.</p> <p>Une fois adultes les anguilles repartent vers la mer des Sargasses (Août-septembre) pour s'y reproduire.</p>

## Conclusion

Sa ressemblance avec les serpents dissuade certain pêcheur.

la chair de l'anguille est grasse et savoureuse.

Longtemps considérée comme nuisible dans les cours d'eau de 1ère catégorie, l'anguille est maintenant une espèce en voie de disparition dans certaines régions.

## \* Écologie:

Les anguilles européennes sont nocturnes, trouvant les cachettes ou creusant dans la boue (ou sous des pierres) pendant le jour et sortant à la recherche de la nourriture au crépuscule. Les mois froids sont passés dans l'hibernation (Reshetnikov 2003; Froese et Pauly 2005). Les anguilles sont remarquablement mobiles, et sont capables des barrages fins de mouvement, des déversoirs et de la terre égale (McCosker 1989).

Le régime est large, et inclut la faune marine, d'estuaire et d'eau douce. La nourriture principale est des invertébrés (en particulier des mollusques et des crustacés) et des poissons (Sinha et Jones 1975; Maitland 1977). Les anguilles nettoient également sur les poissons morts (Coad 2005). Les petites anguilles alimentent sur des larves d'insecte, des mollusques, des vers, et des crustacés. Le régime de plus grands spécimens consiste et prédomine en d'autres poissons. Les anguilles européennes n'alimentent pas pendant les mois froids (Reshetnikov 2003). On rapporte que l'espèce laisse l'eau et écrit des champs pour alimenter sur la faune terrestre, telle que des lingots et des vers (Deedler 1970; Coad 2005).

McCosker (1989) a noté que les anguilles européennes peuvent survivre près des températures de congélation. Deedler (1970) a donné une gamme approximative du 0 – 30°C pour la survie.

Les anguilles d'Anguillidés passant leurs vies d'adulte dans les habitats d'eau douce ou d'estuaire, puis émigrant à l'océan (parfois longues distances d'excédent) pour se reproduire. Les larves feuille-formées communes à tous les anguillidés (appelés un leptocéphale) sont particulièrement convenues à la migration de fond. Les larves

dériverent dans le plancton pour une moyenne de 7-11 mois; cependant, cette étape peut durer aussi longtemps que trois ans (Maitland 1977). Juste avant d'atteindre les eaux côtières, le leptocéphale subit une métamorphose dans l'étape "d'anguille de verre" qui a comme conséquence un rapetissement du corps et de la formation dans une forme cylindrique (Sinha et Jones 1975). Les anguilles de verre gagnent la pigmentation, la transforment en anguilles et entrent dans des freshwaters. Pendant cette étape de la vie (par exemple dans d'eau douce), les poissons sont connus en tant que "anguilles jaunes" (Sinha et Jones 1975). Des anguilles sont stimulées se déplacer en amont vers de plus basses températures et des salinités (Tosi et autres 1986; Vollestad et autres 1986). Les anguilles peuvent également émigrer plus aisément une fois influencées par pression de population dans les extensions inférieures des fleuves (Moriarty 1986). Après migration aux eaux douces saumâtres ou, les anguilles alimentent et se développent (des mâles pendant 6-12 années; femelles pendant 9-20 années) avant le renvoi à la mer pour la reproduction (Froese et Pauly 2005). Des anguilles s'appellent les anguilles "argentées" en émigrant des eaux froides vers la mer (Sinha et Jones 1975). Des anguilles semblent être stimulées émigrer en aval la nuit pendant la nouvelle lune et particulièrement pendant les inondations (Sinha et Jones 1975). Les femelles mûres contiennent 3 millions d'oeufs par 1 kilogramme de poids corporel (Coad 2005). La durée moyenne est de 10 - 20 ans. L'âge rapporté maximum pour un spécimen maintenu dans l'aquarium est de 85 ans (Svårdson 1949 dans Deedler 1970; Froese et Pauly 2005).

*Anguilla anguilla* a été artificiellement hybridée avec le *japonica japonais* de l'anguille A. (Okamura et autres 2004).

**\* Remarques:**

Il reste une certaine incertitude liée à l'identification des deux la Californie A. *anguilla*. Puisque chacun a eu 114 vertèbres, Williamson et Tabeta (1991) ont indiqué que ces poissons ne peuvent pas être sûrement distingués *du japonica de A.*

Anguillidés sont un poisson populaire de nourriture dans beaucoup de régions du monde. Les anguillidés présentés, peuvent attaquer sur la truite et les jeunes saumons, et peuvent également concurrencer des salmonidés et d'autres poissons indigènes pour la nourriture (McCosker 1989, Coad 2005). En plus, les anguilles peuvent attaquer les poissons commerciaux emprisonnés dans les filets et peuvent donc constituer une

perte potentielle à la pêche (Coad 2005). Puisque les anguilles ne se reproduisent pas en captivité, leur culture exige le déplacement des anguilles de phase du sauvage. En conséquence, il y a une probabilité élevée pour l'introduction des nouvelles maladies, des microbes pathogènes, et des parasites (McCosker 1989). Des anguilles européennes ont été diagnostiquées avec au moins les 29 maladies, y compris des infections bactériennes, parasites et fongiques (Froese et Pauly 2005). Un parasite de nématode, *Anguillicola crassus*, a été transféré aux anguilles européennes à partir *du* *A. japonica*. et du *A. rostrata* indigène.

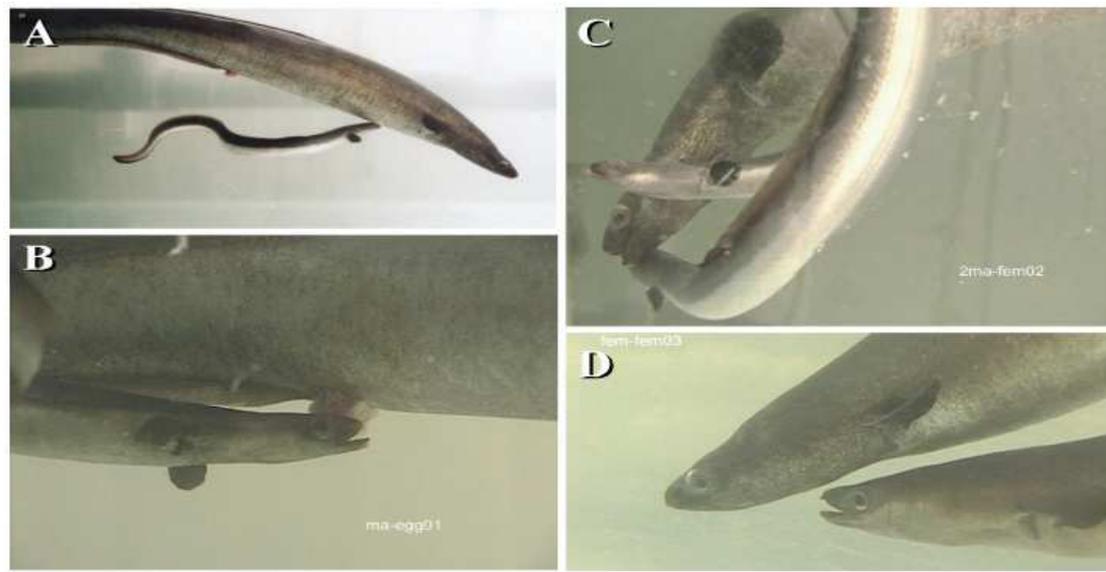
Les anguilles peuvent également voyager sur terre pendant des périodes pluvieuses, démontrant qu'elles ne sont pas facilement contenues (McCosker 1989). En raison des impacts potentiels, la Californie a fait l'importation, la vente, ou la culture des anguillidés de phase illégaux. Selon Williamson et Tabeta (1991), l'océan pacifique près de la Californie ne semble pas avoir un secteur approprié à *anguilla* engendrant, et, en conséquence, les anguilles présentées en les Etats-Unis occidentaux ne se reproduiraient pas probablement avec succès.

Le sang des anguilles européennes est toxique, mais le poison est détruit par la cuisine (Coad 2005).

### **Reproduction:**

L'anguille est un poisson catadrome. Les adultes passent la plus grande partie de leur existence en eau douce (fleuves, rivière, lacs, étangs). A la fin de leur croissance (jusqu'à 12ans chez les mâles et 20 ans chez les femelles), les anguilles entament en automne leur migration vers la mer. C'est à ce moment qu'elles subissent une série de transformations morphologiques (accroissement du diamètre oculaire, régression du tube digestif) et physiologiques pour devenir des anguilles argentées aptes à survivre en milieu marin. La reproduction a lieu au printemps dans la mer des Sargasses au large de la Floride. Les conditions exactes sont encore mal connues, mais elle a lieu à grande profondeur et les adultes meurent après avoir frayé. Après l'éclosion des œufs, les jeunes larves (appelées leptocéphales) se laissent porter par les courants marins (Gulf stream) pour rejoindre au cours de la même année les côtes de l'Europe et de l'Afrique du Nord. Elles se métamorphosent alors en petites anguilles transparentes (appelées civelles) avant de pénétrer dans les estuaires des fleuves. Elles remontent ensuite les cours d'eau pour se transformer en anguillettes. Ces jeunes anguilles

présentent généralement une coloration jaune et sont appelées anguilles jaunes (par opposition aux anguilles argentées).



**Figure 36:** Le comportement de l'anguille européenne artificiellement mûrie (*Anguilla anguilla* L).

Deux femelles ont été employées, ainsi que successivement 3 des mâles pour enregistrer leur engendrer, comportement dans l'aquarium 4000-litre : **A)** Le mâle stimule la femelle à la région principale, **B)** mâle attiré par la région urogénitale de la femelle. **C)** Engendrer de masse, plusieurs mâles avec une femelle avec le dégagement du sperme. **D)** Interaction entre les femelles. Deux femelles chassant chacun. Autre. Induit engendrer le comportement des anguilles était massif et simultané (van Ginneken et al.2005d).

# The life cycle of the European eel

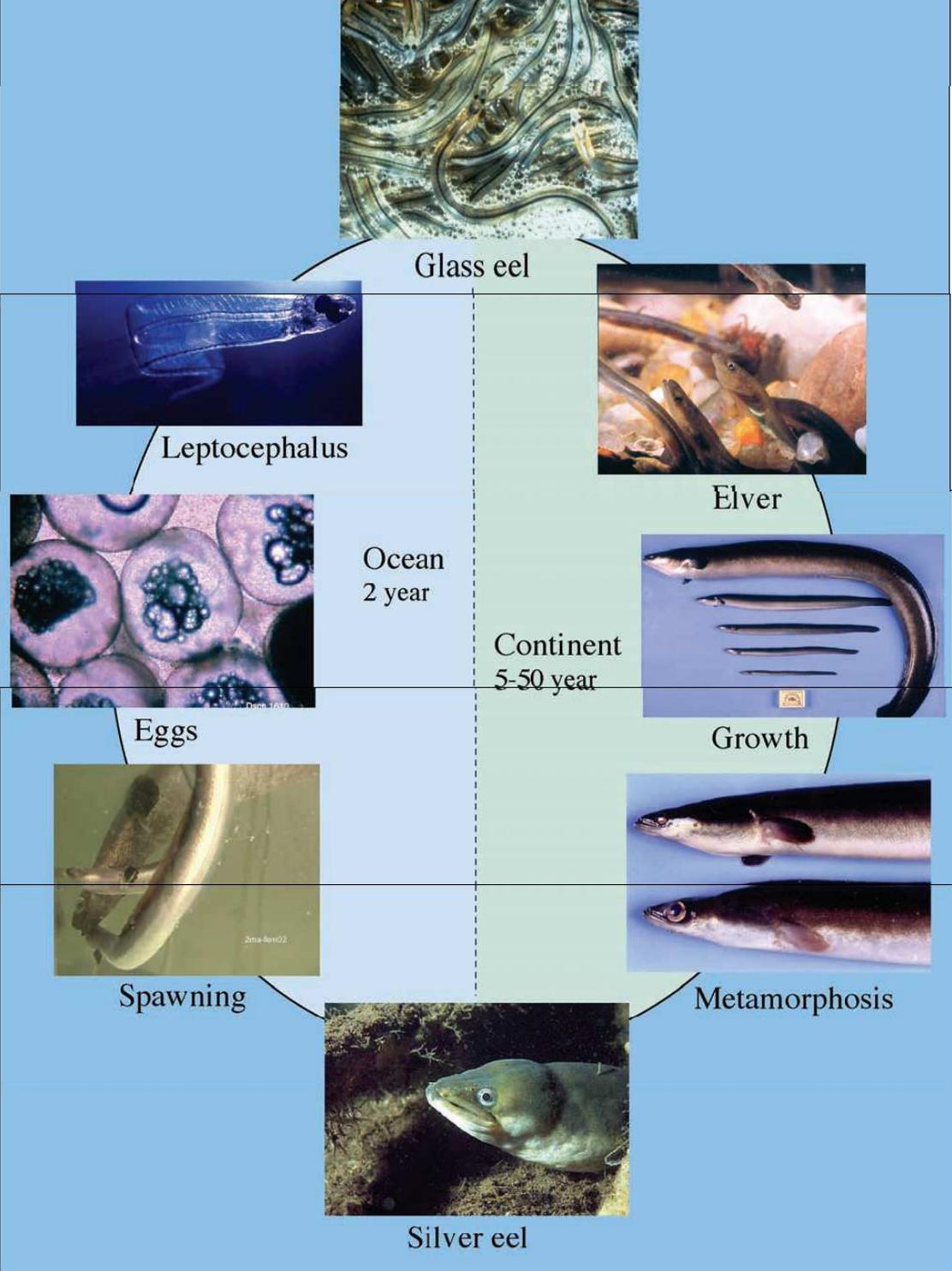


Figure 37 : Cycle de vie de l'anguille européenne (site internet).

## **\*Les menaces naturelles:**

Les menaces exercées sur les populations sauvages d'anguille sont de plusieurs ordres: la prédation, les infestations parasitaires, les infections microbiennes, les booms algaux et les modifications hydroclimatiques. Elles sont comparables à celles qui s'exercent sur les autres espèces de poisson, bien que probablement amplifiées en raison des caractéristiques spatio-temporelles du cycle biologique de l'anguille : plusieurs changements de milieux (marin, estuarien, continental)

- grandes distances de migrations (transatlantique, anadrome, catadrome).
- Long développement larvaire et maturation sexuelle particulièrement tardive.

\*La prédation

\* Les infections microbiennes.

\*Les booms phytoplanctoniques.

\*Les modifications hydroclimatiques.

\*Les infestations parasitaires:

L'Anguille offre la particularité d'héberger un grand nombre de parasites. Ainsi, 46 espèces de parasites ont été identifiées dans les anguilles d'un lac danois (KOIE, 1988a et b). Celle du lac de Sabaudie (Italie) sont infestées par des Protozoaires (*Myxidium*, *Myxobolus*, *Eimeria*, *Trichodina*). Trématode (*Doropristis*) et Nématodes (*Contraecum*), Les taux d'infestation étant assez élevés (Paggi et al., 1988), De même, les anguilles d'une rivière irlandaise (Dunkellin) hébergent une riche helminthofaune jugée en accroissement au cours des années récentes (Callaghan et Mecartyh, 1993), soit 15 espèces d'importance (prévalence, abondance, intensité moyenne) variable les genres suivants: *Piscicola*, *Sphayerostoma*, *Diplostomum*, *Botriocephalus* et *Acanthocephalus*, ces espèces étant "spécialistes " ou accidentelles. De même, une riche helminthofaune a été observée dans le tube digestif des anguilles du Rio Est au Portugal (Saraiva, 1992a) qui présentent aussi des infestations branchiales par plusieurs espèces de Myxosporidies (*Myxidium*, *myxobolus*, *haferellus*, *zschokkella* : Saraiva, 1992b).

Au total, les principaux parasites relevés sur l'anguille européenne sont des:

- 1/ Protozoaires: genres *Derinocystidium*, *Eimeria*, *Ichtyobodo*= *Costia*,  
*Ichtyophthirius*, *Myxidium*, *Myxibolus*, *Plistophora*, *Trichodina*,  
*Trichophaga*, *Trypanosoma*....
- 2/Trématodes: *Deropristis*, *Gyrodactylus*...
- 3/Cestodes: *Botriocephalus*, *Proteocephalus*.....
- 4/Acanthocéphales: *Acanthocephalus*, *Echinorhyncus*....
- 5/Nématodes: *Cucullanus*, *Paraquinperia*, *Pseudocapillaria*
- 6/Crustacés: *Ergasilus*, *Lernea*, *Argulus*...
- 7/Acariens: *Ichtanaetus*....

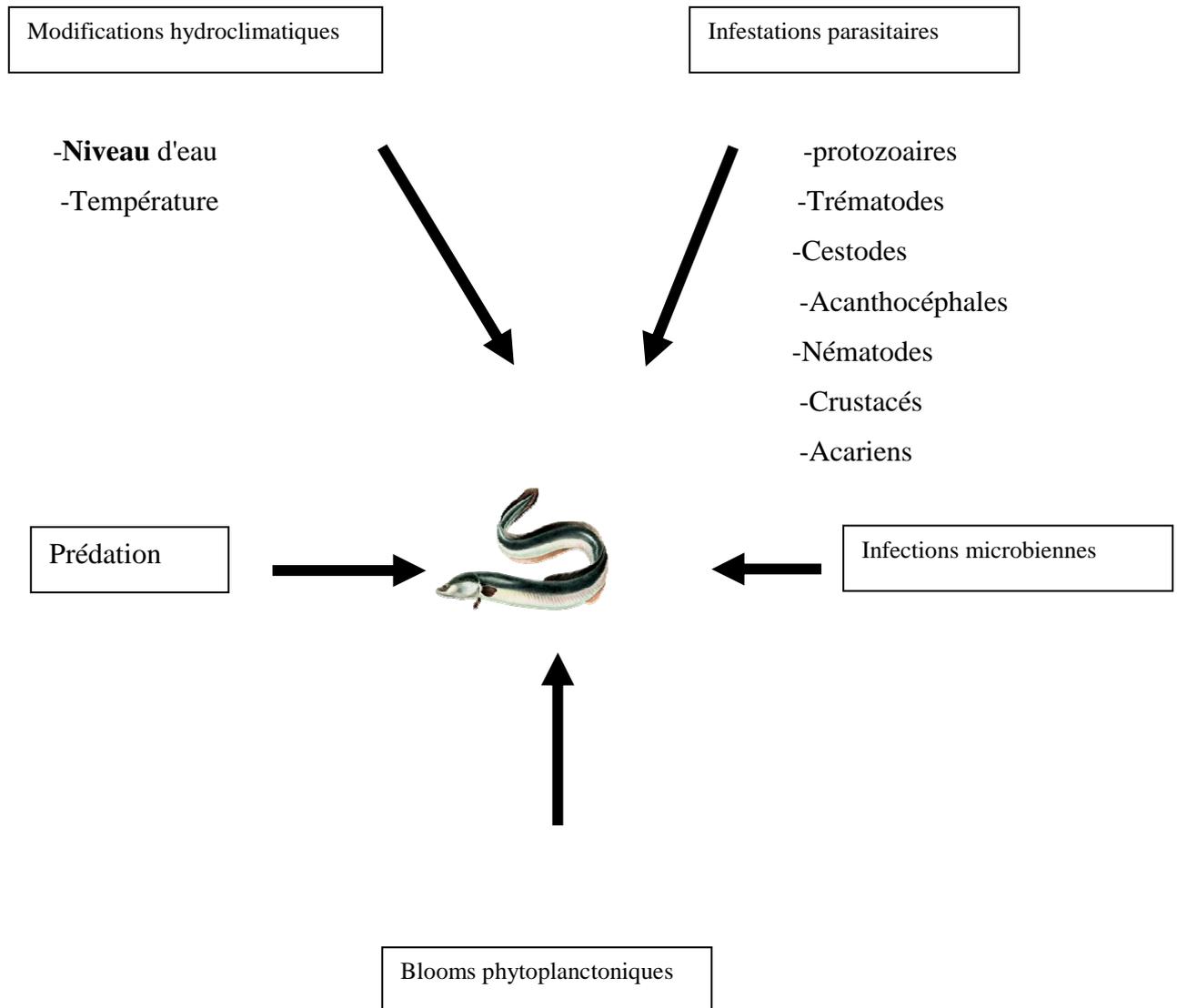
Ces parasitoses peuvent concerner : le tube digestif : *Elmeria*, *Deropristis*, *Botriocephalus*, *Acanthocephalus*, *Cucullanus*,... Ces parasites sont supposés (Køie, 1988 a,b) exercer une pathogénicité limitée en raison de leur faible taux d'infestation dans les milieux naturels.

Les parasites des branchies ( *Myxidium*, *Ichtyophthirius*, *Trichodina*, *Trichophrya*, *Gyrodactylus*, *Argasilus* ..). Seraient responsables de destruction du tissu branchial et affecteraient plus ou moins gravement les fonctions de respiration et d'osmorégulation, en particulier les conditions de stress (Køie, 1988a). La vessie gazeuse héberge plusieurs Nématodes (*Danicomena*, *Philometra*,...) dont les effets pathogènes sont peu connus (Køie, 1988b). Par ailleurs organes cibles des parasites sont le tégument ( *Myxidium*, *Myxobolus*, *Ichtyophthirius*, *Trichodina*). Les muscles (*Plistophora*...), le foie, les reins et la rate (*Myxidium*...) De plus, divers cas de pathologie multilactorielle ont été signalés. Ainsi, une synergie entre pollution et parasitose a été observée dans les sites les plus pollués de la Weser dans lesquels les taux de prévalence des infestations par des Acanthocéphales et des Nématodes sont les plus élevés (Halsband, et al., 1985).

Toutefois, les auteurs s'accordent à penser que ces parasitoses (à la différence de celles liées à des introductions accidentelles de parasites allochtones) ne sont pas responsables d'épizooties graves dans les milieux naturels, leurs effets négatifs se manifestant surtout en conditions d'élevage (ef. revue de Bruslé, 1990b).

Notons enfin que, dans un cas de trématodes branchiale, *A.anguilla* est apparue plus sensible qu'*A.japonica* (Vigier, 1990). Une telle vulnérabilité supérieure

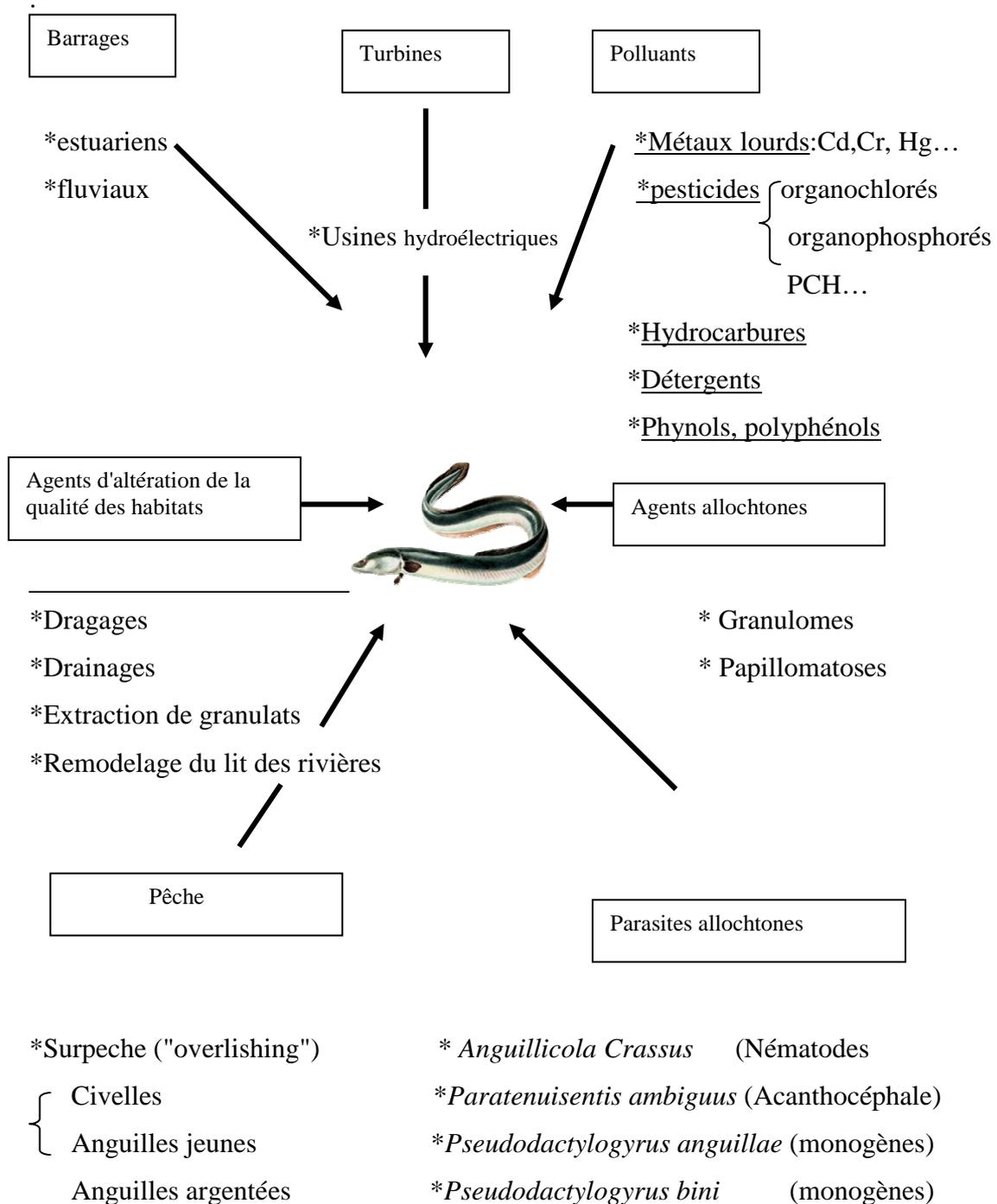
de l'anguille européenne sera évoquée ultérieurement à propos des parasites allochtones tels qu'*Anguillicola* et *Pseudodactylogyrus*.



**Figure 38** : Menaces "naturelles" sur l'anguille

**\* Les menaces d'origine Anthropiques:**

- \* Altération de la qualité des habitats
- \* Limitation de colonisation des bassins versants par des barrages
- \* Entraves à la migration d'avalaison des anguilles par les turbines des usines Hydroélectrique.



**Figure 39 :** Menaces d'origines anthropiques.

### **\*Parasites allochtones :**

L'homme est responsable de transferts intercontinentaux d'anguilles, en général à des fins d'élevage. Les importées en Europe peuvent être porteuses de parasites qui trouvent en *Anguilla anguilla* un nouvel hôte, vierge de tout passé de défense immunitaire. Il résulte des risques graves d'épizooties exemples récents sont connus, qui peuvent compromettre sérieusement l'avenir des populations d'anguilles, comme c'est le cas avec l'anguillicollose.

#### ***Anguillicola crassus* :**

Le *Anguillicola crassus* est un nématode parasite de la vessie natatoire des anguilles (Kuwahara et al., 1974). Le cycle de la vie du parasite est simple qui est accompli en moins de deux mois dans des états de laboratoire (De Charleroy et al., 1990). Les vers d'adulte infestent la vessie de son centre serveur d'anguille produisant des milliers d'œufs fertilisés pendant lesquels passez à la région intestinale hachent ou après passage par le système digestif. L'attache de larves de libre-vie au substrat par leur queue accrochée où ils sont ingérés par des copépodes (centre serveur intermédiaire) (De Charleroy et al., 1990). Les larves muent à la troisième étape (l'étape contagieuse pour des anguilles) dans le copépode (Thomas et Ollevier, 1989; De Charleroy et al., 1987). Des copépodes infectés sont ingérés par de jeunes anguilles (Lecomte-Finiger, 1983; Espèce paratenique de centre serveur de De Nie, 1987) ou par autre réservoir ou telle que le ruffe (*cernua* de *Gymnocephalus*), pumpkinseed (*gibbosus* de *Lepomis*), brun-chabot de rivière (*ictalurus nebulosus*) (Thomas et Ollevier, 1992; De Charleroy et al., 1990; Moravec, 1996). Les larves restent contagieuses aux anguilles jusqu'à deux mois chez les hôtes paratenique (Moravec, 1996). De plus grandes anguilles dont les régimes consistent principalement en poissons (Tesch, 1977 ; de Nie, 1988) sont probablement infectés par l'alimentation sur des poissons de centre serveur de réservoir plutôt qu'en ingérant des copépodes. Après l'infection de l'anguille (hôte final), les larves de parasite traversent le mur et la cavité intestinaux de corps pour atteindre la vessie, attachent au mur de vessie, alimentent sur le sang et deviennent la maturité sexuelle (De Charleroy, 1990).

Les anguilles infectées par crassus de A. développent une maladie appelée l'anguillicolosis, et les lésions hémorragiques de causes, la fibrose et les vessies effondrées (Haenen et al, 1994). Étude de VanBanning et de Haenen (des effets pathologiques du *A.crassus* de A. sur l'anguilles européennes sauvages et cultivées, indiquent que les réactions et la fibrose inflammatoires aiguës de la vessie se produisent en réponse à l'infection parasite.

Il possède un cycle rapide. 2-4 mois selon Benajiba et al. (1994), ce qui expliquerait le faible décalage entre les variations des pics planctoniques et l'augmentation des prévalences (3-4 mois plus tard). Cependant, un cycle de 6 mois est vraisemblable.

Selon Lefebvre et al. (2002a), qui observent des pics d'*A. crassus* au début de l'été et à la fin de l'hiver. Il a un fort potentiel reproducteur. Une femelle d'*A. crassus* peut pondre jusqu'à 150 000 œufs (Vigier, 1997).

En laboratoire, il est capable de survivre et de se transmettre dans le milieu marin (50% et 100% eau de mer) pendant 6 mois. Il pourrait donc survivre pendant la migration transatlantique (Kennedy & Fitch, 1990; Kirk et al., 2000b). L'adaptation du parasite à son hôte euryhalin est matérialisée par l'osmoconformation avec le plasma de son hôte (Kirk et al., 2002). *A. crassus* survit à une large gamme de salinité (Kirk et al., 2000a; Maillo et al., 2005).

Benajiba et al. (1994) montrent que les variations de salinité et température au long de l'année dans le milieu naturel (étang de Mauguio) ne semblent pas affecter le déroulement du cycle de *A. crassus*.

### ***Le genre Pseudodactylogyrus:***

#### **\* Cycle biologique :**

Le *Pseudodactylogyrus* est un parasite monoxènes ovipare, la température optimale de ponte est 20°C. Une fois pondus, les œufs tombent au fond du bassin où se fera l'éclosion. L'éclosion des œufs ne réalise pas si la température est inférieure à 10°C. (Imada et Murogak, 1978). Ensuite, le myracidium sort d'autant plus vite que la température est élevée.

Les larves miracidium nagent librement à la recherche d'un hôte pour s'y fixer au moyen de crochets. On dénombre alors 5 stades larvaires suivant l'évolution des crochets.

**-Stade1: 0-1** jour après l'attachement à l'hôte. Les crochets sont toujours indépendants l'un de l'autre et ont même taille que ceux du miracidium libre.

**-Stade 2 : 1-2** jours après fixation. Il y a augmentation de la taille des crochets.

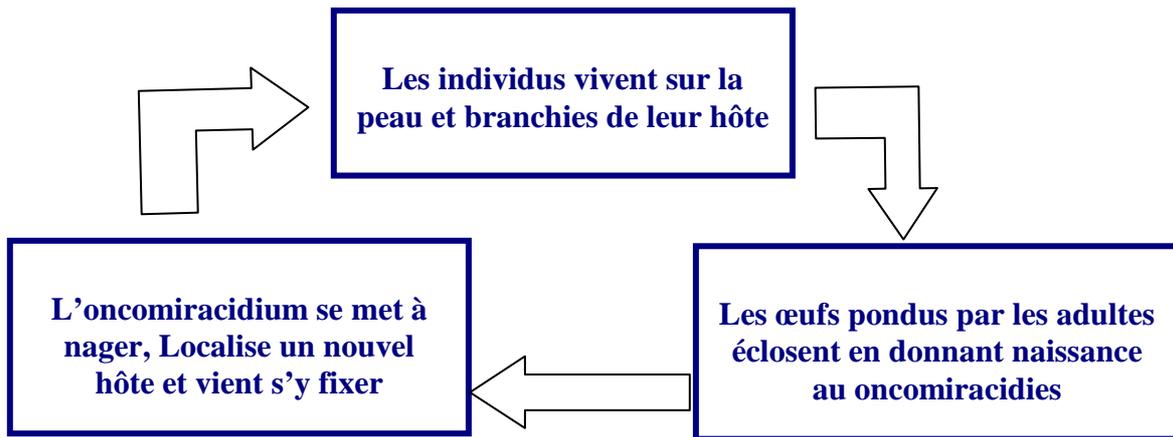
**-Stade 3 : 2-3** jours après fixation. Les crochets se solidarisent avec l'apparition de la barre des crochets.

**-Stade 4 : 3-4** jours après fixation. Sur les crochets apparaissent les procès ventraux et dorsaux.

**-Stade 5 : 4-6** jours après fixation. Les crochets sont terminés, leur morphologie et leur fonctionnement sont les mêmes que pour les adultes.

En une semaine environ, le cycle s'est achevé et on a obtenu un adulte qui peut produire des œufs.

Le stade adulte est atteint en 1 semaine environ. Symptômes et lésions : affections branchiales délabrantes, de type irritatif et nécrotique. Apparition de filaments blancs sur les branchies et hypersécrétion de mucus. Impacts : pertes d'appétit, asphyxie. Troubles respiratoires graves pouvant parfois entraîner la mort. Mortalités fréquentes et connues depuis longtemps dans les élevages.



**Figure 40** : Cycle évolutif des Monogènes (Roberts, 1979)

***Argulus kusafugu* :**

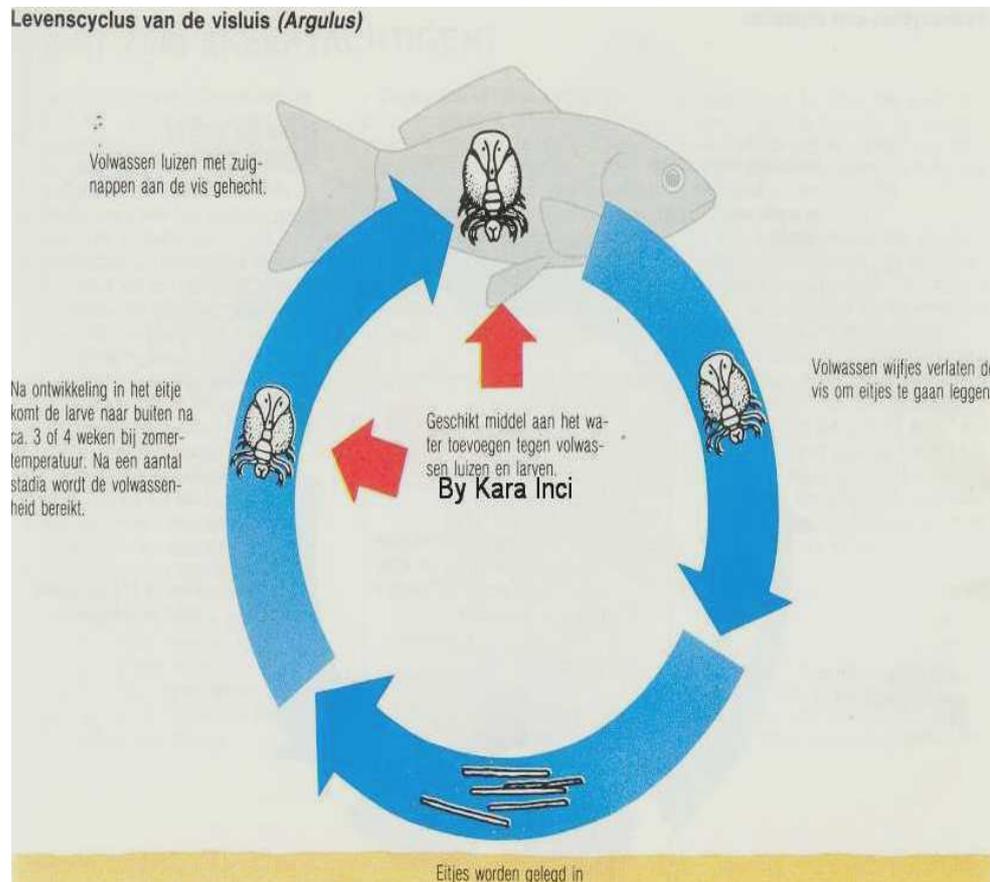
Le cycle évolutif est de type direct, sans hôte intermédiaire: les œufs sont libérés dans l'eau. Après éclosion, on observe de jeunes larves nageantes qui doivent obligatoirement trouver un hôte (dans les 2-3 jours) sinon elles meurent.

Les adultes ne restent pas toute leur vie sur le même hôte, mais ils passent de poisson en poisson.

*Argulus* mâles et femelles sont des parasites qui être trouvés n'importe où sur le corps mais ils ont une préférence pour le secteur d'ailerons dorsaux d'*anguilla anguilla*.

Le cycle se produit typiquement sur le centre serveur (bien que les observations aient montré qu'il peut se produire tandis que des femelles sont attachées aux objets submergés. Les Argulidés femelles alors détachent de leurs poissons de centre serveur et déposent leurs œufs, que ceux-ci sont étendues dans des capsules gélatineuses, en rangés parallèles ou blocs sur certain objet sous-marin (par exemple tiges d'usine, des pierres etc..) ou toute autre surface submergée (par exemple côtés de verre des aquariums). Le nombre d'œufs par embrayage change énormément et les autres ont rapporté des tailles variables d'embrayage seulement de 6 jusqu'aux plusieurs centaines. Le temps d'élaboration des étapes d'œufs semble dépendre fortement de la température et s'étend de 8 jours au minimum à 26 °C à plusieurs mois pour les œufs sur hivernage (Fryer, 1982 ; Williams, 1997). Les juvéniles se développent dans les œufs qui hacheront dans 3-4 semaines aux températures d'été où ceci peut assurer 6

semaines aux températures (58 °C fahrenheit). Les juvéniles traversent plusieurs étages de mues pour atteindre l'âge adulte, mais toutes les étapes soient parasites sur l'Anguille. Il est possible aux œufs ou au parasite lui-même de se présenter à l'étang par des grenouilles et des tritons.



**Figure 41** : Cycle de vie de *Argulus*

**Cycle de vie de *Bothriocephalus claviceps* :**

Fixé à la muqueuse par son scolex, le bothriocephale vit dans la lumière de l'intestin grêle où les anneaux mûrs sans se détacher, pondant au fur et à mesure de leur maturation, des œufs à clapet, brunâtres, ovalaires, de 70 sur 50 microns, qui s'éliminent dans les selles. Les œufs libérés dans les excréments de l'hôte se retrouvent dans l'eau où naît alors l'embryon cilié appelé hexacanthé ou larve coracidium. Celui-ci est mangé par un crustacé, le cyclops ou diaptomus, dans le corps duquel il devient procercoïde. Le cyclops est à son tour mangé par un poisson carnassier (souvent brochet ou carpe) et la larve atteint le foie ou les muscles où elle se transforme en pleurocercoïde.

Le mammifère ou l'homme qui mangera le poisson infesté développera dans son corps la forme adulte, qui émettra alors plusieurs millions d'œufs par jour évacués dans les excréments. Le cycle est alors bouclé. Les stations d'épuration ne filtrent, dans le meilleur des cas, que 95 à 99%....etc (site internet).

## 2- Indices parasitaires des ectoparasites

**Tableau 10** : Récolte des parasites de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) pêché dans le lac Tonga :

Mois	Nbre de poissons examinés	Nbre de poissons infestés	Nbre de parasites recensés
Janvier	30	25	166
Février	30	26	139
Mars	30	22	95
Avril	30	23	100
Mai	30	24	208
Juin	30	25	194
Juillet	30	24	164
Août	30	26	163
Septembre	30	25	122
Octobre	30	26	219
Novembre	30	22	123
Décembre	30	18	92
Total	360	286	1785

**Tableau 11** : Répartition temporelle des parasites chez cette espèce hôte.

Mois \ parasites	monogènes	copépodes
Janvier	166	00
Février	139	00
Mars	95	00
Avril	97	03
Mai	204	04
Juin	189	05
Juillet	158	06
Août	161	02
Septembre	120	02
Octobre	215	04
Novembre	119	04
Décembre	92	00
Total	1755	30

**Tableau 12** : Les espèces parasites recensées chez cette espèce hôte.

mois \ parasites	<i>Pseudodactylogyrus anguillae</i>	<i>Pseudodactylogyrus bini</i>	<i>Argulus kusafugu</i>
Janvier	114	52	00
Février	82	57	00
Mars	63	32	00
Avril	78	19	03
Mai	104	100	04
Juin	126	63	05
Juillet	92	66	06
Août	94	67	02
Septembre	70	50	02
Octobre	113	102	04
Novembre	67	52	04
Décembre	63	29	00
Total	1066	689	30

**Tableau 13** : Répartition temporelle des indices parasitaires des monogènes.

	Nombre de poissons examinés N	Nombre de poissons Infestés H	Nombre de parasites récoltés n	P= N/H. 100(%)	I=n/N	A=n/H
Janvier	30	25	166	83.33	6.64	5.53
Février	30	26	139	86.66	5.35	4.63
Mars	30	22	95	73.33	4.31	3.17
Avril	30	23	97	76.67	4.21	3.23
Mai	30	24	204	80	8.5	6.8
Juin	30	25	189	83.33	7.56	6.3
Juillet	30	24	158	80	6.58	5.26
Août	30	26	161	86.67	6.19	5.37
Septembre	30	25	120	83.33	4.8	4
Octobre	30	26	215	86.67	8.27	7.17
Novembre	30	22	119	73.33	5.40	3.96
Décembre	30	18	92	60	5.11	3.07
	360	286	1755	79.44	6.13	4.87

**Tableau 14 :** Répartition temporelle des indices parasitaires de *Pseudodactylogyrus anguillae*.

	Nombre de poissons examinés N	Nombre de poissons Infestés H	Nombre de parasites récoltés n	P= N/H. 100(%)	I=n/N	A=n/H
Janvier	30	22	114	73.33	5.18	3.8
Février	30	23	82	76.66	3.56	2.73
Mars	30	18	63	60	3.5	2.1
Avril	30	20	78	66.67	3.9	2.6
Mai	30	23	104	76.67	4.52	3.47
Juin	30	25	126	83.33	5.04	4.2
Juillet	30	24	92	80	3.83	3.07
Août	30	24	94	80	3.91	3.13
Septembre	30	26	70	86.67	2.69	2.33
Octobre	30	25	113	83.33	4.52	3.77
Novembre	30	18	67	60	3.72	2.23
Décembre	30	17	63	56.67	3.70	2.1
	360	265	1066	73.61	4.02	2.96

**Tableau 15 :** Répartition temporelle des indices parasitaires de *Pseudodactylogyrus bini* :

	Nombre de poissons examinés N	Nombre de poissons Infestés H	Nombre de parasites récoltés n	P= N/H. 100(%)	I=n/N	A=n/H
Janvier	30	18	52	60	2.6	1.73
Février	30	17	57	56.67	3.17	1.9
Mars	30	13	32	43.33	2.46	1.07
Avril	30	12	19	40	1.58	0.63
Mai	30	18	100	60	5.56	3.33
Juin	30	21	63	70	3	2.1
Juillet	30	19	66	63.33	2.75	2.2
Août	30	20	67	66.66	3.05	2.33
Septembre	30	17	50	56.67	2.94	1.67
Octobre	30	19	102	63.33	5.37	3.4
Novembre	30	23	52	76.66	2.36	1.73
Décembre	30	18	29	60	1.61	0.96
	360	215	689	59.72	3.20	1.91

**Tableau 16 :** Répartition temporelle des indices parasitaires de *Argulus kusafugu*

	Nombre de poissons examinés N	Nombre de poissons Infestés H	Nombre de parasites récoltés n	P= N/H. 100(%)	I=n/N	A=n/H
Janvier	30	00	00	00	00	00
Février	30	00	00	00	00	00
Mars	30	00	00	00	00	00
Avril	30	02	03	6.67	1.5	0.1
Mai	30	03	04	10	1.33	0.13
Juin	30	02	05	6.67	2.5	0.16
Juillet	30	03	06	10	2	0.2
Août	30	01	02	3.33	2	0.06
Septembre	30	01	02	3.33	2	0.06
Octobre	30	02	04	6.67	2	0.13
Novembre	30	04	04	13.33	1	0.13
Décembre	30	00	00	00	00	00
	360	16	30	4.87	1.87	0.08

### 3-Indices parasitaires des endoparasites:

**Tableau 17 :** Récolte des parasites de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) pêché dans le lac Tonga.

Mois	Nbre de poissons examinés	Nbre de poissons infestés	Nbre de parasites recensés
Janvier	30	11	81
Février	30	05	22
Mars	30	06	18
Avril	30	05	14
Mai	30	10	63
Juin	30	03	15
Juillet	30	01	13
Août	30	08	43
Septembre	30	05	17
Octobre	30	03	18
Novembre	30	01	13
Décembre	30	07	31
Total	360	65	348

**Tableau 18 :** Répartition temporelle des parasites chez cette espèce hôte.

Mois \ parasites	Nématode ( <i>Anguillicola crassus</i> )	cestode ( <i>Bothriocephalus claviceps</i> )
Janvier	76	22
Février	68	13
Mars	23	17
Avril	22	19
Mai	72	21
Juin	48	11
Juillet	38	05
Août	52	16
Septembre	27	18
Octobre	35	15
Novembre	65	18
Décembre	77	13
Total	583	158

**Tableau 19 :** Répartition temporelle des indices parasitaires de l' *Anguillicola crassus*.

	Nombre de poissons examinés N	Nombre de poissons Infestés H	Nombre de parasites récoltés n	P= N/H. 100(%)	I=n/N	A=n/H
Janvier	30	14	76	46.66	5.5	2.5
Février	30	15	68	50	4.5	2.26
Mars	30	10	23	33.33	2.3	0.76
Avril	30	09	22	30	2.44	0.73
Mai	30	14	72	46.66	5.14	2.4
Juin	30	11	48	36.67	4.36	1.6
Juillet	30	10	38	33.33	3.8	1.2
Août	30	13	52	43.33	4	1.73
Septembre	30	11	27	36.67	2.45	0.9
Octobre	30	09	35	30	3.83	1.1
Novembre	30	13	65	43.33	5	2.1
Décembre	30	16	77	53.33	4.81	2.4
	360	145	583	40.27	4.02	1.6

**Tableau 20** : Répartition temporelle des indices parasitaires de *Bothriocephalus claviceps*.

	<b>Nombre de poissons examinés N</b>	<b>Nombre de poissons Infestés H</b>	<b>Nombre de parasites récoltés n</b>	<b>P= N/H. 100(%)</b>	<b>I=n/N</b>	<b>A=n/H</b>
Janvier	30	22	22	73.33	1	0.73
Février	30	13	13	43.33	1	0.43
Mars	30	17	17	56.66	1	0.56
Avril	30	19	19	63.33	1	0.63
Mai	30	21	21	70	1	0.7
Juin	30	11	11	36.66	1	0.36
Juillet	30	05	05	16.66	1	0.16
Août	30	16	16	53.33	1	0.53
Septembre	30	08	08	26.66	1	0.26
Octobre	30	15	15	16.66	1	0.16
Novembre	30	18	18	26.66	1	0.26
Décembre	30	13	13	43.33	1	0.43
	360	158	158	43.88	1	0.43

---

# *Conclusion et Perspectives*

---

## *Listes des figures*

N°	Titre	Page
01	Carte générale du lac Tonga (source M.P.R.H. 2004).	07
02	Image sur le lac Tonga	07
03	Photographie d'une Anguille européenne ( <i>Anguilla anguilla</i> ) (Linné, 1758).	08
04	cycle vital de l'anguille	10
05	Distribution géographique et aire de reproduction de l'anguille européenne (D'après Migado, 2005).	11
06	Capture des anguilles à l'aide de nasse	11
07	Photographie d'une anguille après ouverture de la cavité abdominale (noter la présence d' <i>Anguillicola crassus</i> dans la vessie natatoire)	13
08	.Photographie des deux multiparamètres utilisés.	17
09	Morphologie générale d'un Dactylogyrus, Mueller et Van Cleave, 1932	19
10	Microphotographie d'un spécimen <i>Pseudodactylogyrus bini</i> , grandissement (40x) et l'écart de l'hapteur, grandissement (60x). A : l'écart présentant l'hapteur.	20
11	Microphotographie d'un spécimen <i>Pseudodactylogyrus anguillae</i> Grandissement (40x). A : l'écart présentant	21
12	Crochets de <i>pseudodactylogyrus anguillae</i> (Neifari, 1995).	21
13	<i>Argulus kusafugu</i> (Yamaguti et Yamasu, 1959).	23

14	Photo de spécimens adultes de l'espèce <i>Anguillicola crassus</i> (Kuwahara et Niimi et Itagaki; 1974) parasite de la vessie natatoire. (Source : Boury P.)	26
15	Schéma de <i>Bothriocephalus</i> (MEB) (Kuperman, 2000).	28
16	Taux des ectoparasites récoltés.	29
17	Taux des espèces ectoparasitaires récoltées.	29
18	Répartition des indices parasitaires des ectoparasitaires récoltées.	30
19	Répartition des indices parasitaires des 3 espèces de parasites récoltées	31
20	Répartition temporelle des indices parasitaires des parasites récoltés.	32
21	Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce <i>Pseudodactylogyrus anguillae</i> .	33
22	Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce <i>Pseudodactylogyrus bini</i> .	34
23	Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce <i>Argulus kusafugu</i> .	35
24	Richesse spécifique des ectoparasites de cette espèce hôte	36
25	Diversité des ectoparasites chez cette espèce hôte.	37
26	maximale des ectoparasites chez cette espèce hôte.	37
27	Equitabilité des ectoparasites chez cette espèce hôte.	38
28	Taux des endoparasites récoltés	38

29	Répartition des indices parasitaires des endoparasitaires récoltées.	39
30	Répartition temporelle des indices parasitaires des endoparasites	40
31	Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce <i>Aguillicola crassus</i> .	41
32	Répartition temporelle des indices parasitaires de l'espèce <i>Bothriocephalus claviceps</i> .	42
33	Richesse spécifique des endoparasites de cette espèce hôte.	43
34	Diversité des ectoparasites chez cette espèce hôte.	44
35	Diversité maximale des endoparasites chez cette espèce hôte	44
36	Equitabilité des endoparasites chez cette espèce hôte.	44
37	Le comportement de l'anguille européenne artificiellement mûrie ( <i>Anguilla anguilla</i> L).	77
38	Cycle de vie de l'anguille européenne (site Internet).	78
39	Menaces "naturelles" sur l'anguille	78
40	Menaces d'origines anthropiques.	79
41	Cycle évolutif des Monogènes (Roberts, 1979)	83
42	Cycle de vie de <i>Argulus</i>	84

*Liste des tableaux*

N°	Titre	Page
----	-------	------

01	Production (en tonnes) d'anguilles dans le lac Tonga de 1999 à 2003 (source M.P.R.H. 2004).	06
02	Inventaire des parasites recensés chez l'anguille	17
03	Répartition géographique du genre <i>Pseudodactylogyrus</i>	18
04	longueur maximale des crochets de <i>Pseudodactylogyrus anguillae</i> et <i>Pseudodactylogyrus bini</i> (Selon Sabecka et al., 2003).	21
05	Dimensions des spécimens de l'espèce <i>Pseudodactylogyrus anguillae</i> récoltés dans diverses localités.	21
06	Répartition géographique de l'espèce <i>Argulus kusafugu</i>	24
07	Répartition géographique de l'espèce <i>Anguillicola crassus</i>	25
08	Evolution mensuelle de la structure des peuplements ectoparasites.	35
09	Evolution mensuelle de la structure des peuplements endoparasites	43
10	Récolte des parasites de l'Anguille européenne ( <i>Anguilla anguilla</i> ) pêché dans le lac Tonga	88
11	Répartition temporelle des parasites chez cette espèce hôte.	88
12	Les espèces parasites recensées chez cette espèce hôte.	89
13	Répartition temporelle des indices parasitaires des monogènes.	89
14	Répartition temporelle des indices parasitaires de <i>Pseudodactylogyrus anguillae</i> .	90
15	Répartition temporelle des indices parasitaires de <i>Pseudodactylogyrus bini</i> .	90
16	Répartition temporelle des indices parasitaires de <i>Argulus kusafugu</i> .	91
17	Récolte des parasites de l'Anguille européenne ( <i>Anguilla anguilla</i> ) pêché dans le lac Tonga.	91
18	Répartition temporelle des parasites chez cette espèce hôte.	92
19	Répartition temporelle des indices parasitaires de l' <i>Anguillicola crassus</i> .	92
20	Répartition temporelle des indices parasitaires de <i>Bothriocephalus claviceps</i> .	93

