REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعـــة باجـــي مختـــار عنابـة

UNIVERSITE BADJI-MOKHTAR, ANNABA

Faculté des sciences

Département des Sciences de la Mer

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Magistère en Science de la Mer

Thème

Les helminthes parasites de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) provenant du lac Oubeira et de l'estuaire du Mafrag

Option : Synécologie fonctionnelle des communautés et parasitisme en milieu aquatique

Présenté par : M^elle^ Hamza Imane

Devant le jury :

Président :	Mr. TAHAR A.	Pr. Université Annaba
Promoteur :	Mr. BENSOUILAH M. A	Pr. Université Annaba
Examinateurs :	M^me^ BOUSLAMA Z.	MC. Université Annaba
	Mr. OUALI K.	MC. Université Annaba

Année universitaire 2009/2010

SOMMAIRE

Introduction 1

Partie 1 : Matériel et méthodes

1. Zone d'étude 4
   1. 1. Lac Oubeira 3
   1. 2. Estuaire du mafrag 5
2. Présentation de l'anguille européenne 7
   2. 1. Position systématique 7
   2. 2. Ecologie 9
   2. 3. Les stades biologiques 10
3. Mesure des paramètres physico chimiques de l'eau 13
4. Capture et traitement des anguilles 13
5. Analyses des données 16

Partie 2 : Résultats

1. Parasites recenses 21
   1. 1.*Anguillicola crassus* 21
   1. 2. *Bothriocephalus claviceps* 22
   1. 3. *Bucephalus anguillae* 28
   1. 4. *Camallanus lacustris* 30
   1. 5.*Cucullanus sp.* 32
   1. 6. *Echinorhynchus sp.* 34
   1. 7. *Ligula intestinalis* 37
   1. 8. *Parabothriocephalus gracilis* 40
   1. 9. *Parabothriocephalus psenopsis* 40
   1. 10. *Paraquimperia tenerrima* 42
   1. 11. *Pseudoterranova decipiens* 45

2. Diversités parasitaires 48

3. Distribution des indices parasitologiques des parasites recensés dans les deux plans d'eau 49
   3. 1.Répartition globale des indices parasitaires 49
   3. 2. Indice spatiotemporel 51
   3. 3.Répartition des indices parasitaires en fonction des classes de taille 71
4. Différents types d'association parasitaire rencontrés 91

5. Etude du régime alimentaire 96
   5. 1. Variation du coefficient de vacuité (CV%) 96

   5. 2. Variation du coefficient de vacuité (CV%) en fonction des classes de taille 97
   5. 3. Fréquences d'apparition des proies (F%) 98

6. Les paramètres physico-chimiques 101
   6. 1. L'estuaire du Mafrag 101
      - Température 101
      - PH 101

- Oxygène dissous 102
- Salinité 103

6. 2. Lac Oubeira 103

- Température 103
- PH 104

- Oxygène dissous 105

7. Etude statistique 106

Partie 3 : Discussion et conclusion générale

Discussion 114
Conclusion 123

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie 124

ANNEXES

Annexe 133

INTRODUCTION

En Algérie la pêche est une ressource de matière protéique non négligeable en raison des besoins alimentaires croissants. 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 la plus grande zone de pêche du pays avec 52 miles, elle dispose, par ailleurs, de potentialités hydriques naturelles appréciables telles que le complexe de zones humides du PNEK qui abrite la lagune El Mellah, le lac Oubeira et le lac Tonga. La pratique de la pêche de l'anguille dans ces trois plans d'eau a débuté depuis déjà quelques décennies. La production annuelle moyenne signalée était de l'ordre de 80 tonnes dont la presque totalité est exportée vers l'Italie (Rapport MPRH, 2004).

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 halleutique, en étant la principale espèce exploitée par la pèche artisanale dans les lagunes méditerranéennes (Lecomte-Finiger et Bruslé, 1984).

Il y a quelques années de cela, l'anguille a acquis une réputation de poisson résistant qui effectue des migrations de grande ampleur, depuis la mer de Sargasses jusqu'aux eaux continentales européennes et nord africaines. Malgré la confrontation permanente de ce poisson à différents types d'agresseurs, il paraissait peu vulnérable aux diverses dégradation de la qualité des eaux (réchauffement, turbidité, pollution,…) induites par les activités humaines, urbaines, agricoles et industrielles. Mais depuis le début des années 80, une diminution des populations d'anguilles à l'échelle européenne a été notée et suite à cela l'ensemble des travaux de recherche entrepris, depuis, se sont orientés 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 ; mais, en revanche, la phase océanique et certaines étapes importantes du cycle biologique, restent peu connues.

Il est, par exemple, impossible de pratiquer l'élevage de cette espèce mystérieuse c'est pour cela que des 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 anguille ».

Pour toutes ces raisons, l'anguille européenne doit être considéré comme une espèce parapluie, c'est-à-dire que toute aide à la gestion durable de cette espèce ne peut être que profitable pour toutes les autres.

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. Par ailleurs, du point de vue écologique, les parasites jouent un rôle potentiel comme indicateurs de la qualité de l'eau (Khan et Thulin, 1991, Mackenzie et *al*, 1995 ; Valtonen et *al*, 1997) et les charges parasitaires sont proposées comme indices servant d'indication pour certains polluants.

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.

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 travaux sur l'anguille ont timidement commencé en 1999 (Meddour et al, 1999) et ne se sont poursuivis qu'après 2004, dans le complexe de zones humides du PNEK (Djebarri et al, 2005 et 2009 ; Loucif et al, 2009), dans l'estuaire du Mafrag (Boudjadi et al, 2008).

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 intéressés à l'étude des helminthes parasites de l'anguille peuplant deux plans d'eau différents : un lac d'eau douce « le lac Oubeira » et un milieu estuarien « l'estuaire du Mafrag ».

Le présent travail a pour objectifs :

- L'identification des parasites rencontrés dans le tube digestif et la vessie natatoire à partir de l'observation de leurs caractères morpho-anatomiques ;
- La caractérisation des communautés d'helminthes parasites de chaque plan d'eau ;
- L'évaluation du parasitisme par le calcul des indices parasitaires en fonction du temps et de la taille des poissons.

1. ZONE D'ETUDE

1. 1. Lac Oubeira:

Le lac Oubeira est un étang, c'est-à-dire un plan d'eau douce de moins de 6 m de profondeur, situé à 5 km au sud-ouest d'El-Kala et 54 km à l'est d'Annaba. Ses coordonnées géographiques au centre du plan d'eau sont 36° 50' 695 Nord – 8° 23' 272. Il est distant de 2,3 km du lac Mellah qui se trouve au nord ouest

Ce lac de 2200 ha, profond de 4 mètres au maximum, s'inscrit dans un quadrilatère de 5 x 4 km et développe 19 km de rives. De forme grossièrement carrée, sa longueur selon un axe nord-sud passant par le milieu est de 4,20 km. La largeur selon un axe est-ouest passant par le milieu est de 5,22 km. Le périmètre est égal à 19,80 km. La superficie totale mesurée est de 2256 ha 70 ares 40 ca, soit 2257 ha environ, son altitude moyenne est de 25 m. Fonctionnant de manière endoréique, il est alimenté par quatre cours d'eau importants : l'oued Demnet Rihana au nord, l'oued Boumerchene au Nord-Est, l'oued Dey L'Graa à l'est et l'oued Messida au Sud. En hiver, à l'occasion des fortes précipitations, les eaux de l'Oued El-Kebir parviennent au lac principalement par l'oued Messida. En été, quand le niveau de l'oued El-Kebir est au plus bas, le système hydrologique fonctionne en sens inverse, l'oued Messida ayant cette singularité de couler dans les deux sens selon la crue ou l'étiage. La pluviométrie annuelle varie entre 700 et 800 mm Le plan d'eau représente environ 22% de la superficie totale du bassin versant.

Le lac Oubeira fait l'objet d'une exploitation halieutique commerciale, il est également utilisé pour l'irrigation et pendant une décennie, il a servi de source d'approvisionnement en eau potable pour la ville d'El Kala.

En 1990, le lac s'est complètement asséché par les effets conjugués d'une longue période de sécheresse et de l'intensification des prélèvements d'eau pour l'irrigation et l'AEP.

Son bassin versant à une surface de 125 Km^2, la portion du territoire consacrée à l'agriculture (16 % de la superficie), étroitement lié aux pratiques agricoles de la région, les aires de parcours du bassin versant occupent 399 ha, soit 4 %. Ils correspondent, en fait, à la jachère pâturée et aux terres agricoles délaissées, ainsi que les zones urbanisées (5% du territoire) occupent essentiellement deux territoires communaux. Celui d'El Kala au Nord et celui d'Aïn El Assel au Sud soit une densité de population de135 habitants par km^2.

1. 2 **Estuaire du Mafragh** :

L'Estuaire de la « Mafragh » se forme à 1800 mètres de la Méditerranée; s'étend sur une longueur de 2 km avec des largeurs de 50 m en amont à 100 m en aval (à l'approche de l'embouchure avec la mer). Cette partie de la Mafrag fait suite à la rencontre de l'oued Bounamoussa et de l'oued El Kébir.

L'Oued « Bounamoussa » draine une vaste dépression de marécages et de terres basses située du côté Ouest de l'estuaire. L'oued El Kébir et son confluent l'oued Chourka drainent la partie Est constituée d'une vaste étendue marécageuse de plusieurs milliers d'hectares ; L'ensemble des zones marécageuses de part et d'autre du cours du « Mafragh » et de « Bounamoussa » couvre une surface d'environ 15 000ha

Cette rivière a une profondeur de 2 à 3 m selon les endroits. L'eau y est saumâtre durant une bonne partie de l'année ; des baisses de la salinité sont, cependant, notées en période hivernale (au moment des pluies).

Le long des rives de l'Oued et au point de convergence des trois Oueds : « El Kebir », « Chorka » et « Bounamoussa », se développe une végétation riche en phragmite et par endroits en tamaris. Sur les terrains inondables se développent des salicornes



(a)





(b)



Figure 01 : Site d'étude (photo par satellite Google Earth 2010(échelle 2mi/ 5km))

(a) Estuaire du Mafrag
(b) Lac Oubeira

2. PRESENTATION DE L'ANGUILLE EUROPEENNE

2. 1. Position systématique

Les anguilles font partie de la classe des *Ostéichthyiens*, de la sous-classe des *Apodes*, de l'ordre des *Anguilliformes* et de la famille des *Anguillidés* dont elles constituent le genre unique *Anguilla* (Blache *et al.*, 1973). Par ailleurs, elles appartiennent au superordre des Elopomorphes caractérisé par un stade larvaire présentant une morphologie et des adaptations originales (Pfeiler, 1999) et pouvant maintenant être considéré comme monophylétique (Inoue *et al.*, 2004).

Avec un squelette complètement ossifié, les anguilles se caractérisent par un corps serpentiforme avec une présence de nageoires pectorales mais une absence de nageoires pelviennes. Les nageoires impaires forment une lame continue sur le dos et sur la queue. Les écailles sont rudimentaires, la lèvre inférieure est débordante.

Figure 01 : Site d'étude (photo par satellite Google Earth 2010(échelle 2mi/ 5km))

(c) Estuaire du Mafrag
(d) Lac Oubeira

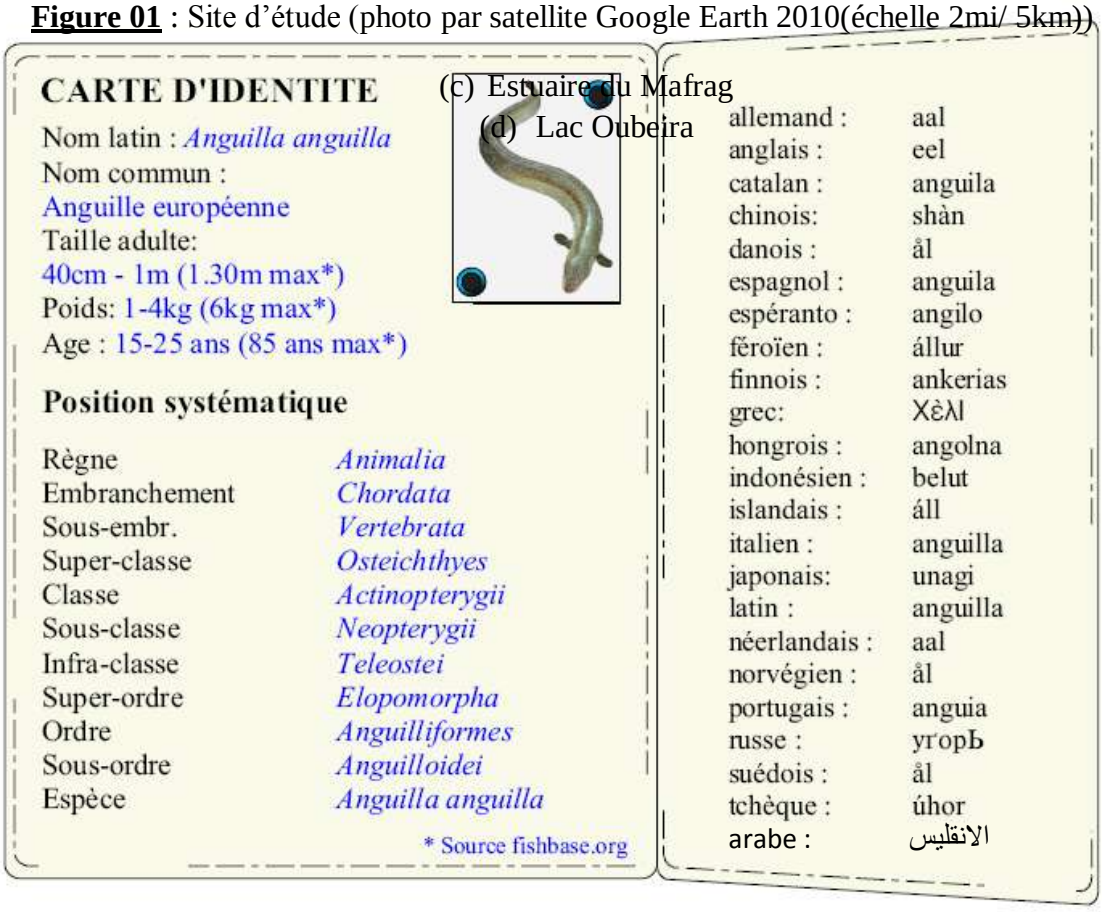


Figure 02 : Position systématique de l'anguille européenne.

Tableau 01 : Les cinq espèces d'anguille des régions tempérés et subtropicales

Nom anglais	Nom latin	Auteur	Année
European eel	Anguilla anguilla	Linnaeus	1758
American eel	Anguilla rostrata	Le Sueur	1821
Japanese eel	Anguilla japonica	Temminck & Schlegel	1847
New Zealand shortfinned eel	Anguilla australis	Richardson	1841
New Zealand longfin eel	Anguilla dieffenbachii	Gray	1842

2. 2. Ecologie

L'anguille européenne, comme toutes les espèces d'anguillidés, est un migrateur amphihalin thalassotoque.

Un poisson est dit migrateur amphihalin (« diadromous » en anglais) si ses migrations correspondent à des déplacements réguliers, sous dépendance physiologique, entre deux habitats de salinité différente, interviennent à des dates prévisibles et à des stades caractéristiques de son développement, concernent la majorité des membres d'une population et sont généralement obligatoires (Myers, 1949; Fontaine, 1975; McDowall, 1999). Toutefois, cette originalité comportementale n'implique ni traits communs d'histoires de vie ni unicité phylogénétique (Gross, 1987) même si chez certaines familles comme les anguillidés, elle semble avoir constitué une caractéristique ancestrale commune (McDowall, 1997).

Comme tout migrateur, l'anguille ne connaît pas l'endroit où elle va grandir mais retourne sur le lieu de sa naissance pour se reproduire (phylopatrie). Parmi les migrateurs amphihalins, les thalassotoques (« catadromous ») sont ceux dont la zone de reproduction est située en mer alors que la croissance se déroule dans les eaux continentales, saumâtres ou douces (Myers, 1949; Fontaine, 1976; McDowall, 1999). A noter que la majorité des migrateurs thalassotoques est trouvée en zone tropicale (McDowall, 1987).

Depuis les travaux de Schmidt (1922), l'anguille européenne est considérée comme une espèce panmictique. l'ensemble des animaux se reproduisent aléatoirement au sein d'un même ensemble. Dans le cas de l'anguille, il était admis une unicité de lieu et de temps pour la reproduction. Toutefois, dans la mesure où cette structuration spatiale n'est pas stable dans le temps (Maes *et al.*, 2003), il est prématuré et probablement injustifié de réfuter cette panmixie. Pour *A. rostrata* (Wirth et Bernatchez, 2003), *A. japonica* (Ishikawa *et al.*, 2001), *A. australis* et *A. dieffenbachii* (Smith *et al.*, 2001), la panmixie est également l'hypothèse privilégiée.

L'anguille européenne se reproduit dans la mer des Sargasses (Schmidt, 1906), entre 23° et 30°N et entre 48° et 75°W (McCleave *et al.*, 1987). La répartition marine des anguilles concerne la moitié sud de l'océan Atlantique (Schmidt, 1922). En zone continentale, l'aire de colonisation historique s'étend des façades maritimes des différents pays côtiers d'Europe et d'Afrique du Nord, entre une limite méridionale située en Mauritanie (30°N) et une limite

septentrionale en mer de Barents (72°N). Le bassin méditerranéen et la Mer Noire sont également colonisés par l'anguille européenne jusqu'à 45°E (Ege, 1939).

L'anguille connaît, un stade larvaire appelé leptocéphale. Une première métamorphose va la transformer en civelle (anguille non pigmentée) puis en anguille jaune (juvénile d'anguille). En fin de cycle, une nouvelle métamorphose va la préparer à la reproduction. A ce stade, elle est qualifiée d'anguille argentée.

L'anguille européenne réalise donc deux migrations d'environ 6 000 km à travers l'Atlantique venant initier et terminer son cycle de vie.

Entre ces deux migrations, la croissance se déroule sur une période de 3 à 12 ans. On estime actuellement qu'une fraction des individus reste en mer ou en zone littorale (Deelder, 1960 ; Moriarty, 1987; Mounaix et Fontenelle, 1994; Tsukamoto *et al.*, 1998; Tzeng *et al.*, 2003).

L'anguille européenne, comme les autres espèces d'anguillidés, est semelpare (Fontaine *et al.*, 1982), c'est à dire que tous les géniteurs meurent après la reproduction.

2. 3. <u>Les stades biologiques</u> :

Dès 1684, Redi décrit les trois phases de la vie des anguilles, la migration des adultes vers la mer, la ponte en mer et la remontée en eau douce des juvéniles. Il faut attendre 1896 pour que Grassi et Calandruccio réfutent définitivement la viviparité de l'anguille et qu'ils démontrent que le *Leptocephalus brevirostrum* décrit par Kaup en 1856 n'est autre que la larve d'anguille avant le stade civelle. Entre 1904 et 1922, Schmidt localise le lieu de ponte au centre de la Mer des Sargasses et argumente en faveur de l'unicité du stock d'anguille européenne (Bertin, 1951).

A partir de là, six stades sont identifiés dans le cycle de l'anguille, essentiellement sur des critères morphologiques. Quatre principaux distinguent l'œuf, la larve leptocéphale, l'anguille jaune et le géniteur. Deux stades intermédiaires correspondent aux deux métamorphoses, d'une part la civelle entre le leptocéphale et l'anguille jaune et d'autre part l'anguille argentée entre l'anguille jaune et le géniteur.

• **<u>Stade « œuf »</u> :** Jamais aucun œuf d'anguillidé n'a été récupéré dans le milieu naturel (Nilo et Fortin, 2001). Les informations disponibles proviennent donc uniquement d'expérimentations. Les œufs mesurent en moyenne 1 mm à la ponte ; ils ont une forme

ellipsoïdale (Tesch, 1993). Ils sont pélagiques (Tanaka, 2003) mais leur densité par rapport à l'eau de mer est variable (Seoka *et al.*, 2003). L'éclosion commence une quarantaine d'heures après la fécondation (Tanaka, 2003). La longueur des larves à l'éclosion est comprise entre 2,5 et 3,0 mm (Prokhorchik, 1986). La résorption vitelline intervient une dizaine de jours après l'éclosion (Pedersen, 2003).

• **Stade « leptocéphale »** : il s'agit d'un stade larvaire caractérisé par des individus en forme de feuille de saule. La tête, petite, est comprimée latéralement d'où leur nom. Chez les anguillidés, la queue est arrondie. La longueur des larves capturées varie entre 5 et 80 mm (Schmidt, 1906). Ce stade, commun à tous les élopomorphes, est considéré comme une solution adaptative aux problèmes d'osmorégulation en zone marine (Hulet et Robins, 1989).

• **Stade « civelle » :** il correspond à la métamorphose leptocéphale - anguille jaune ; ce qui se traduit par un changement de forme et une perte de poids liée à un arrêt d'alimentation. La mise en place progressive de la pigmentation a fait l'objet d'une codification avec définition de stades successifs (Strubberg, 1913; Elie *et al.*, 1982).

• **Stade « anguille jaune » :** il regroupe les individus ayant terminé leur pigmentation et qui s'alimentent. Ces individus se caractérisent par une coloration jaune-verte uniforme du dos et des flancs.

• **Stade « anguille argentée » :** il correspond à la dernière métamorphose qui s'accompagne d'une modification de la livrée de l'animal avec une ligne latérale séparant très nettement le dos de couleur sombre des flancs argentés. L'augmentation du diamètre de l'œil associée à un développement de pigments rétiniens caractéristiques des poissons abyssaux et la vascularisation de la vessie natatoire (Fontaine, 1994) sont observés chez ces individus encore immatures. Les travaux actuels de physiologie ont permis en effet de déceler avant l'apparition des modifications morphologiques externes des modifications internes (augmentation du rapport gonadosomatique, des hormones hypophysaires gonadotropes) traduisant le début de la métamorphose (Durif, 2003).

Le passage entre anguille jaune et anguille argentée semble donc être un phénomène continu. A noter que des phénomènes de régression d'une anguille argentée vers une anguille jaune sont possibles.

• **Stade « géniteur » :** Après la migration de reproduction, les individus effectuent réellement leur maturation sexuelle (Dufour et Fontaine, 1985). Cette phase ainsi que la reproduction en

elle-même et la mort qui s'en suit sont encore peu connues (Dufour, 1994). Des photographies réalisées en grande profondeur (Robins *et al.*, 1979) ont montré, une fois, un individu ressemblant à une anguille arrivée à maturité sexuelle en conditions expérimentales, apportant ainsi le premier élément de confirmation de la description réalisée en conditions expérimentales.

Dans les cycles actuels (Anonyme, 1984 ; Sorensen, 1984, Dekker, 2003), la tendance est d'identifier un septième stade dénommé civelle pigmentée, anguillette (« elver »). Ce stade apparaît très ambigu. Elie *et al.* (1982) considèrent qu'il faut le réserver aux animaux à partir du stade VI de la première métamorphose sans en fixer la limite supérieure.

Tableau 03 : Stade de développement des anguilles

Stade de développement	période ou durée
Leptocéphale en migration océanique	De 7 à 10 mois entre mai et septembre (Lecomte Finiger,1994) ou 3 ans (Schmidt, 1909; Mc Cleave et *al.*, 1998). Cette variabilité suivant les auteurs s'explique par une controverse sur la méthode d'estimation de l'âge en jours des leptocéphales
Passage des civelles en estuaire	Présence toute l'année, présence maximale de novembre à mars pour la majeure partie des zones littorales françaises (Lecomte Finiger, 1978; Desaunay *et al.*, 1993; Elie et Rochard, 1994)
Migration anadrome des civelles et anguilles jaunes en cours d'eau	De mai à octobre avec un maximum en juin et juillet (Vollestad et Jonsson, 1988; Baras *et al.*, 1994; Legault,1994)
Sédentarisation	Pendant 3 à 12 ans dans la quasi-totalité des sites (variabilité en fonction du sexe de l'individu et des caractéristiques de son habitat) (Lee, 1979; Vollestad et Jonsson, 1988; Fontenelle, 1991; Adam, 1997)
Migration de dévalaison	Octobre à mars en France - Déclenchement lié majoritairement aux premières variations significatives de température et de débit en début d'automne (Vollestad et Jonsson, 1986 ; Durif *et al.*, 2003)
Migration océanique de reproduction	De 6 mois à 1 an (van Ginneken et van den Thillart, 2000)
Reproduction océanique	De mai à juin (Schmidt, 1922; Vladykov et March, 1975;Desaunay et Guérault, 1997)

3. MESURE DES PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES DE L'EAU

Les paramètres physico chimiques mesurés sont : la température, l'oxygène dissous, le pH et la salinité. La mesure a été effectuée mensuellement, pendant 12 mois, à l'aide d'un multiparamètre de terrain (Consort C 533 pour la mesure du pH) et deux radiomètres analytiques (pioneer 20 pour la mesure de la température et de l'oxygène dissous ; et pioneer 30 pour la mesure de la salinité). Après calibrage de l'appareil, la sonde est plongée dans l'eau de l'estuaire puis la lecture se fait après stabilisation des résultats de la mesure sur l'écran.

4. CAPTURE ET TRAITEMENT DES ANGUILLES :

Les anguilles sont capturées à l'aide de nasses, puis transportées vivantes immédiatement au laboratoire dans une glacière où elles seront anesthésiées. L'échantillonnage utilisé est aléatoire et mensuel ; pour la réalisation de cette étude, nous avons procédé à l'examen de 30 spécimens par mois depuis décembre 2008 jusqu'à novembre 2009 et depuis février 2009 à janvier 2010 respectivement dans l'Oubeira et le Mafragh.

- **Mesures biométriques des individus (poids et longueurs)**

  - Avant toute manipulation des anguilles nous procédons d'abord à leur anesthésie à l'aide d'huile de girofle à des concentrations de 40 à 60 mg/L ; cet anesthésique est utilisé dissout dans une solution d'éthanol (p. ex., 1 : 9) avant de l'ajouter à l'eau dans laquelle les anguilles baignent. L'huile de girofle a un temps d'induction légèrement plus rapide et est responsable d'un temps de réveil prolongé si on la compare à des concentrations analogues de TMS (Anderson et al., 1997; Keene et al., 1998).
  - Avant de sacrifier l'anguille, nous mesurons d'abord la longueur totale (au mm près à l'aide d'un ichtyomètre) puis nous la pesons (à 0,01 g près à l'aide d'une balance).

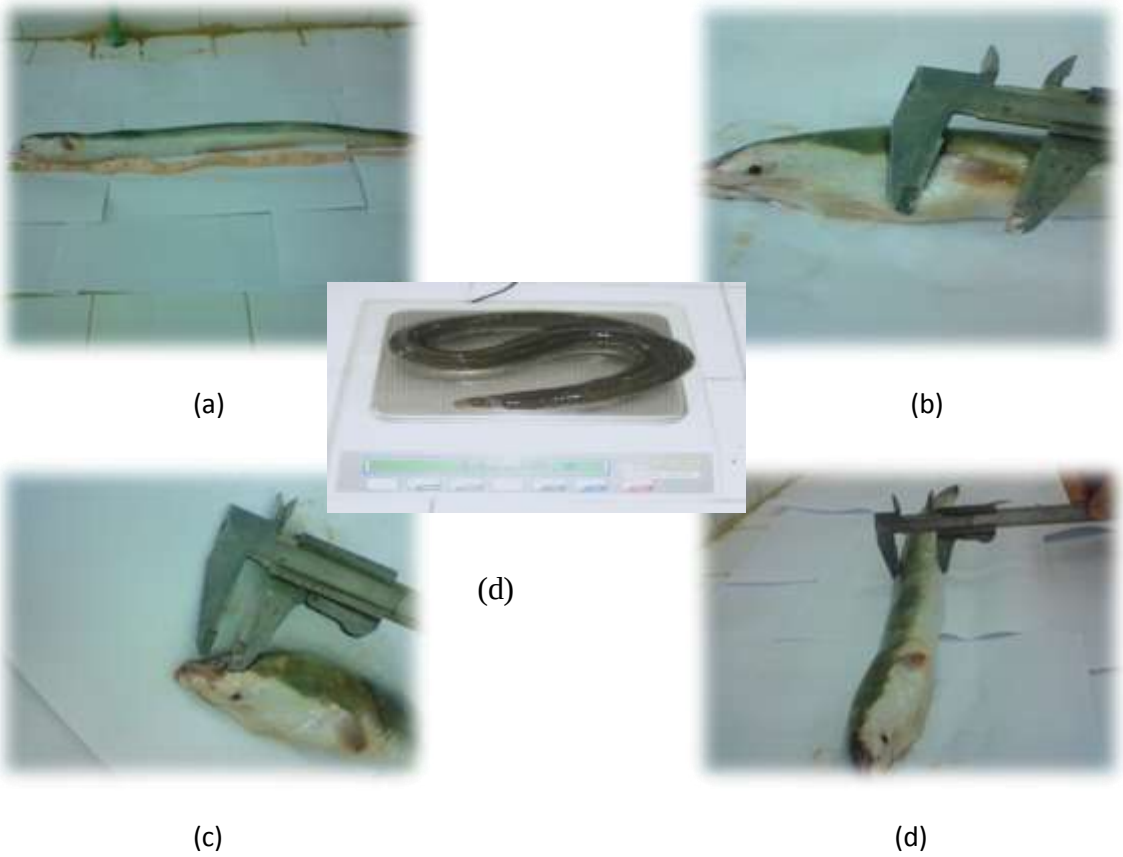


Figure 03 : Mesure biométrique de l'anguille

(a) Mesure de la longueur totale, (b) mesure de la nageoire pectorale, (c) mesure du diamètre oculaire, (d) mesure de la largeur, (d) la peser de l'anguille.

- L'ouverture de la cavité abdominale est réalisée par une incision depuis l'anus jusqu'à la tête ; les anguilles sont ensuite éviscérées.



Figure 04 : Ouverture de la cavité abdominale de l'anguille

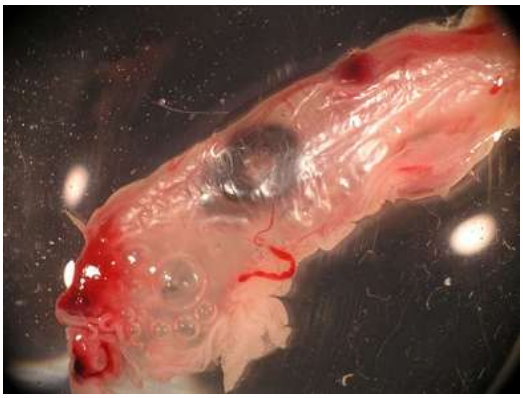
- Les tubes digestifs sont prélevés par section au niveau supérieur de l'œsophage près de la cavité buccale et de la papille uro-génitale (anus). Les graisses mésentériques sont ôtées lorsqu'elles adhèrent à l'intestin. L'estomac, les cæcums pyloriques et l'intestin sont séparés et sectionnés longitudinalement; à ce moment, le contenu est vidé (sans gratter la paroi) à l'aide d'une spatule ou pince par lavage au dessus d'une boite de Pétri.



Figure 05 : Eviscération de l'anguille

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

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



<u>Figure 06</u> : vessie gazeuse.

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

L'identification des parasites récoltés est basée sur l'observation des caractères morpho anatomiques des spécimens ;

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

5. ANALYSE DES DONNEE :

- **Indices parasitologiques**

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

- *le taux d'infestation (prévalence)* : c'est le nombre d'anguilles infestées / nombre total d'anguilles x 100;

- *le degré d'infestation (intensité moyenne de l'infestation)* : c'est le nombre total de parasites trouvés chez les anguilles infestées / nombre d'anguilles infestées ;

- *l'abondance* : c'est le nombre total de parasites trouvés chez les anguilles infestées / le nombre total d'anguilles.

- **L'étude du régime alimentaire**

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

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

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

- **Analyse Statistique des données**

Toute étude statistique peut être décomposée au moins en deux phases: le rassemblement ou la collecte des données, d'une part, et leur analyse ou leur interprétation, d'autre part.

L'analyse statistique peut être décomposée en deux étapes, l'une déductive ou descriptive et l'autre inductive.

La statistique descriptive a pour but de mesurer et de présenter les données observées d'une manière telle qu'on puisse en prendre connaissance aisément, par exemple sous la forme de tableaux ou de graphiques.

L'inférence statistique permet d'étudier ou de généraliser dans certaines conditions les conclusions ainsi obtenues à l'aide de tests statistiques en prenant certains risques d'erreur qui sont mesurées en utilisant la théorie des probabilités.

En ce qui concerne notre travail, tous les calculs on été réalisés pour chaque variable à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement statistique des données Minitab version 14.1 (X, 2003) et XLSTAT 2010.

❖ Méthodes Statistiques Univariées

- **Description des données** :

Pour mieux décrire les différentes caractéristiques relatives à chaque site pour l'ensemble des 12 mois, nous avons calculé certains paramètres statistiques de base tels que la moyenne arithmétique ($\bar{x}$), qui est un paramètre de position et de tendance centrale, l'écart-type (s) qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne, les valeurs minimales (xmin) et maximales (xmax) qui donnent toutes les deux une idée sur l'étendue des données, et enfin l'effectif (n) qui nous renseigne sur l'importance des données traitées.

- **Comparaison, entre sites, des caractéristiques moyennes :** test t de Student pour échantillons indépendants.

Le test t de Student consiste à comparer les moyennes de deux populations à l'aide des données de deux échantillons indépendants (Dagnélie, 1970 et 2006).

La réalisation du test t de Student a été faite soit en comparant la valeur observée tobs avec la valeur théorique $t_{1-\alpha/2}$ tirée à partir de la table t de Student pour un niveau de signification $\alpha=0,05$, et pour un certain nombre de degrés de liberté k, soit en comparant la valeur de la probabilité p avec le niveau $\alpha=0,05$. Dans le premier cas on considère qu'il existe des différences significatives entre les deux moyennes si la quantité tobs était supérieure ou égale à la valeur théorique $t_{1-\alpha/2}$ et dans le deuxième cas on considère qu'il existe des différences significatives si la valeur p est inférieure ou égale à la valeur $\alpha=0,05$. Les deux méthodes aboutissent aux mêmes résultats.

Ce test a été utilisé pour comparer les moyennes, entre les deux sites, pour chacune des variables étudiées. Les calculs on été effectué à l'aide du logiciel Minitab (X, 2003)

- **Comparaison, entre sites, des caractéristiques moyennes : test de l'analyse de la variance**

Pour comparer, entre les saisons, les moyennes de chacune des variables, nous avons utilisé le test d'analyse de la variance à un critère ou à un facteur de classification modèle fixe. Ce test consiste à comparer les moyennes de plusieurs populations à partir de données d'échantillons aléatoires, simples et indépendants (Dagnélie, 1970 et 2006).

La réalisation du test se fait, soit en comparant la valeur de Fobs avec la valeur théorique F1-α correspondante, extraite à partir de la table F de Fisher pour un niveau de signification α=0,05 ou 0,01 ou 0,001et pour k1 et k2 degrés de liberté, soit en comparant la valeur de la probabilité p avec toujours les différentes valeurs α=5% ou 1% ou 0,1%.

Selon que cette hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée au niveau α=0,05, 0,01 ou 0,001, on dit conventionnellement que l'écart observé entre les moyennes est significatif, hautement significatif ou très hautement significatif. On marque généralement ces écarts d'un, deux ou trois astérisques (Dagnélie, 1970 et 2006).

Ce test a été utilisé pour comparer, d'une part, entre les saisons les moyennes de chacune des variables pour chacun des deux sites séparément et, d'autre part, pour comparer entre les saisons, les moyennes des variables pour l'ensemble des deux sites d'étude.

Les calculs sont réalisés à l'aide de la procédure ANOVA du XLSTAT 2010.

- **Recherche de groupes de stations homogènes : *Le test de Newman-Keuls***

Le test de Newman-Keuls est un test de comparaison de moyennes par paires, pratiqué à l'issue d'une ANOVA. Son intérêt principal est qu'il évite, par construction, les situations "paradoxales" où la moyenne d'un groupe G_1 pourrait être considérée comme significativement différente de celle d'un groupe G_2, alors qu'elle serait considérée comme non significativement différente de celle d'un groupe G_3, pourtant plus éloignée d'elle que celle de G_2.

De fait, ayant déterminé que les moyennes m_i et m_j des groupes G_i et G_j ne sont pas significativement différentes, il n'est pas nécessaire de tester par paires les moyennes comprises entre m_i et m_j (incluses), le test garantissant qu'elles seront, elles aussi, considérées comme non significativement différentes.

Le résultat du test est une série de paires de groupes dont les moyennes sont considérées comme significativement différentes, au niveau de risque a choisir.

- **Méthodes Statistiques Bivariées « Corrélation » :**

La méthode statistique bivariée utilisée consiste essentiellement à calculer le coefficient de corrélation linéaire de Bravais-Pearson entre les variables prises deux à deux.

Ce coefficient donne des indices sur l'évolution simultanée des variables considérées deux à deux. Il mesure la netteté de la liaison existant entre deux séries d'observations pour autant que cette liaison soit linéaire ou approximativement linéaire (Dagnélie, 2006).

Il est compris entre +1 et -1. Il est positif quand les deux variables augmentent en même temps ou diminuent en même temps et il est négatif quand l'une augmente et l'autre diminue et vice-versa.

Les corrélations ont été calculées pour les moyennes des variables mesurées pour l'ensemble des deux sites durant les 12 mois.

Le logiciel Minitab fournit chaque fois la valeur du coefficient de corrélation et la valeur de la probabilité p correspondante afin de tester la signification de la corrélation en question.

1. PARASITES RECENSES

1. 1. L'espèce *Anguillicola crassus*

❖ **Taxonomie**

Embranchement :	Nematoda
Classe:	Spirurida
Famille:	Anguillicolidae
Genre:	*Anguillicola*
Espèce:	*Crassus*

❖ **Morpho-anatomie**

- **Diagnose**

Larve de 2ème stade (L2)

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

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

Larve de 4ème stade (L4)

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

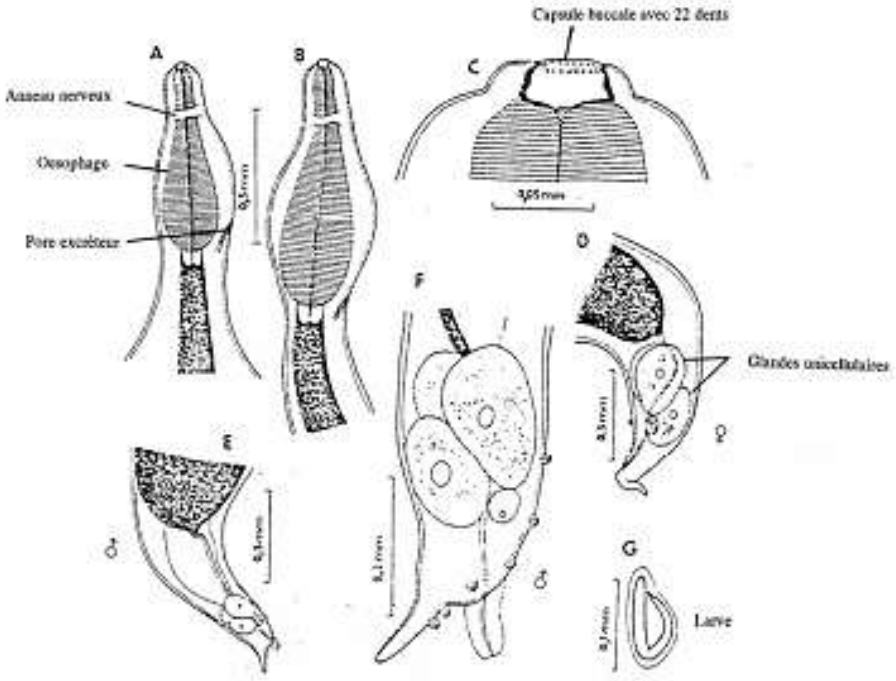
Elle a la même taille que la larve L3. La partie postérieure est incurvée ventralement, l'ornementation scléroïde ainsi que la papille céphalique sont les mêmes que celles présentes chez la larve L3. Les dérides, l'aile latérale ainsi que la pièce scléroïde en forme de V ne sont pas présentes. La cavité buccale ne présente pas de paroi scléroïde. L'œsophage est court (fig. 22) (Blanc et *al.* 1992).

Adulte

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



1



2

Figure 07 : Description du nématode *Anguillicola crassus.*
Vue générale (1) et détails morphologiques (2) :
A et B. extrémités antérieures du mâle et de la femelle ; C. capsule buccale de la femelle ; D. Extrémité caudale de la femelle ; E. Extrémité postérieure du mâle ; F. Queue du mâle; G. Larve. (Moravec et al, 1988)

Le cycle de vie des A. *crassus* en Europe a été étudié par plusieurs auteurs (Haenen et al.1989, 1994 1996; De Charleroy et al. 1990; Thomas Kennedy et Fitch 1990; Ollevier 1992, 1993; Höglund et Thomas, 1992; Moravec et al. 1993, 1994b).

Il peut infester des anguilles de toutes tailles. Capable d'infester les anguilles de petites tailles (6-15 cm, dès qu'elles se nourrissent de zooplancton) en adaptant sa taille à la taille de la vessie de l'hôte (Banning & Haenen, 1990; Lefebvre et al., 2002a). Il a un fort potentiel reproducteur. Une femelle d'*A. crassus* peut pondre jusqu'à 150 000 œufs (Vigier, 1997).

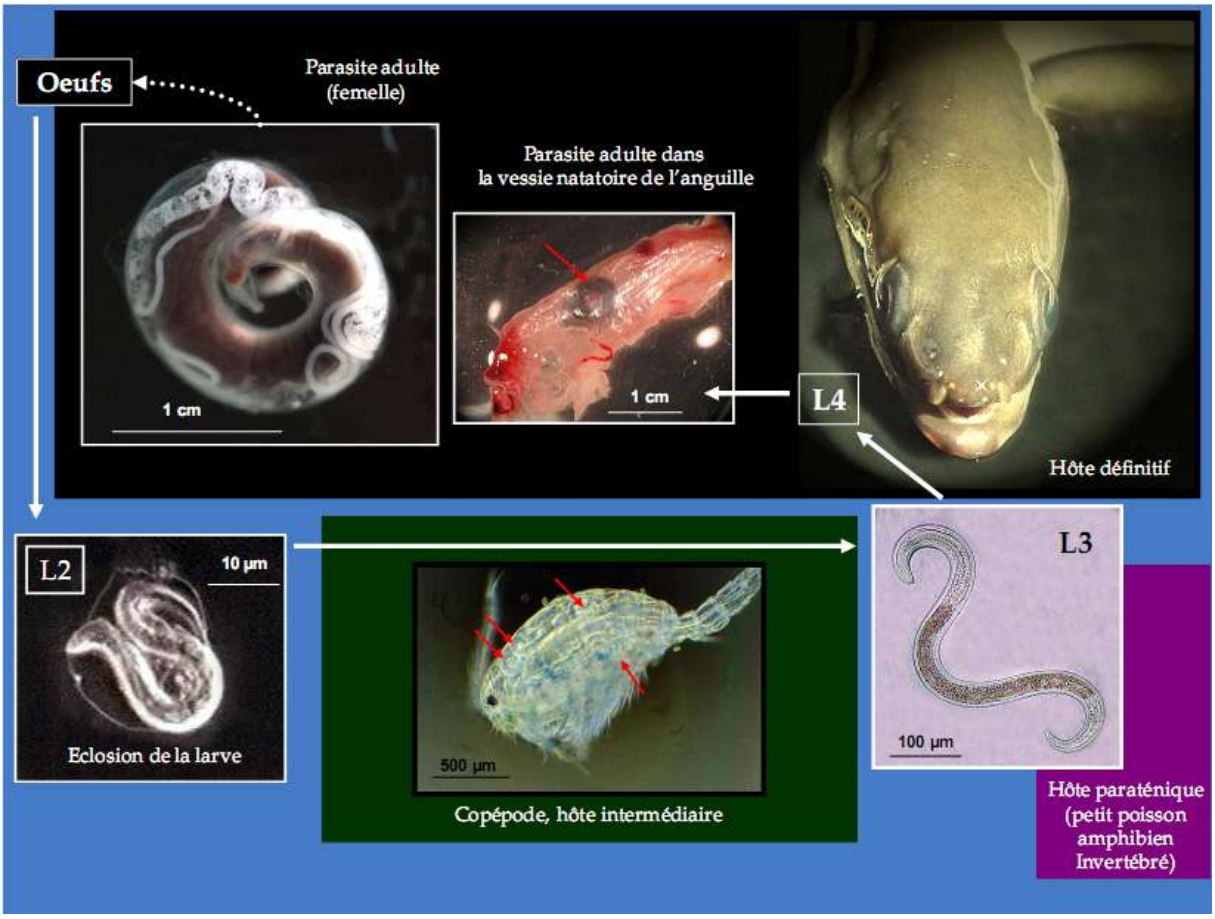


Figure 08 : Stade de développement d'*Anguillicola crassus* Femelle adulte, larveL2 et copépode infesté, (Lecomte); larveL3, anguille et vessie natatoire, (Pierre, 2006)

❖ Répartition géographique

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

On observe une explosion démographique d'*A. crassus* depuis son apparition en 1982 en Allemagne (Lefebvre et al., 2003). 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).

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

Cependant, se développent dans plusieurs poissons comme dans hôtes paraténiques (Thomas et Ollevier 1992; 1994 Székely, Moravec et Škoriková 1998),

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

Il a été signalé pour la première fois au Maroc par El Hillali (1996), en Tunisie par Maamouri et *al.* (1999) et en Algérie par Meddour et *al*. (1999) et Djebbari et *al* (2005).

1. 2. *Bothriocephalus claviceps*

❖ **Taxonomie**

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

❖ **Morpho-Anatomie**

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

L'anatomie de *B. claviceps* a fait l'objet de plusieurs descriptions (Cooper, 1918 *in* Wardle et Mac Leod, 1952 ; Murai, 1979 ; Altunel, 1974) seuls les caractères les plus importants sont rapportés :

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

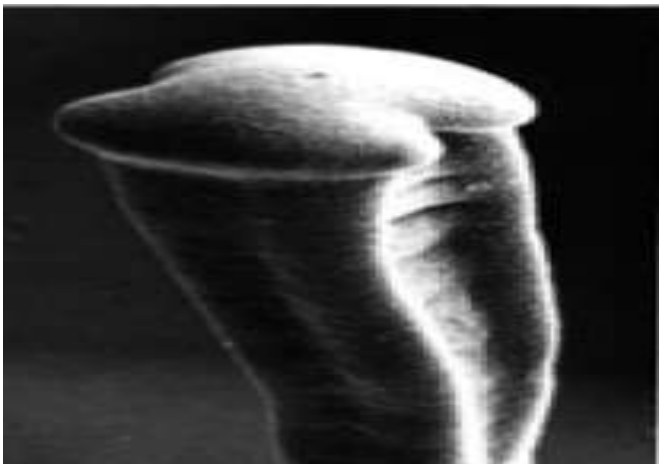


Figure 09 : scolex de *Bothriocephalus claviceps* (Microscopie électronique à balayage) (Scholz, 1997).

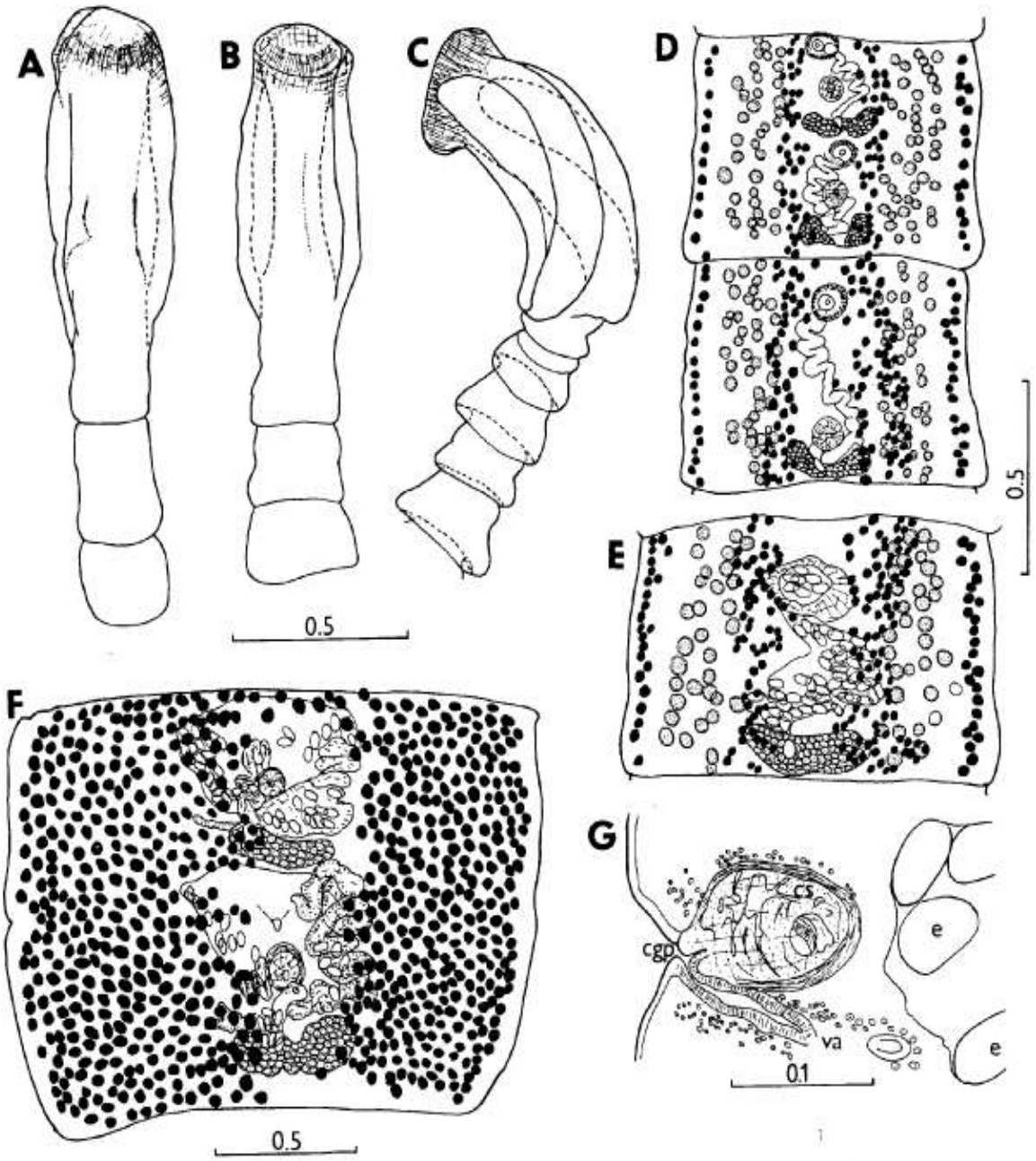


Figure10 : schéma de *Bothriocephalus claviceps*
(A-C:scolex, D: proglottie mature, E-F:proglottie gravide, G:organe génital) (Scholz, 1997).

❖ Répartition géographique

La répartition de *Bothriocephalus claviceps* semble calquée sur celle de son hôte. Le cestode est signalé à travers toute l'Europe dans les eaux continentales. Un relevé bibliographique (tab. 2) des hôtes chez lesquels *Bothriocephalus claviceps* a été signalé, fait apparaître le parasite chez d'autres espèces d'anguilliformes, en particulier chez *Anguilla rostrata* en Amérique du Nord et chez de nombreux poissons téléostéens marins ou d'eau douce. Baer et Fain (1957-1958) considèrent *Bothriocephalus claviceps* comme une espèce marine. Les anguilles s'infesteraient dans les estuaires avant de pénétrer dans les eaux continentales.

Tableau 04 : Relevé bibliographique des localités et des hôtes dans lesquels *Bothriocephalus claviceps* a été signalé.

Auteur	Année	Localité	Type de milieu	Espèce-hôte
Altunel	1979	Turquie	lac	*A. anguilla*
Baer	1948	France	Estuaire	*Muraena helena* *Anguillidae*
Baer et Fain	1957 1958	Europe	Estuaire	*Anguillidae* *Muraena helena* *Gladiumculus bispinosus*
Bangham et Venard	1946	Canada	Lac	*A. rostrata*
Chubb	1963	Angleterre	Lac	*A.anguilla*
Cooper	1919	U.S.A	Rivière	*A.rostrata* *Centrachidae*
Debiève	Com. pers	Suisse	Lac de Neuchâtel	*A.anguilla*
Dupont	1982	France	Rivière Etang doux	*A.anguilla*
Edelenyl	1984	Autriche	Lac	*A.anguilla*
Engelbrecht	1958	Mer Baltique	Golf saumâtre	*A.anguilla*
Gandolpfi Hornyold	1929	Espagne	Rivière	*A.anguilla*
Hanek et Threlfall	1970	Canada	Lac	*A.rostrata*
Harley et Keefe	1971	U.S.A	Lac	*Centrachidae*
Jarecka	1959	Pologne	Lac	*A.anguilla*
Jareka	1964	France	Fleuve	*A.anguilla*
Kazic et *al.*	1982	Yougoslavie	Lac Rivière	*A.anguilla*
kennedy	1974	Agleterre Irlande	Lac Rivière	*A.anguilla*
Mc Daniel	1963	U.S.A	Lac	*Centrachidae*
Mondl et Rabalais	1972	U.S.A	Lac	*Centrachidae*
Soltynka	1964	Mer Baltique	Baie	*A.anguilla*
Uberlaker et *al.*	1981	Yougoslavie	Lac	*A.anguilla*
Wooten	1973	Angleterre	Lac	*A.anguilla*

1. 3. L'espèce *Bucephalus anguillae*

❖ **Taxonomie**

Embranchement	Platyhelminthes Gegenbaur, 1859
Classe	Trematoda Rudolphi, 1808
Famille	Bucephalidae
Genre	*Bucephalus*

Espéces: *B. anguillae · B. capensis · B. cuculus · B. elacatus · B. elegans · B. heterotentaculatus · B. indicus · B. introversus · B. polymorphus · B. tridentacularia · B. varicus*

❖ **Morpho-anatomie**

Le trématode digène *Bucephalus anguillae*. est présent dans l'intestin de l'anguille *Anguilla anguilla*. Cette espèce est en forme de croissant. Une comparaison de *B. anguillae* avec 11 espèces congénères a révélé une similitude remarquable avec *B.polymorphus* Baer, 1827 ;

Il se caractérise par la présence, à son extrémité antérieure, d'un organe de fixation, le rhynchus muni de 7 tentacules rétractiles dont 5 généralement dévaginés et 2 invaginés. Le tégument est recouvert d'épines devenant plus rares dans la partie postérieure du corps. La bouche s'ouvre ventralement dans le tiers moyen du corps. Le pharynx musculeux simule une ventouse. L'œsophage court aboutit dans un intestin sacciforme. Les protonéphridies débouchent, par 2 collecteurs, dans une vessie tubulaire pouvant s'étendre jusqu'à la base du rhynchus. Le pore excréteur s'ouvre à l'extrémité postérieure du corps. Les 2 testicules ovoïdes, sont disposés en tandem dans le tiers postérieur du corps. Les 2 canaux efférents qui partent chacun d'un testicule s'unissent en un canal déférent qui pénètre dans la poche du cirre par son extrémité antérieure. La poche du cirre, occupant une grande partie du tiers postérieur du corps, contient une vésicule séminale prolongée par un long canal entouré par des cellules glandulaires prostatiques, suivi par un cirre épineux aboutissant dans l'atrium génital. L'ovaire, ovoïde, situé du côté gauche du corps, est prétesticulaire. L'oviducte donne un canal de Laurer avant le débouché du vitelloducte médian et se poursuit par un oötype entouré par les glandes de Mehlis. Les follicules vitellins forment 2 bandes latérales limitées postérieurement au niveau du caecum digestif, la bande de gauche compte 10-15 follicules celle de droite 14-19. Les vitelloductes latéraux issus des follicules s'unissent en arrière de l'ovaire pour former le vitelloducte impair débouchant dans l'oviducte. L'utérus sinueux, faisant suite à l'oötype, remonte jusqu'au niveau de l'extrémité antérieure de la vessie puis descend pour déboucher dans l'atrium génital. Les oeufs sont operculés.

Les espèces du genre Bucéphale *d'Anguilla anguilla.*

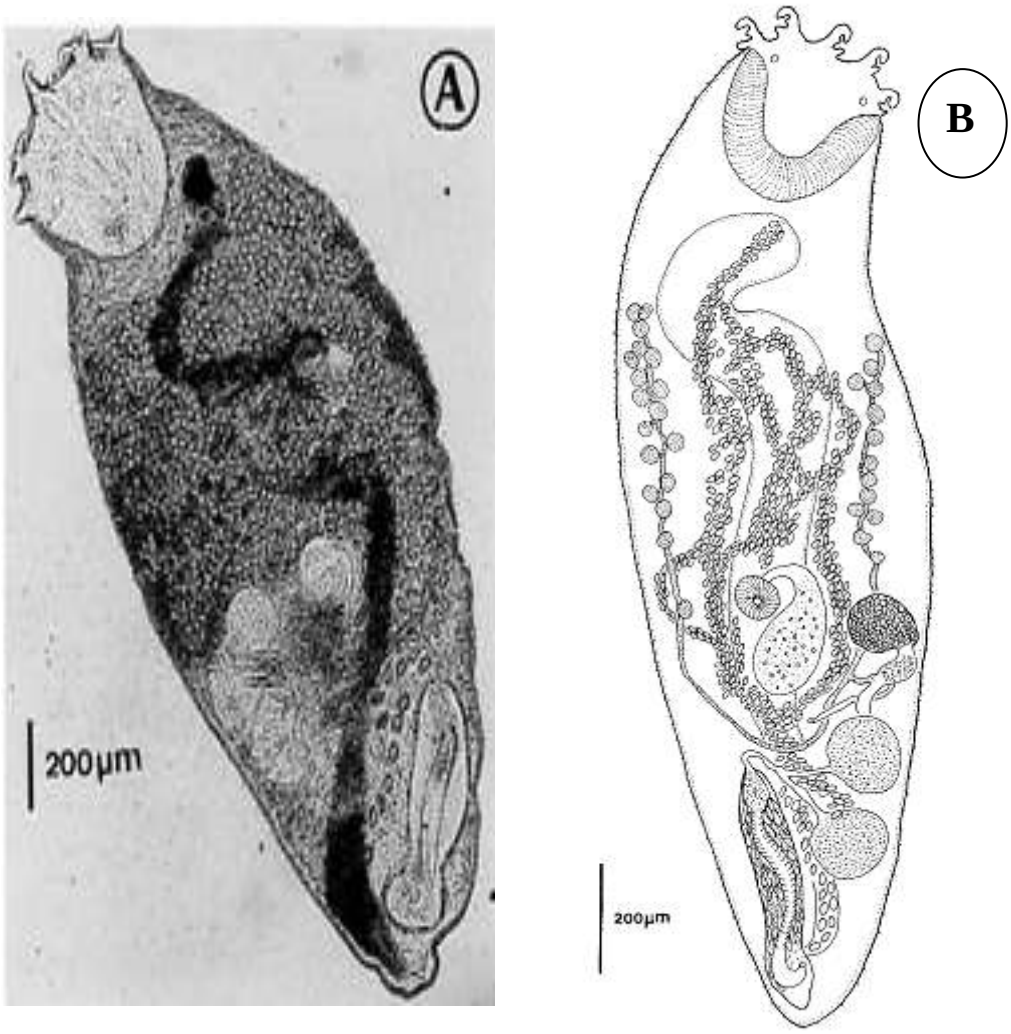


Figure 11 : (A) Adulte en vue dorsale**, (B)***Bucephalus anguillae*. Adulte en vue ventrale.

- **Répartition géographique**

Dans les lagunes du Nord Est de la Tunisie Gargouri-BenAbdallah et Maamouri, (2002) rapportent la présence d'espèces du genre Bucephalus chez le loup *Dicentrarchus labrax* (*B. labracis*) et chez *Anguilla anguilla* (*B.Anguillae*)

En Algérie ce parasite est signalé chez l'anguille *Anguilla anguilla* provenant de divers plans d'eau du Parc National D'El Kala (Loucif et al, 2009).

1. 4. L'espèce *Camallanus lacustris*

- **Taxonomie**

Embranchement :	Nématodes
Classe :	Rhabditae
Ordre *:*	Spiruroidea.
Famille	Camallanidae
Genre	*Camallanus*
Espèce	*Camallanus sp.*

- **<u>Morpho-anatomie</u>**

L'espèce *Camallanus lacustris* vit dans l'intestin de très nombreux poissons d'eau douce, surtout des Perches, Brochets, Anguilles. Les larves parasitent les Cyclops, les larves d'Agrion et d'Aselles.

Du Latin *Camallanus.* Vers parasites internes du tube digestif de poissons. Le genre *Camallanus* se distingue par une bouche en forme de fente, le premier stade des larves se présente chez les Crustacés (Écrevisses). Vers transparents et rouges, très fins et allongés, longs de 1 à 5 cm. Accrochés à l'épithélium du tube digestif par la bouche, avec l'extrémité postérieure qui sort par l'anus, ils créent des ulcères digestifs. Le cycle est indirect et nécessite un copépode comme hôte intermédiaire. Selon Martins et al, (2007)il peut être direct car ce ver est capable de se passer des copépodes, les jeunes étant directement ingérés par les poissons. Le ver adulte vit dans l'intestin d'un poisson hôte, où il se nourrit des aliments du poisson, mais aussi de ses tissus. Les jeunes sont libérés avec les excréments et infestent des crustacés copépodes pour poursuivre leur développement. Les copépodes infectent les poissons en étant consommés par eux. Les nématodes adultes de l'espèce *Camallanus lacustris* se reproduisent au début de l'été pour donner des larves L1 viables et infectieux pour les copépodes; l'adulte poursuit son développement et atteint sa maturité chez l'anguille (Kennedy, 2006).

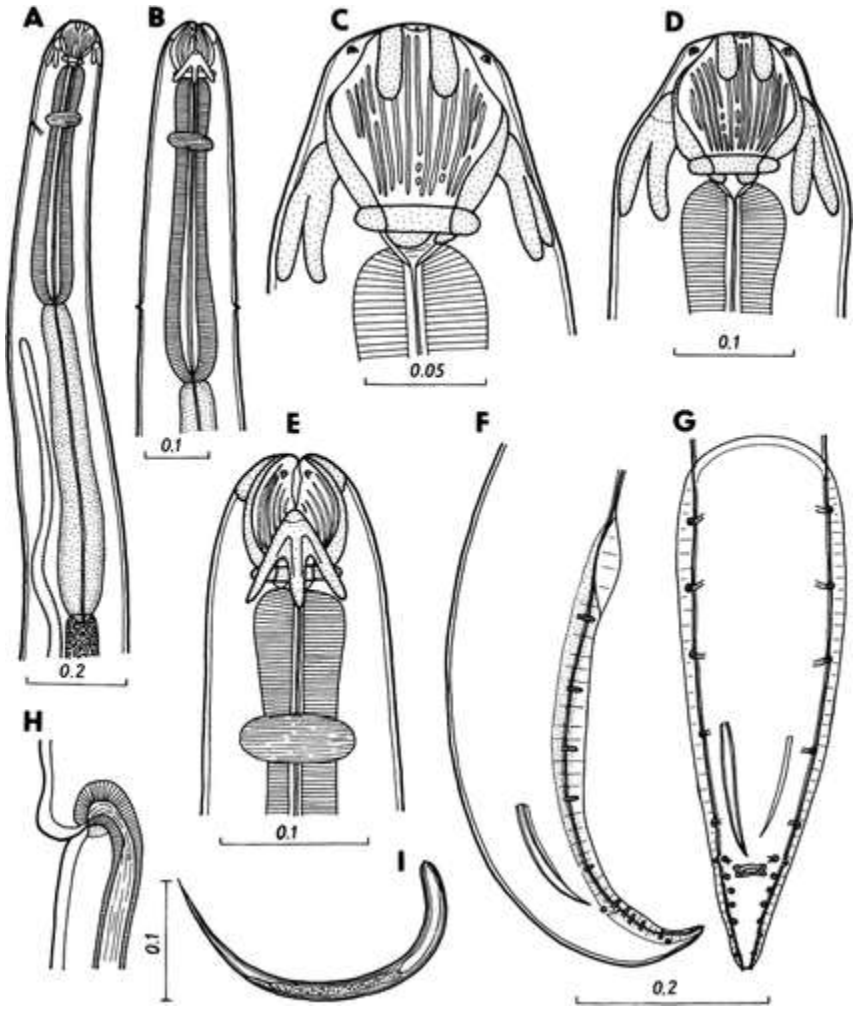


Figure 12 : *Camallanus lacustris* **A–B.** partie antérieur latérale et dorsoventrale du mâle. **C–D.** capsule buccale du mâle et femelle gravide. **E.** parties Céphalique et dorsoventrale du mâle,. **F–G.** partie caudale, latérale et ventrale du mâle. **H.** partie latérale de la Vulve. **I.** Larve d'utérus. (Mesure en millimètres)

- **Répartition géographique**

La présence des parasites de l'espèce *Camallanus lacustris* a été signalée chez les poissons d'ornement de plusieurs espèces (Moravec et al.,1999), en Allemagne et en Australie (Evans et Lester, 2001), en Corée (Kim et al., 2002) et au Brésil (Martins et al. 2007). Les nématodes du genre *Camallanus* Railliet et Henry, 1915, sont largement répartis dans le monde ; au Brésil, et *Camallanus acaudatus Camallanus tridentatus* ont été trouvés dans *bicirrhosum Osteoglossum* et *Arapaima gigas* par Ferraz et Thatcher (1990). Ils sont présents dans les intestins de poissons d'élevage et de poissons indigènes (Amin, 1978; Baker, 1979; Ferraz et Thatcher, 1990; Lakshimi et al., 1990; Moravec, 1994; Torres et al., 1991; Moravec, 1994; Martins et al., 2007).

1. 5. L'espèce *Cucullanus sp.*

❖ **Taxonomie**

Embranchement :	Némathelminthes
Classe:	Nématoda
Famille:	Cucullanidae (Cobbold, 1864)
Genre:	*Cucullanus* (Mueller, 1777)
Espèce:	*Cucullanus sp.*

❖ **Morpho-anatomie**

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

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

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

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

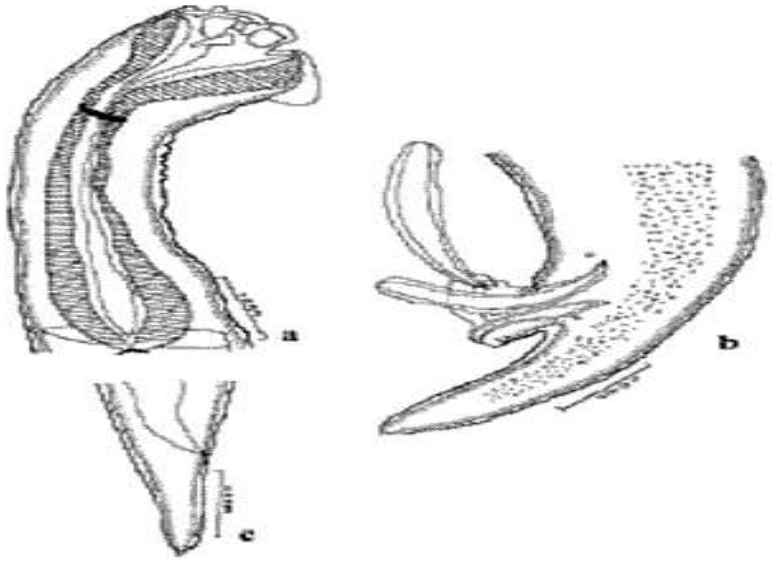


Figure 13 : Représentation **s**chématique de *Cucullanus sp.* :

a : femelle (région antérieure) ; b : femelle (région postérieure) ;

c : mâle (région postérieure) (www.scielo.cl)

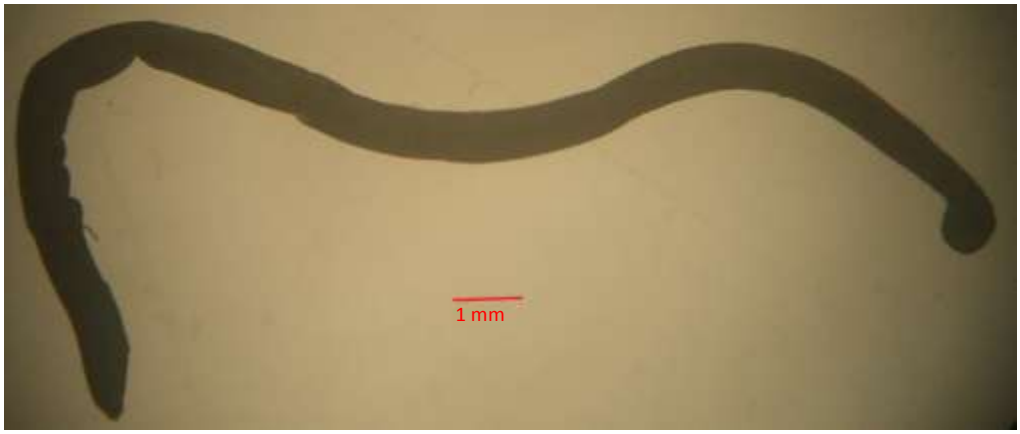


Figure 14 : Photographie de *Cucullanus sp.*.

❖ Répartition géographique

Cucullanus Muller, (1777) comprend environ 100 espèces (Petter, 1974; Hasegawa et al., 1991), dont 3 ont fait l'objet de description dans une série d'études récentes menées en Argentine dans les eaux de l'Atlantique ; ce sont *Cucullanus genypteri* (Sardella, Navone et Timi, 1997), parasite de *Genypterus blacodes* Schneider, 1801 et *Genypterus brasiliensis* Reagan, 1903 (Ophidiidae) (Sardella et al., 1997), *Cucullanus marplatensis* Daniel, Timi et Sardella, 2002, parasite de *argentinensis Odontesthes* (Valenciennes, 1835) (Atherinidae) (Daniel et al.,2002), et *Cucullanus bonaerensis* Lanfranchi, Timi et Sardella, 2003 récoltée à partir de *brasiliensis Urophycis* (Kaup, 1858) (Phycidae) (Al Lanfranchi et al. 2004).

Une quatrième espèce, signalés chez le congre argentin, *Conger orbignianus* Valenciennes, 1847 (Anguilliformes: Congridae), de Bahia Blanca (Tanzola et Guagliardo, 2000). En Espagne Aguilar et *al.* (2005) signalent la présence, chez l'anguille, de l'espèce *Cucullanus heterochrous* ; Koie (2000), rapportent la présence de l'espèce *Cucullanus cirratus* dans les caecums pyloriques et l'intestin de morues franches.

1. 6. L'espèce *Echinorhynchus sp.*

❖ **Taxonomie**

Embranchement :	Acanthocephala (Kölreuter, 1771)
Classe:	Palaeacanthocephala (Meyer, 1931)
Famille:	Echinorhynchidae (Cobbold, 1879)
Genre:	*Echinorhynchus* (Zoega, 1776)
Espèce:	*Echinorhynchus sp.*

❖ **Morpho-anatomie**

Les acanthocéphales sont des vers allongés, en forme de sac, avec un proboscis rétractile armé d'un nombre variable d'épines. Le nombre et la disposition des épines sur le proboscis constituent des critères taxonomiques importants. Pour la diagnose au niveau de l'espèce, les vers doivent être fixés avec leur proboscis développé.

Acanthocephalus anguillae est rencontré chez l'anguille, la perche et la carpe ; il possède une trompe en forme de massue pouvant atteindre 1 mm. de longueur, avec 10 à 12 rangées longitudinales de 5 à 7 crochets; la racine des crochets présente deux appendices obliques en forme de doigt. Le cou est court et non verruqueux Le mâle atteint de 5 à 7 mm, la femelle de 12 à 20 mm.Ce parasite a pour hôte intermédiaire *Asellus aquaticus.* Ce parasite apparaît durant la période s'étalant du début avril jusqu'à la fin juin (Near et al. 1998)

Trois espèces appartenant à ce genre ont été signalées : *Echinorhynchus gadi* est un parasite marin qui infeste les salmonidés anadromes. Sa présence indique qu'un poisson s'est nourri d'invertébrés marins. *Echinorhynchus leidyi et E. salmonis* sont communs chez les salmonidés d'eau douce. Ils mesurent entre 10 et 30 mm de longueur et s'attachent à la paroi interne de l'intestin.

Ils se nourrissent par osmose à travers la surface du corps. Ils pondent un grand nombre d'oeufs. Les larves choisissent comme hôtes de petits crustacés tels que les Gammares, des larves d'insectes, des poissons, des sangsues et des limnées; puis elles se développent dans le poisson qui a ingéré ces hôtes intermédiaires. L'infestation peut être dangereuse en cas de forte attaque.

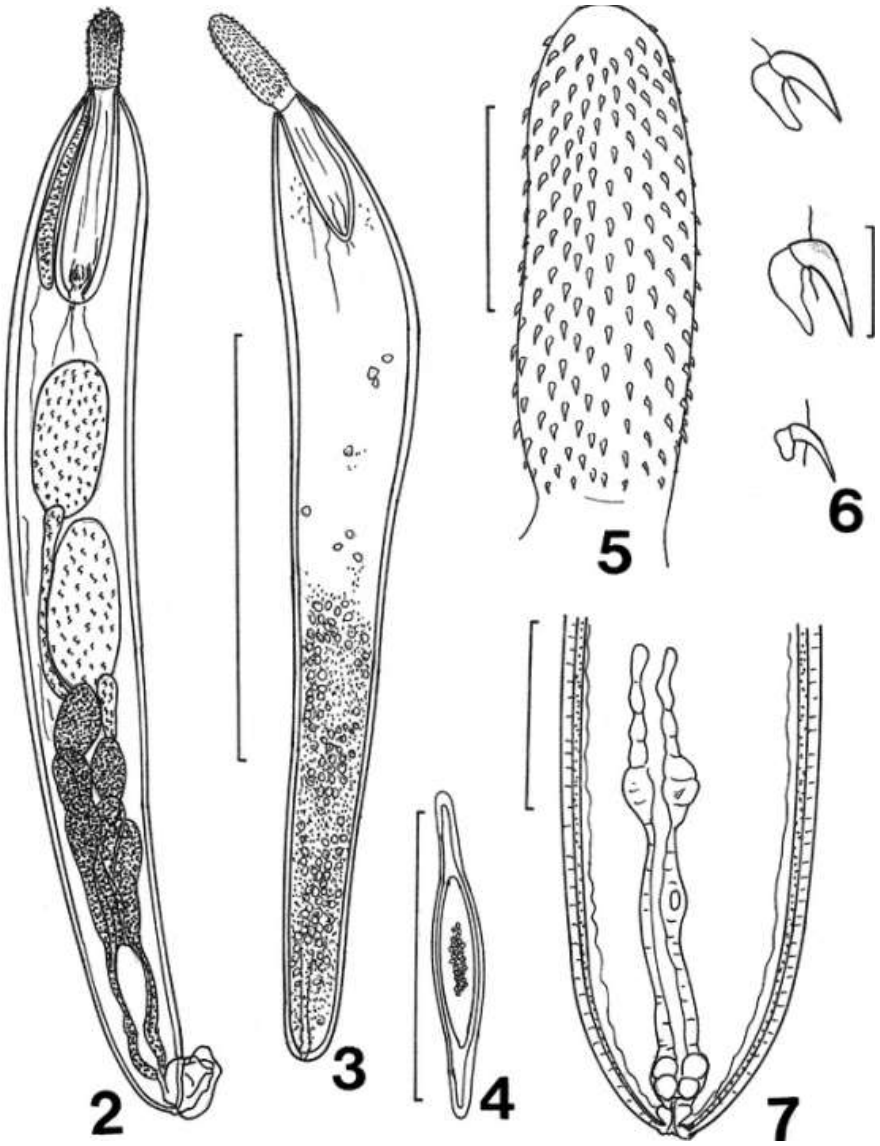


Figure 15 : *Acanthocephalus d'Anguilla anguilla*. (**2**) Holotype male (**3**) Allotype femelle. (**4**) Oeuf (**5**) Proboscis de l'allotype femelle. (**6**) les crochets du Proboscis. 1, 7, et13 de la partie antérieure. (**7**) systéme de reproduction de l'allotype femelle; œufs et ovaires ne sont pas indiqués (Echelle = 5 mm (2, 3), 80 µm (4, 6), 500 µm (5, 7))

❖ Répartition géographique

C'est en 1684 que le médecin italien Francesco Redi en fit la première description en observant un individu *d'Acanthocephalus anguillae* dans un intestin d'anguille européenne *Anguilla anguilla*. Des acanthocéphales ont depuis été trouvés dans des intestins de poissons, reptiles, oiseaux, et mammifères, et ce sur l'ensemble du globe ; la prévalence des acanthocéphale est estimé à 80% pour les anguille exposé à ce parasite en Allemagne (Suresa et al, 2003).

En 1974, Kennedy a signalé 7 espèces d'acanthocéphales chez les poissons d'eau douce des îles britanniques. Une autre espèce d'acanthocéphale *Echinorhynchus borealis* a été également citée par Borgsteede (1999) dans les pays bas avec un taux d'infestation de 0,3%.

Wayland et *al.* (2004) ont signalé la présence de l'espèce *E. salmonis* chez *Coregonus lavaretus* L. et *Osmerus eperlaus* (L.) au Nord de la mer baltique.

1. 7. L'espèce *Ligula intestinalis*

❖ **Taxonomie**

Embranchement :	Plathelminthes
Classe :	Cestode, Rudolphi 1808
Famille :	Diphyllobothriidae, Lühe 1910
Genre :	*Ligula*, Bloch 1788
Espèce :	*Intestinalis*, Linneus 1758

❖ **Morpho-anatomique**

Le nom du genre Ligula est apparu en 1788. Les scientifiques se sont basés tantôt sur des caractères morphologiques et tantôt sur le spectre d'hôtes du parasite. Certains auteurs ont décrit quasiment une trentaine d'espèces de ligules qu'ils différenciaient en se basant sur les caractères morphologiques donnant naissance aux appellations *Ligula uniserialis* Rudolphi 1810, *L.interrupta*, *L. sparsa*, *L. nodosa*, *L. contortrix*, *L. Cingulum* Pallas 1781, *L. intestinalis, L. accuminata, L. Digramma* ou sur les espèces hôtes que recrute la ligule: *Ligula avium* Bloch 1758, *L. mergorum, L. soricis moshati, L. colymbi, L.cristati, L. colymbi immeris*. Certains auteurs ont attribué à chaque espèce de poisson une espèce de ligule caractéristique correspondante: *Ligula piscium, L. salvenili, L. salmonis wartmanni, L. carpionis, L. tincae, L. gobionis, L. alburni, L. leucisci*. Anciennement les sous-familles des Ligulinae et des Schistocephalinae étaient groupées au sein de la famille des Praeligulidae.

Ligula intestinalis se diffère du reste des ligules par la présence d'un organe reproducteur pour chaque proglottis

La Ligula effectue une triple migration. Dans le premier hôte intermédiaire se développe un procercoïde semblable à ceux des Bothriocéphales segmentés c'est ainsi que Rosen (1918) a défini le cycle de vie de la ligule. Ce cycle s'inscrit donc dans le cadre d'une transmission à trois hôtes dont deux intermédiaires et un définitif et est donc appelé cycle hétéroxène. Dans le milieu aquatique, l'œuf éclot et se transforme en une larve ciliée libre et mobile: le coracidium. Celle-ci est généralement ingérée par le premier hôte intermédiaire, un copépode (crustacé zooplanctonique). La coracidie se transforme chez ce dernier et donne naissance à la larve procercoïde. Le copépode infesté peut être capturé par un poisson zooplanctonophage: deuxième hôte intermédiaire où la larve

procercoïde se transforme en plérocercoide. Cette dernière se loge dans la cavité abdominale du poisson et y séjourne durant une longue période (plus de deux ans).

Enfin, ce poisson parasite peut être ingéré par un oiseau ichtyophage: hôte définitif où la larve plérocercoide acquiert sa forme adulte. Celle-ci arrive à maturité et produit des œufs qui seront relâchés dans l'eau via les fèces de l'oiseau terminant ainsi le cycle et amorçant le cycle suivant. Le temps de séjour du parasite chez l'oiseau aquatique est très court (2 à 5 jours) et le passage de la forme plérocercoide à la ligule mature est également très bref.

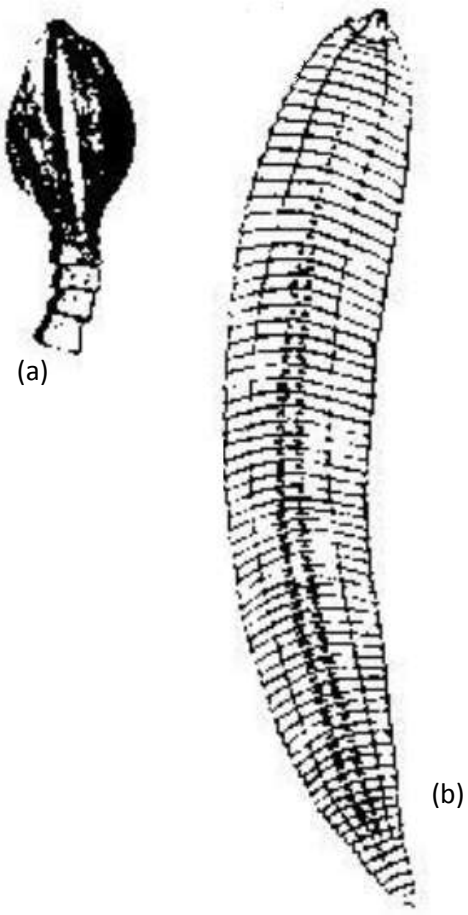


Figure 16 : *Ligula intestinalis* Linné, 1758. D'après Choldk 1914

(a) Scolex, (b) Ligule

❖ Répartition géographique

La ligulose présente une distribution holarctique (Or,1967); elle affecte le Canada, les Etats-Unis, le Mexique, le Royaume uni, l'Europe, la Turquie, la Russie, la Chine, l'Afrique du Nord. Même si on a souvent attribué à la ligule une distribution limitée à l'hémisphère nord, elle se rencontre également en Australasie, (par exemple en Australie, en Inde et au Sri Lanka), et en Afrique (par exemple en Afrique du Sud, en Ouganda, au Zaïre et au Zimbabwe).

La ligule a aussi été signalé dans certains pays où il y a eu un transfert de stocks de poissons infestés et/ ou avènement des œufs de ligule par le biais des oiseaux migrateurs facilitant ainsi leur dispersion (Kennedy & Burrough, 1981), comme l'exemple des introductions en Australie (Morgan 2003) et en Nouvelle Zélande (Weeks & Perlington 1986). De manière générale, l'affection sévit là où se rencontrent les Cyprinidés. La distribution de la ligule et, de manière générale, de la sous-famille des Ligulinae est sensiblement conditionnée par la distribution du second hôte intermédiaire, les poissons d'eau douce et de l'hôte définitif, les oiseaux piscivores.

1. 8. L'espèce *Parabothriocephalus sp.*

❖ **Taxonomie**

Embranchement	*Platyhelminthes* Minot,1876
classe	*Cestoda*
Famille	*Echinophallidae* Schumacher, 1914
Genre	*Parabothriocephalus* Yamaguti, 1934
Espèce	*Parabothriocephalus gracilis Yamaguti, 1934* *Parabothriocephalus psenopsis Wang et al., 2004*

❖ **Morpho-anatomie**

Le genre Parabothriocephalidae possède un scolex court, élargie dépourvue de disque dans la partie apicale, facilement détachable. Filiforme dans sa partie antérieure. *Parabothriocephalus* possède des appendices globulaires musculaires sur le bord postérieur du proglottis ; le nombre de proglottis est limité (9-13), L'utérus est fortement enroulé, les œufs sont operculés est non segmentés.

L'espèce *Parabothriocephalus gracilis* diffère morpho anatomiquement de l'espèce *Parabothriocephalus psenopsis* par le scolex ; chez cette dernière le scolex n'est pas élargi.

Parabothriocephalus gracilis est de plus petite taille par rapport à *Parabothriocephalus psenopsis ;* les anneaux de l'espèce *P. gracilis* sont trapézoïdes et se détachent facilement.

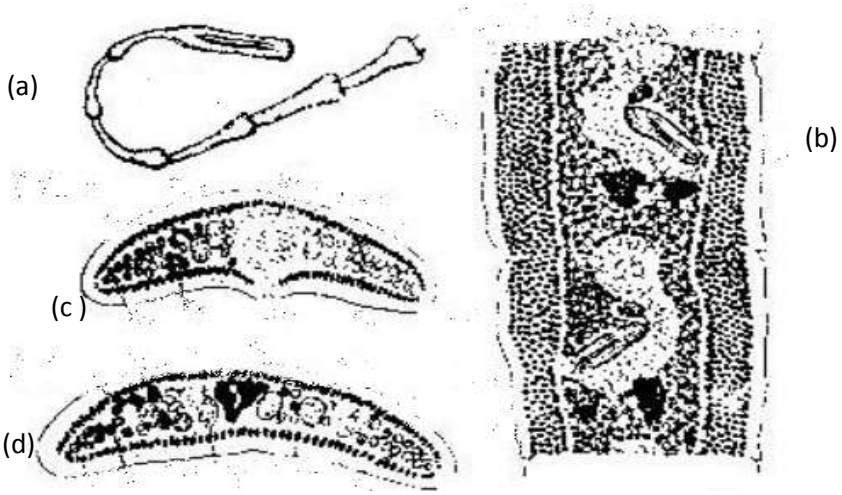


Figure 17 : *Parabothriocephalus gracilis*

(a). extrémité antérieur. (b). segments gravides. (c). section transversale sur la partie du pore utérin. (d). section transversale sur l'ovaire.

❖ Répartition géographique

La présence des espèces *P.gracilis* et *P. psenopsis* a été rapportée dans le tractus gastro-intestinal des anguilles de l'espèce *Anguilla japonica* par Wang et al, (2004) dans le détroit de Taiwan et en Chine.

La présence de *Parabothriocephalus gracilis* a aussi été rapportée dans la partie sud et centrale de la Californie (Louritz A. Jensen, 1967), chez l'anguille *Anguilla rostrata*.

1. 9. L'espéce *Paraquimperia tenerrima*

❖ Taxonomie

Embranchement:	nematodes
Classe:	Secernentea Linstow, 1878
Famille:	Quimperiidae Linstow, 1878
Genre:	Paraquimperia Linstow, 1878
Espèce:	*Paraquimperia tenerrima* Linstow, 1878

❖ Morpho-anatomie

Cette espèce se caractérise principalement par la présence d'une ventouse ventrale chez le mâle; de spicules courts (de 147 à 171 µm); le nombre et la disposition des papilles caudales; la position post oesophagienne du pore excréteur, ainsi que par la mince queue de la femelle. Dans cette nouvelle espèce, une variabilité dans le nombre (3-5 paires) de papilles préanales subventrales a été observée.

En laboratoire, l'éclosion des œufs a eu lieu uniquement à des températures comprises entre 11 et 30°C. La survie des larves L2 (deuxième étape de vie libre) dépend également de la température, avec une survie maximale entre 10 et 20°C. La survie totale des stades libres (œufs et L2) ne devrait pas excéder un mois à des températures normales de l'eau l'été , confirmant que le parasite n'a pas pu survivre, à l'extérieur d'un hôte, pendant 6 mois depuis l'excrétion des œufs au printemps jusqu'à l'infection des anguilles au début de l'hiver. Il n'est pas encore démontré si un hôte intermédiaire est nécessaire dans le cycle de vie de ce parasite ; les anguilles infectées expérimentalement ont été trouvées portant des larves L4 et juvénile de *P. tenerrima* dans leurs intestins (Cisailles et Kennedy, 2005).

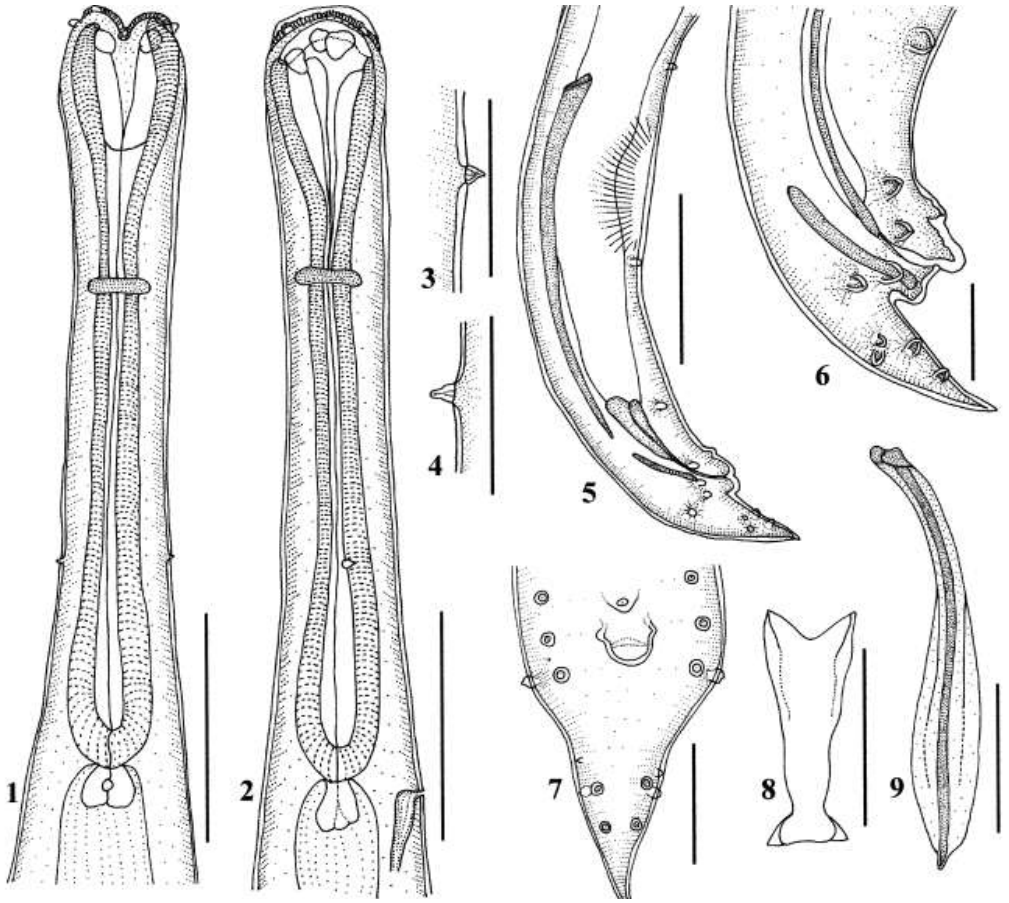


Figure18 : *Paraquemperia tenerrima*

(1)Face antérieure ventrale. (2) Face antérieure latérale.(3).(4).(5)Partie postérieure du mâle.(6).(7).(8) gubernaculum. (9) spicule (échelle= 0,4mm «1, 2, 5, 9 » ; 0,1mm « 3, 4, 6, 7 » ; 0,05mm « 4, 5 » et 0,15 « 8 ».

❖ Répartition géographique

Le nématode du genre *Paraquimperia* Baylis,(1934) comprend des espèces parasites spécifiques des intestins de l'anguille (Anguilla spp.) . Bien que l'espèce type, *P tenerrima*, soient signalée chez plusieurs cyprinidés et percidés dans l'ancienne littérature européenne (Šrámek, 1901), Selon Moravec (1994), certains nématodes spiruroides ont probablement été pris pour ce parasite. Moravec (1966a) a révisé le genre et 3 espèces reconnues : *P tenerrima*. Linstow, (1878) à partir de l'anguille *Anguilla anguilla* (Linnaeus) en Europe (Linstow , 1878; Šrámek , 1901; Baylis , 1934; Moravec , 1966b, 1994; Koie, 1988; Saraiva et Chubb , 1989; Nie et Kennedy , 1991), *Paraquimperia aditum* Mueller,(1934) à partir de l'anguille américaine *Anguilla rostrata* (Mueller, 1934; Hanek et Threlfall, 1970; Hanek et Molnar , 1974; Cone et al., 1993), et *Paraquimperia anguilla* Karve,(1941) à partir de *Anguilla bengalensis* (Shrestha) de l'Inde (Karve, 1941; Naidu, 1983) .

La présence d'un spécimen de l'espèce *Paraquimperia sp*. chez les anguilles en Afrique du Sud a été rapportée pour la première fois par Jackson (1978).

Cone et al. (1993) signalent la présence de *P. tenerrima*. Chez l'anguille d'Amérique (*A. rostrata)* au Canada et mentionnent à nouveau que les 2 espèces de nématodes peuvent représenter la même espèce ; mais ils n'ont pas formellement donné de synonymie à *P. aditum. avec P. tenerrima.* Moravec (1966a) après réexamen des cotypes de *P. aditum*. Ne trouve aucune différence substantielle entre ces derniers et *P. tenerrima*. Du fait que ce dernier soit trouvé chez l'hôte type (l'anguille en Amérique du Nord), il est, selon Moravec (1966), actuellement admis que *P. aditum*.Mueller,(1934) est synonyme de *P tenerrima*. Linstow, (1878), Baylis, (1934).

1. 10. L'espèce *Pseudoterranova decipiens*

❖ Taxonomie

Embranchement : Nématodes
Classe : Secernentea
Ordre : Ascaridida
Famille : Anisakidae.
Genre : Anisakis
Ce genre comprend plusieurs espèces : *A. pegreffii, A. physeteris, A. schupakovi, A. simplex, A. typica, A. ziphidarum et Pseudoterranova decipiens (Fagerholm, 1991)*.

❖ Morpho-anatomie

Anisakis spp,. *Pseudoterranova* spp. Ver du hareng, ver de morue, ver de baleine ; A l'état adulte, ces nématodes qui font environ 15 cm de long sur 2 à 4 mm de section sont parasites du tube digestif des mammifères marins, cétacés (*Anisakis* spp) et pinnipèdes (*Pseudoterranova* spp.), ainsi que des oiseaux de mer (les deux genres).

Les larves sont de couleur rouge foncé ; elles sont plus épaisses dans la moitié postérieure du corps qui se termine à chaque extrémité par 3 lèvres ; des dents (0,012 + 0,002 mm de haut ; 0,008 à 0.014 mm); pore excréteur ventral entre les lèvres subventrales; anneau nerveux à partir de l'extrémité antérieure; oesophage musculaire (pharynx), suivi par un ventricule glandulaire; caecum intestinal bien développé; anus au bout de la queue brusquement arrondie; présence de stries transversales ; cuticule irrégulière.

La larve L3 a les caractéristiques suivantes: trois lèvres bilobées, une dorsale et deux ventrolatérales, une dent foreuse ventrale de la bouche et un pore excréteur entre les lèvres ventrolatérales. La larve peut atteindre une longueur de 50mm et un diamètre de 1 à 2mm. (Ventura et al., 2008).

Les œufs rejetés avec les déjections de ces hôtes définitifs embryonnent dans l'eau de mer où ils libèrent des larves, qui sont avalées par des crustacés pélagiques. Lorsque ceux-ci sont ingérés par le deuxième hôte intermédiaire, poisson ou céphalopode (calmar, seiche), les larves s'enkystent dans l'épaisseur de la paroi intestinale, parfois aussi dans les muscles ou sous la peau. Quand ce deuxième hôte intermédiaire est dévoré par un de ses prédateurs, mammifère ou oiseau marin, les larves sont libérées dans le tube digestif où elles vont donner de nouveaux vers adultes.

Remarque : les genres *Contracaecum, Multicaecum, Phocanema, Porocaecum* et *Raphidascaris* sont des agents seulement potentiels ou rarement reconnus d'anisakiase humaine

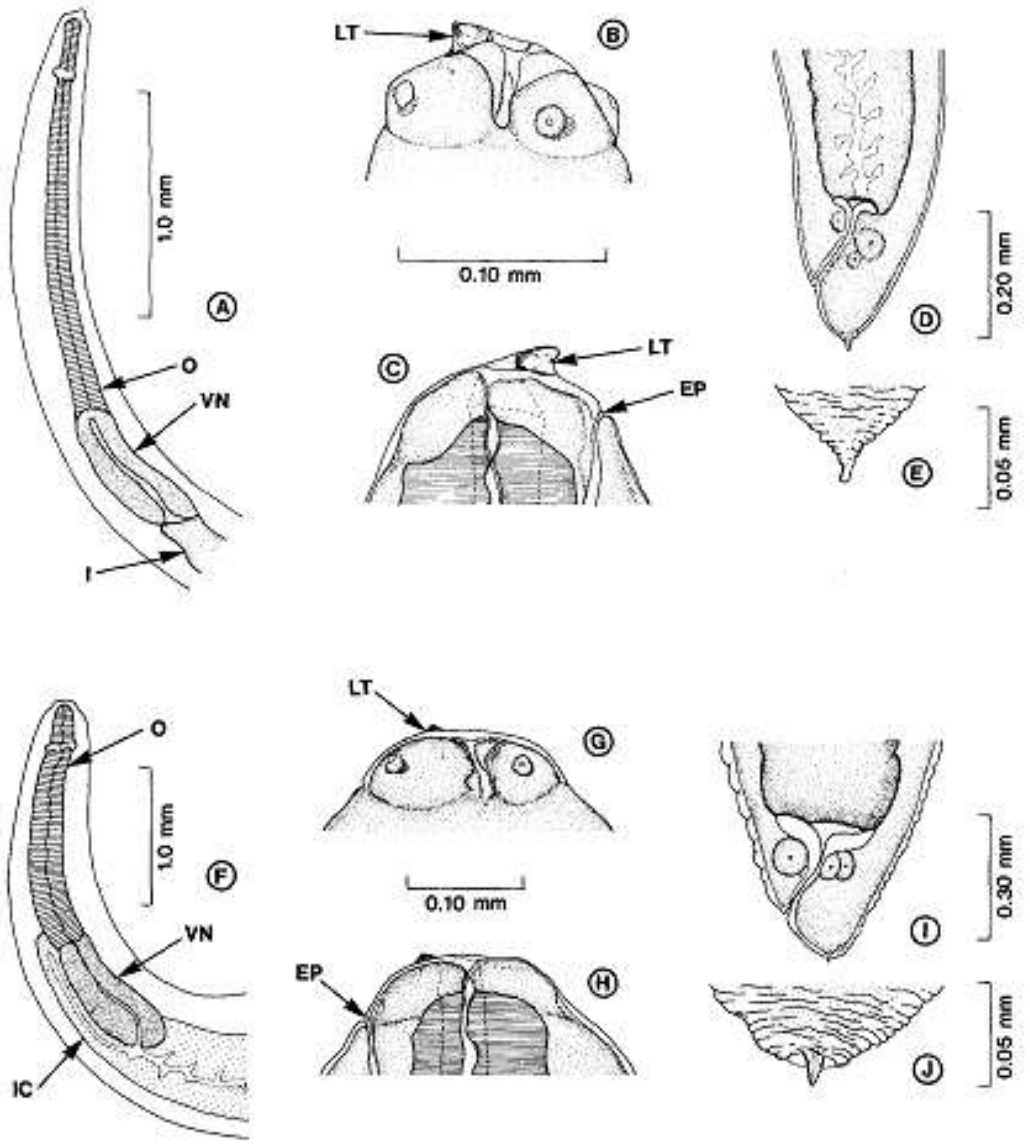


Figure 19 : (A-E) larve *Anisakis simplex* (Stde HI), (F-J) larve *Pseudoterranova decipiens* (Stade III) (selon Brunsdon 1956). (A, F), antérieur, face latérale; (B, G) tête, face latérale; (C, H) tête, coupe sagittale; (D, I) postérieur, coupe latérale; (E, J) l'extrémité postérieure.

LT, dents des larves; EP, pore excréteur; I, intestin; IC, caecum intestinale; O, œsophage; VN, ventricule.

❖ Répartition géographique

Les larves de l'espèce *Anisakis* présentent plusieurs localisations dans la chair des poissons (hareng, sardine, anguille, merlans, morue, maquereau, lotte...) et des calmars des mers froides. Le premier cas fut décrit par Thiel en Hollande en 1955

Hurst (1984), a identifié et décrit les différents stades larvaires d'*Anisakis simplex* et *Pseudoterranova decipiens* en Nouvelle Zélande. Pippy et van Banning (1975), Punt (1941) dans la mer du nord ; Brunsdon (1956), Cannon (1977) en Australie ; Torres et al. (1978) au Chili ; Koyama et al. (1969), Shiraki (1974) au Japon.

L'anisakiase a été rapportée dans les pays où l'on consomme du poisson cru (Pays riverains de la Mer du Nord, de la Mer Baltique, au Japon, en Chine, au Pays-Bas, en France, au Chili, aux États-Unis et au Canada). Le nombre de cas avec découverte de larves est de plus de 2500 par an au Japon, pays industrialisé le plus touché. Aux États-Unis, l'incidence serait de 10 cas par an. En Europe, les pays où l'anisakiase est communément rapportée sont l'Espagne, la Norvège, les Pays-Bas et le Royaume-Uni.

2. DIVERSITES PARASITAIRES :

- L'observation des caractères morpho anatomiques des endoparasites récoltés chez l'anguille *Anguilla anguilla* provenant des 2 plans d'eau nous a permis d'identifier 5 nématodes (*Cucullanus sp., Paraquimperia tenerrima, Pseudoterranova decipiens, Camallanus lacustris, Anguillicola crassus*), 4 cestodes («*Bothriocephalus claviceps Parabothriocephalus psenopsis., Parabothriocephalus gracilis, Ligula intestinalis*), un Acanthocephale (*Echinorhynchus sp.*) et un digène (*Bucephalus anguillae*).

- L'ensemble des espèces parasites identifiées parasite le tube digestif, à l'exception d*'Anguillicola crassus* qui parasite la vessie natatoire.

- La plus grande diversité en espèces est notée chez les anguilles du lac Oubeira qui abritent 10 espèces sur les onze identifiées ; l'espèce *Camallanus lacustris* étant absente chez les anguilles de ce plan d'eau ; en ce qui concerne les anguilles du Mafrag, ces dernières n'hébergent pas les espèces *Parabothriocephalus gracilis* et *Pseudoterranova decipiens*.

Tableau 5: Distribution spatiale des parasites recensés chez les anguilles peuplant les 2 plans d'eau.

	Oubeira	**Mafrag**
Acantocéphale		
Echinorhynchus sp.	+	+
Digéne		
Bucéphalus anguillae	+	+
Nématode		
Pseudoterranova decipiens	+	-
Cucullanus sp.	+	+
Paraquimperia tenerrima	+	+
Camallanus lacustris	-	+
Anguillicola crassus	+	+
Cestode		
Bothriocéphalus claviceps	+	+
Ligula intestinalis	+	+
Parabothriocephalus psenopsis	+	+
Parabothriocephalus gracilis	+	-

2 DISTRIBUTION DES INDICES PARASITOLOGIQUES DES PARASITES RECENSES DANS LES DEUX PLANS D'EAU

2. 1. Répartition globale des indices parasitaires

Prévalence

C'est l'espèce *A. crassus* qui prédomine dans les deux plans d'eau, en enregistrant des prévalences de plus de 48 et 57% dans le Mafrag et l'Oubeira respectivement.

Dans l'Oubeira, les espèces parasites qui enregistrent des prévalences de plus de 40% sont *Bothriocephalus claviceps* (P=41,6%) et *Pseudoterranova decipiens* (P=41,1%).Les espèces recensées enregistrant des prévalences comprises entre 3 et 6% sont *Bucephalus anguillae* (P=5,55%), *Parabothriocephalus psenopsis* (P=4,16%) et *Cucullanus sp.* (P=3,6%). Les quatre autres espèces recensées montrent des prévalences de moins de 2% (*Echinorhynchus sp.* (P=0,27%), *Ligula intestinalis* (P=1,38%), *Parabothriocephalus gracilis* (P=0,55%) et *Paraquimperria tenerrima* (P=1,66%).

Dans l'estuaire du Mafrag, c'est l'espèce *Bothriocephalus claviceps* qui vient après *A. crassus* en enregistrant une prévalence de 14,99% ; elle est suivie par *Parabothriocephalus psenopsis* (P=7,49%), *Cucullanus sp.* (P=6,10%) et *Paraquimperia tenerrima* (P=4,99%). Les espèces *Echinorhynchus sp, Ligula intestinalis, Bucephalus anguillae et Camallanus lacustris* enregistrent des prévalences de moins de 1,7%.

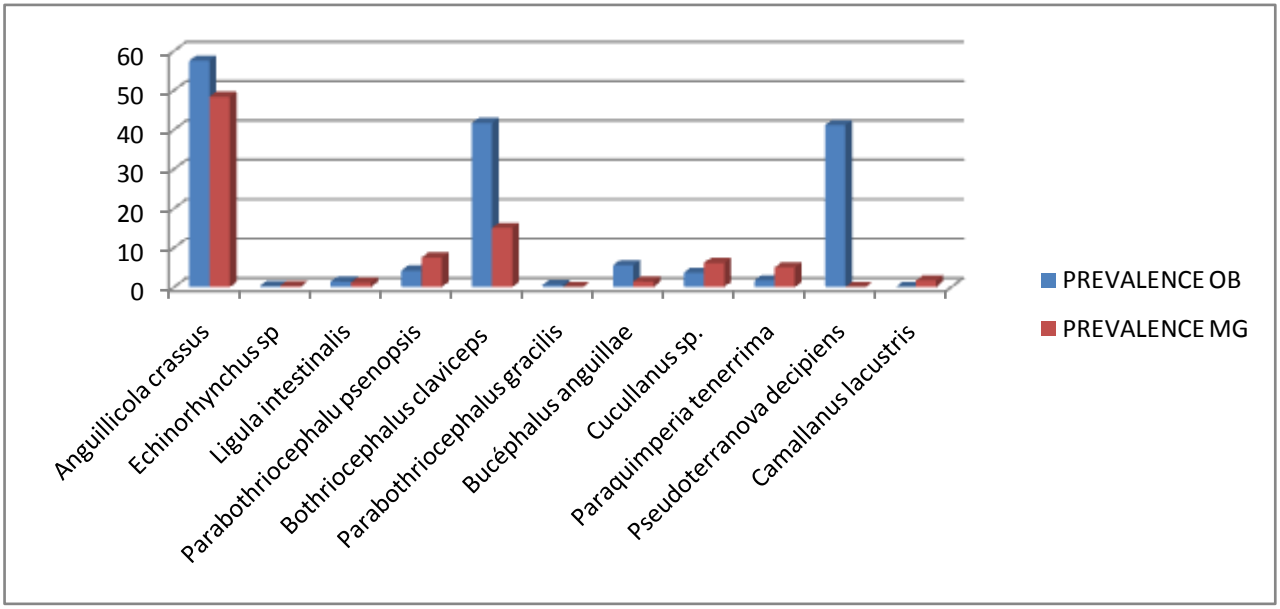


Figure 20 : Distribution spatiale des prévalences des parasites recensés dans les deux plans d'eau

Intensité et abondance

Les valeurs de l'intensité d'infestation les plus élevées sont enregistrées par *A. crassus* dans l'Oubeira (I>6) et *Echinorhynchus sp*. dans le Mafrag (I=4) ; Dans l'estuaire, l'intensité d'infestation des anguilles par *A. crassus* n'excède pas 4 vers/poisson infesté.

Les valeurs de l'intensité d'infestation comprise entre 1 et 2 sont notées par *Bothriocephalus claviceps* (1,9 et 1,46 respectivement dans le Mafrag et l'Oubeira), *Cucullanus sp.* dans le Mafrag (I=1,45) et *Pseudoterranova decipiens* dans l'Oubeira (I=1,49). Les espèces dont l'intensité d'infestation varie entre 0,5 et 1 sont *Parabothriocephalus psenopsis* (I=0,99 et I=0,97 respectivement dans l'Oubeira et le Mafrag), *Paraquimperia tenerrima* (I=0,58 et I=0,86 respectivement dans l'Oubeira et le Mafrag), *Cucullanus sp.* dans l'oubeira (I=0,66) et *Bucephalus anguillae* dans le Mafrag (I=0,67). En ce qui concerne les autres espèces, leur intensité d'infestation ne dépasse pas 0,4 spécimens.

Dans l'Oubeira, les valeurs de l'abondance supérieures à 0,6 sont enregistrées par les espèces *A. crassus* (A=3,7), *Bothriocephalus claviceps* (A=0,64) et *Pseudoterranova decipiens* (A=0,62).Dans le Mafrag, les valeurs de l'abondance de plus de 0,19 sont relevées chez *A. crassus* (A=1,90), *Echinorhynchus sp* (A=0,19) et *Bothriocephalus claviceps* (A=0,32).

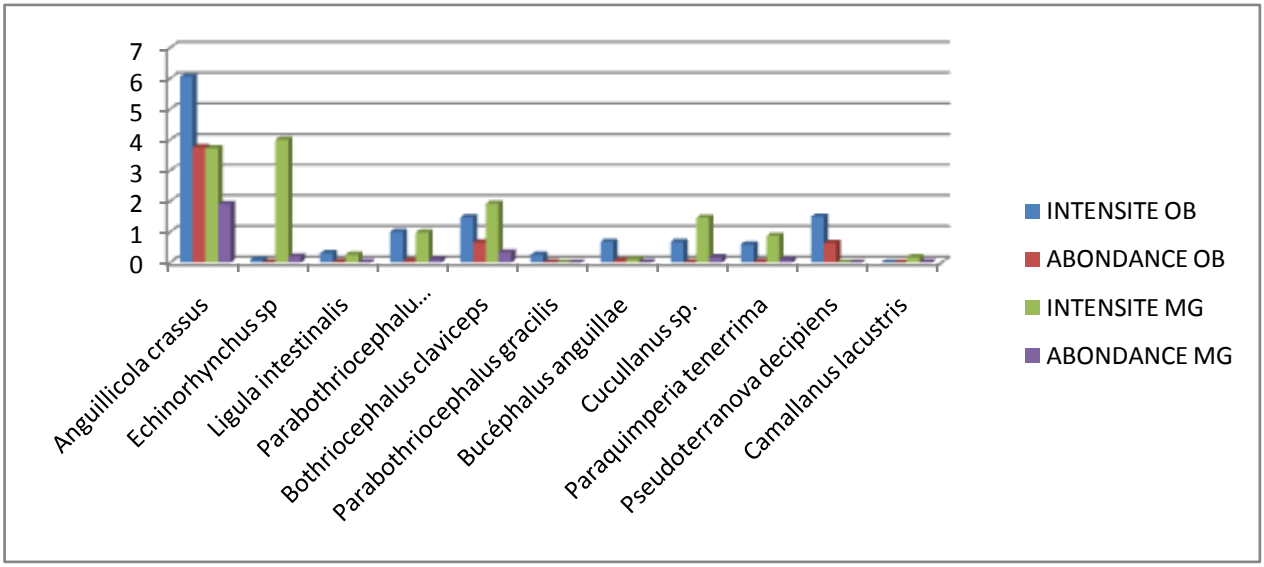


Figure 21 : Distribution spatiale de l'intensité et l'abondance des parasites recensés dans les deux plans d'eau

2. 2. Indice spatiotemporel :

❖ ***Anguillicola crassus***

- ***Prévalence***

A. crassus montre des taux d'infestation variant de 23%(en juin) à plus de 83% (en avril) ; les prévalences saisonnières *d'A. crassus,* dans l'oubeira, dépassent généralement 60% à l'exception de la période estivale ou moins de 40% des effectifs sont infestés par ce parasite (fig22) c'est toutefois en période hivernale et printanière que des taux d'infestation de plus de 65% sont enregistrés.

Chez les anguilles provenant de l'estuaire du Mafrag, le ver nématode *A. crassus* est présent durant toute l'année. Les taux d'infestation mensuels varient de 23% (en novembre) à 70% (en janvier). En ce qui concerne les taux d'infestation saisonniers les valeurs sont proches de 50% durant l'ensemble des saisons sauf en automne ou moins de 44% des effectifs sont infestés.

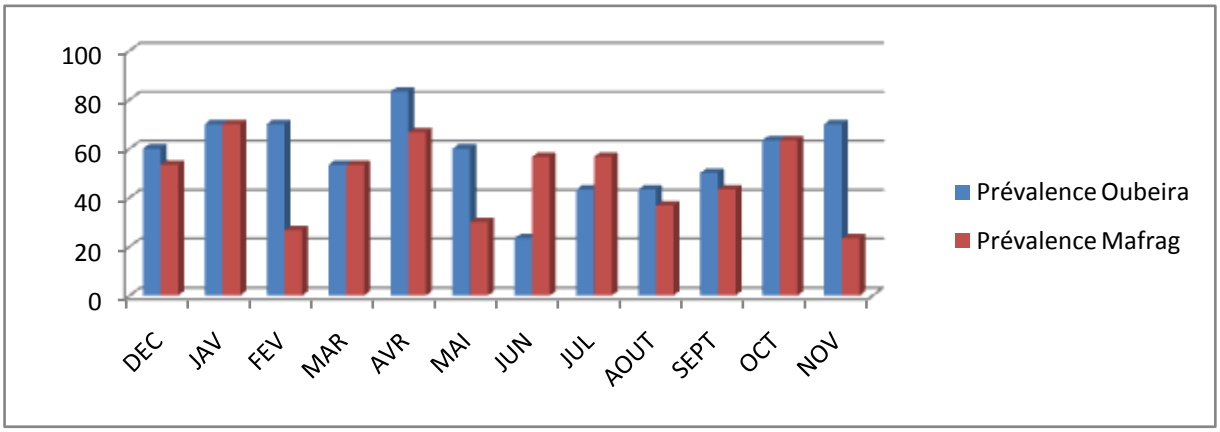


Figure 22 : distribution spatiotemporelle de la prévalence *d'Anguillilicola crassus*

- ***Abondance***

Les valeurs de l'abondance *d'A. crassus* dans l'Oubeira suivent la même évolution que celles de l'intensité ; nous notons, en effet, que les valeurs les plus basses (A=1,1) sont obtenues en été et les plus élevées (A>5) sont enregistrées en hiver et au printemps ; en automne les valeurs de l'abondance dépassent 3 vers/anguille examinée (fig23).

Dans le Mafrag, *A. crassus* montre des valeurs mensuelles de l'abondance comprises entre 0,53 (en mai) et 3,93 (en novembre). L'évolution saisonnière de l'abondance est similaire à celle de l'intensité ; nous relevons la valeur la plus basse (A=1,1) au printemps et la plus élevée (A=2,6) en automne ; en hiver et en été les valeurs respectivement enregistrées sont 1,8 et 1,6 (fig24).

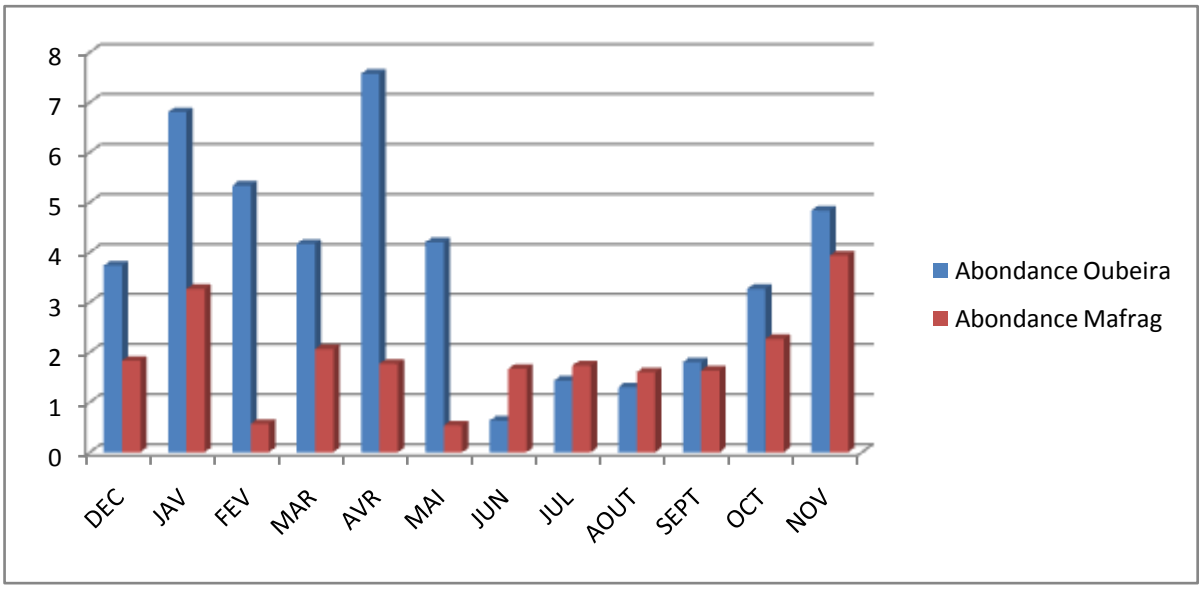


Figure 23: distribution spatiotemporelle de l'abondance *d'Anguillilicola crassus*

- ***Intensité***

Les valeurs de l'intensité d'infestation de l'anguille de l'Oubeira par *A. crassus* varient de 2,7 (en juin) à 9,7 (en janvier). L'anguille de l'Oubeira héberge plus de 7 vers (I=7,9) en hiver et au printemps, plus de 5 vers (5,2) en automne et seulement 3 vers en été (fig24)

Les valeurs mensuelles de l'intensité d'infestation varient de 1,7 (en mai) à 7,37 (en novembre). C'est en période automnale que l'intensité moyenne d'infestation est la plus élevée (I=4,9) et en période printanière qu'elle est la plus basse (I=2,7). Les valeurs de l'intensité relevées en hiver et en été sont de l'ordre de 3,4 et 3,7 respectivement (fig24).

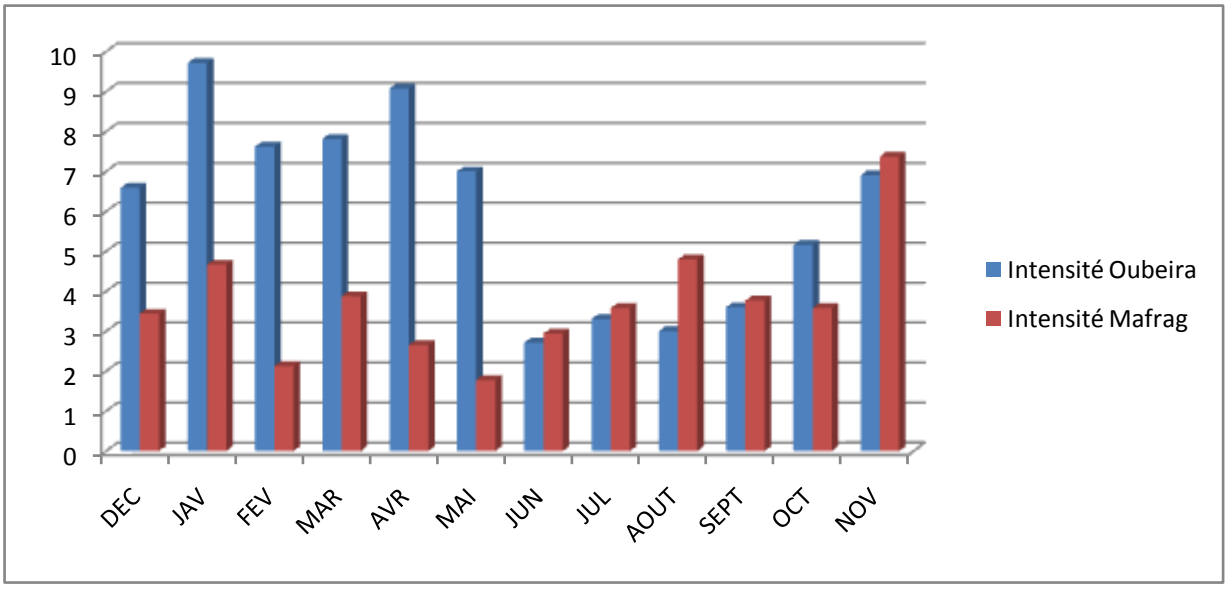


Figure24 : distribution spatiotemporelle de l'intensité *d'Anguillilicola crassus*

❖ ***Bothriocephalus claviceps***

- L'espèce *Bothriocephalus claviceps* est rencontrée chez les anguilles de l'Oubeira et du Mafrag durant toute l'année; les prévalences mensuelles varient de 25%(en mars-mai) à 83% (en septembre) dans l'Oubeira et de 3%(en janvier-mars-octobre) à 45%(en juillet) dans le Mafrag (fig25).En milieu estuarien, les prévalences de *Bothriocephalus claviceps* sont le plus souvent inférieures à 15% sauf en juin-juillet et août ou des valeurs de 20 à 45% sont relevées ; mais en revanche, dans l'Oubeira, des prévalences de plus de 35% sont très fréquentes.

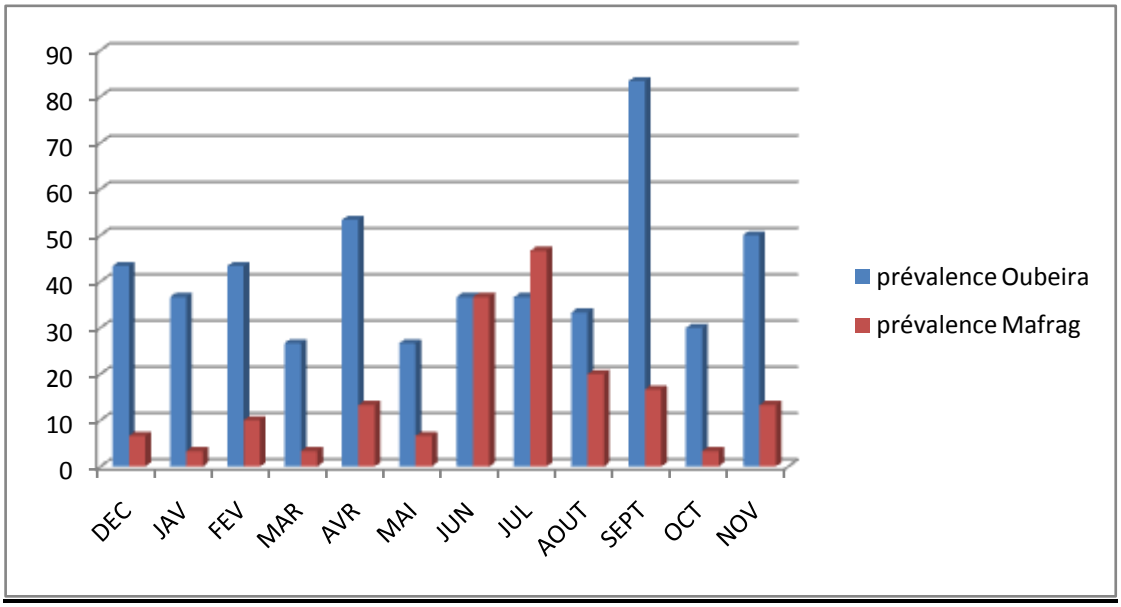


Figure 25 : distribution spatiotemporelle de la prévalence de *Bothriocephalus claviceps*

- L'abondance de *Bothriocephalus claviceps* est faible dans le Mafrag ; les valeurs relevées sont faibles (0,02 de decembre à mai), atteignent des pics de plus de 0,7 (en avril) et plus de 0,8 en juin et juillet pour ensuite se situer entre 0,2 et 0,4 de septembre à novembre. Dans l'Oubeira, les valeurs de l'abondance dépassent 0,4; elles se situent assez souvent à plus de 0,6 et atteignent même un pic de 1,4 en septembre (fig26).

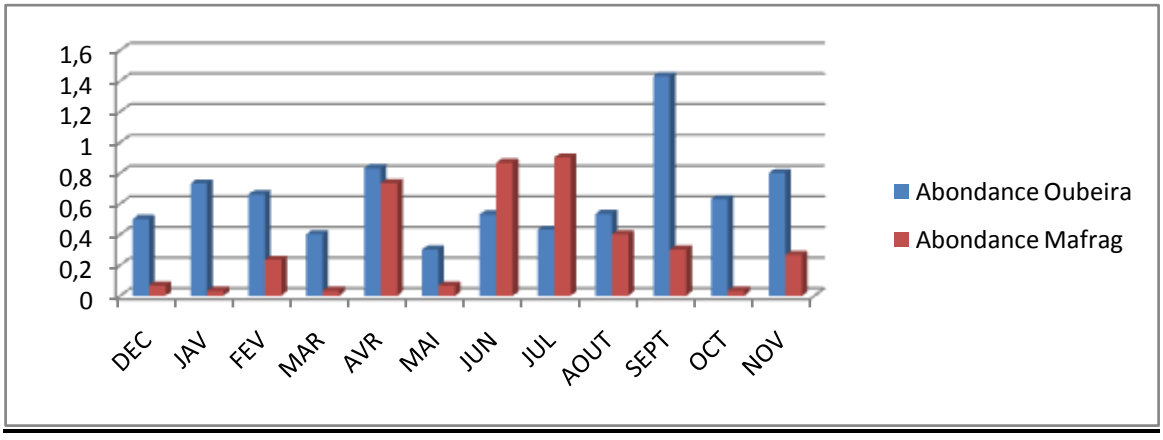


Figure 26: distribution spatiotemporelle de l'abondance de *Bothriocephalus claviceps*

- Les valeurs de l'intensité d'infestation restent inférieures à 2 cestodes/anguille infestée dans l'Oubeira, mais en revanche dans le Mafrag cette espèce présente les valeurs les plus élevées ; nous notons,en effet, que les valeurs dépassent le plus souvent 1,5 en été et en automne et montrent des pics en février et en juin (> 2), en avril (>5)(fig27).

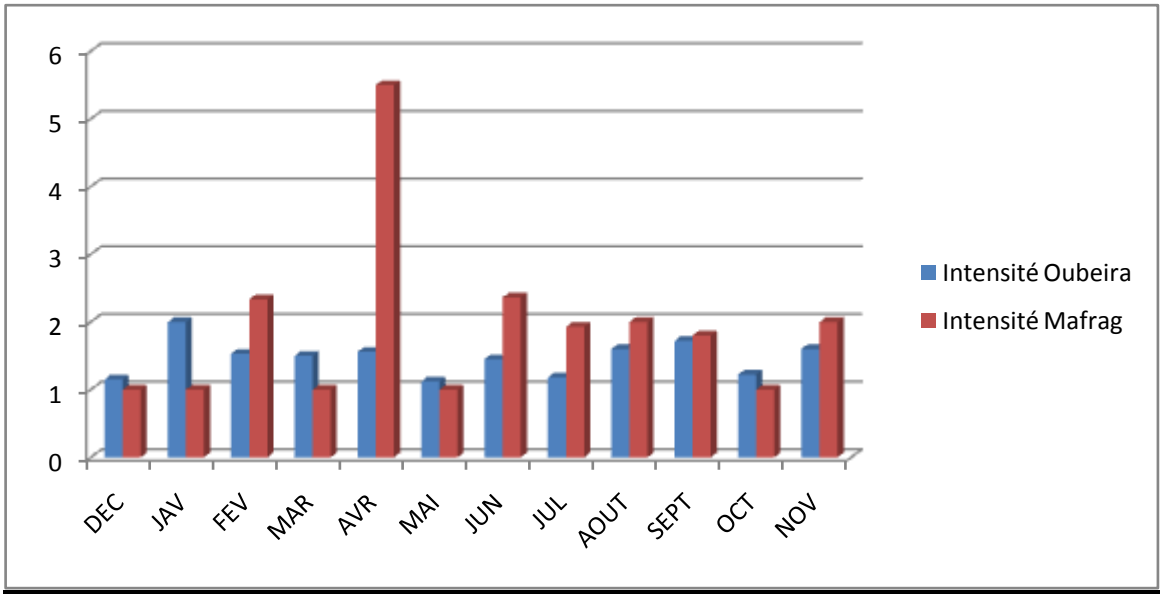


Figure27 : distribution spatiotemporelle de l'intensité de *Bothriocephalus claviceps*

❖ ***Bucephalus anguillae***

- ***Prévalence***

Le digène *Bucephalus anguillae* est rencontré chez les anguilles de l'oubeira durant seulement 7 mois à des prévalences comprises entre 3,33 et 10% sauf en novembre ou plus de 33% des effectifs sont infestés. Nous notons, par ailleurs, que ce digène est surtout présent en période estivale et automnale (fig28).

L'espèce *Bucephalus anguillae* n'est rencontrée, chez les anguilles du Mafrag, qu'en novembre ou elle enregistre une prévalence de 16,66%.

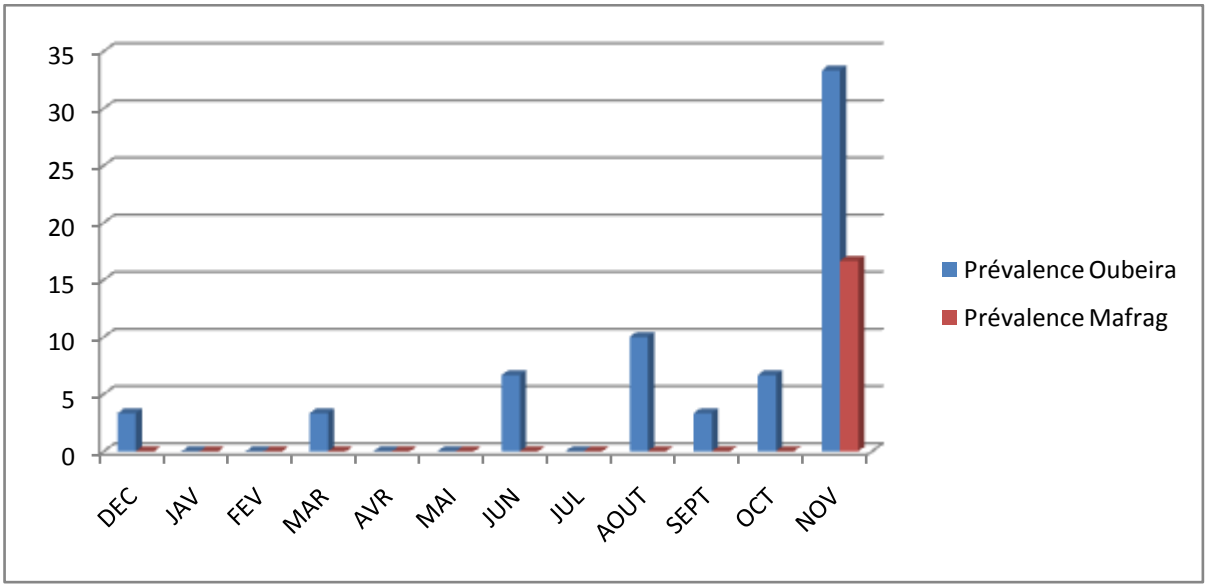


Figure 28: Distribution spatiotemporelle de la prévalence de *Bucephalus anguillae*

- **Abondance**

En ce qui concerne l'abondance, les valeurs relevées ne dépassent pas 0,06 sauf en juin (0,1), en août (0,13) et en novembre (0,4).

L'espèce *Bucephalus anguillae* n'est rencontrée, chez les anguilles du Mafrag, qu'en novembre ou elle enregistre une abondance de 0,2 (fig 29).

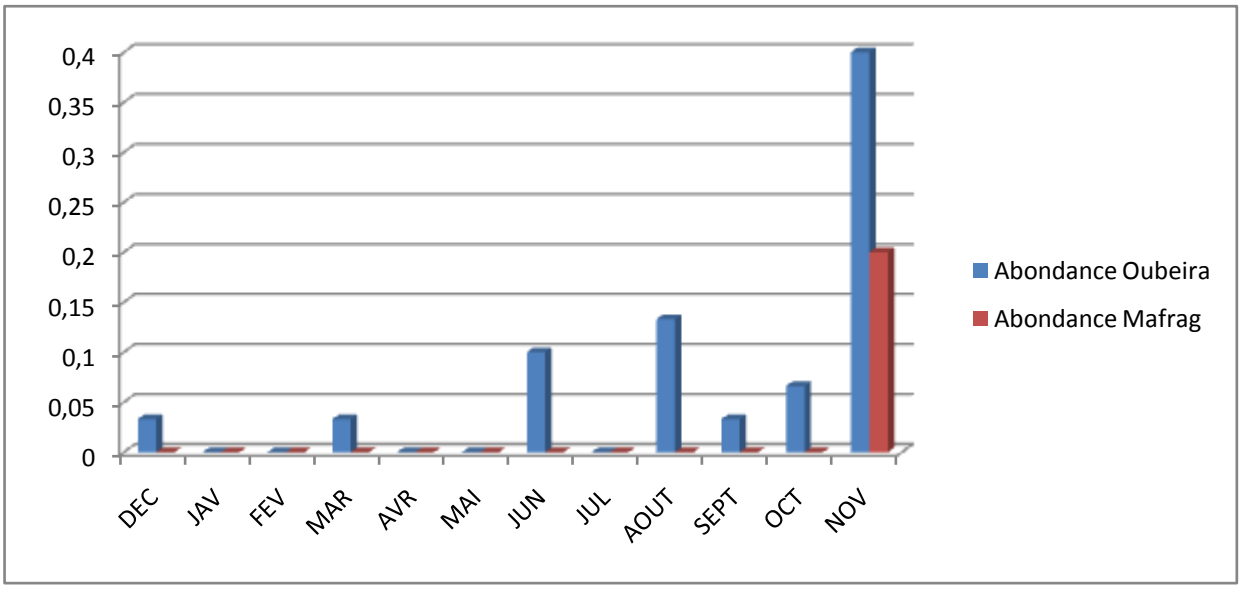


Figure 29 : Distribution spatiotemporelle de l'abondance de *Bucephalus anguillae*

- **Intensité**

Les valeurs de l'intensité d'infestation par *Bucephalus anguillae* varient de 1 à 1,5 ; les valeurs de plus de 1 parasite/poisson infesté sont relevés en juin (1,5), en août (1,3) et en novembre (1,2).

L'espèce *Bucephalus anguillae* n'est rencontrée, chez les anguilles du Mafrag, qu'en novembre où elle enregistre une intensité d'infestation de 1,2.

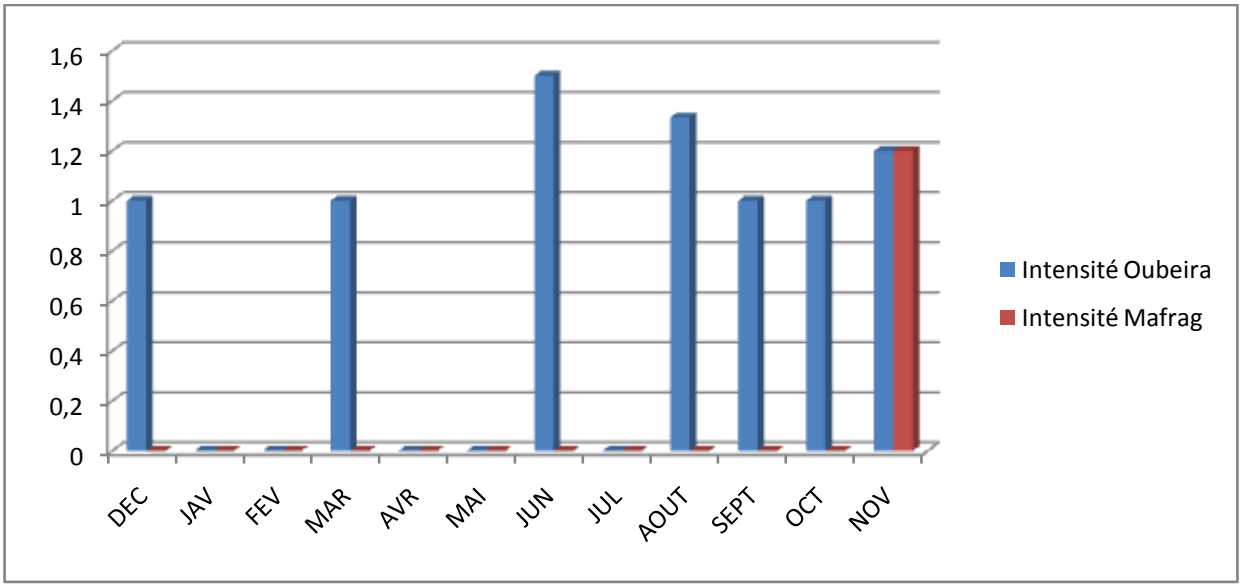


Figure 30: Distribution spatiotemporelle de l'intensité de *Bucephalus anguillae*

❖ ***Camallanus lacustris***

L'espèce *Camallanus lacustris*. est rencontrée chez les anguilles du Mafrag seulement en août et en septembre à des prévalences de 6,66 et 13,33% respectivement. L'intensité d'infestation par ce parasite n'excède pas 1ver/anguille infestée ; en ce qui concerne l'abondance elle ne dépasse pas 0,1 parasite/anguille examinée (fig32).

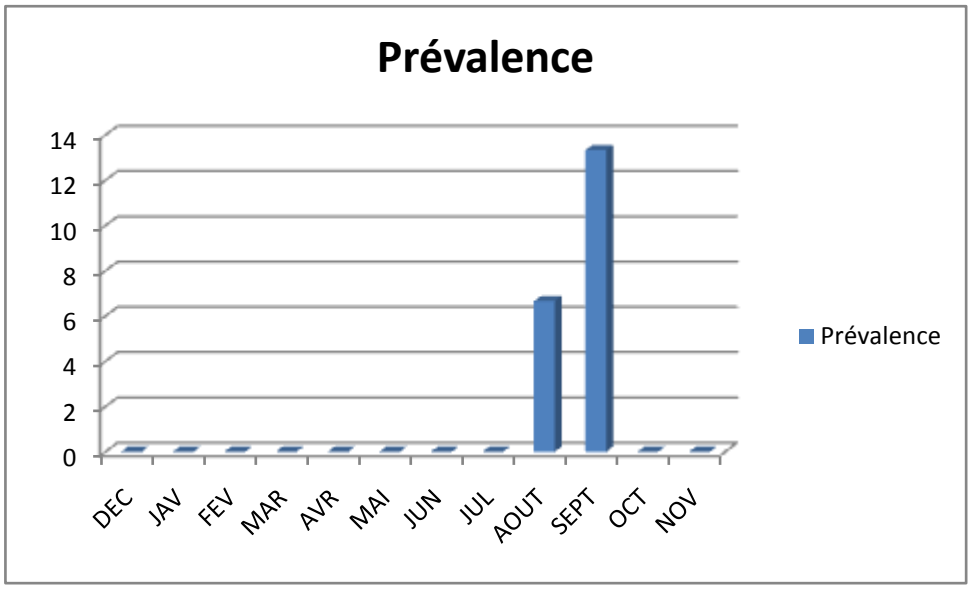


Figure31 : Distribution spatiotemporelle de la prévalence de *Camallanus lacustris*

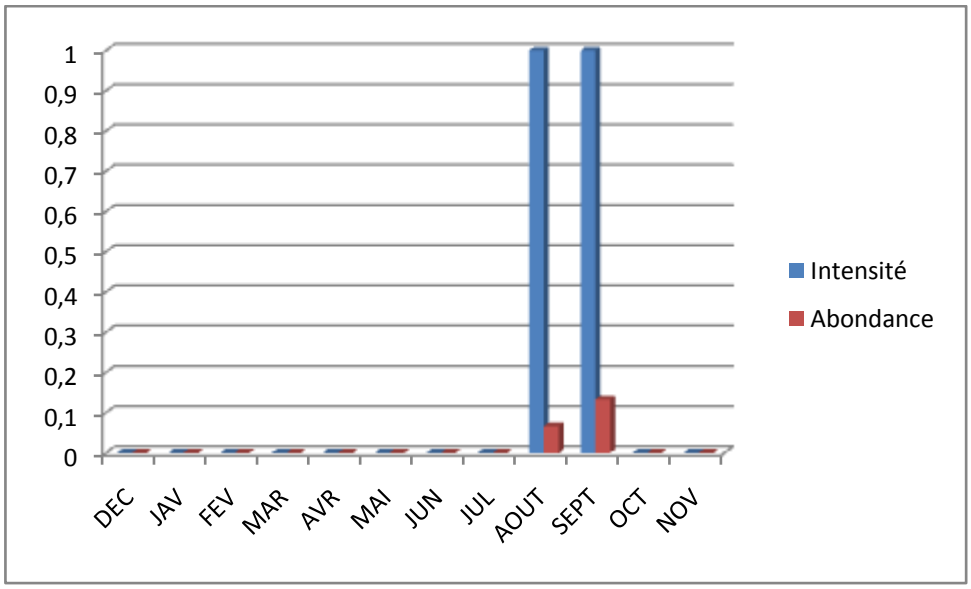


Figure 32 : Distribution spatiotemporelle de l'intensité et l'abondance de *Camallanus lacustris*

❖ ***Cucullanus sp***

- *Prévalence*

Chez les anguilles de l'Oubeira, l'espèce *Cucullanus sp*. est rencontrée 8 mois sur douze à des prévalences variant entre 3,33 et 6,66% ; les prévalences saisonnières ne dépassent pas 3,5% sauf en période estivale ou plus de 4% des effectifs sont infestés (fig33).

L'espèce *Cucullanus sp*. est rencontrée chez les anguilles du Mafrag pendant seulement 8 mois de l'année ; ce nématode est absent de juillet à septembre et en janvier; les taux d'infestations enregistrés ne dépassent pas 6,66 sauf en février et mars ou respectivement 20% et 23,33% des effectifs sont infestés par ce parasite.

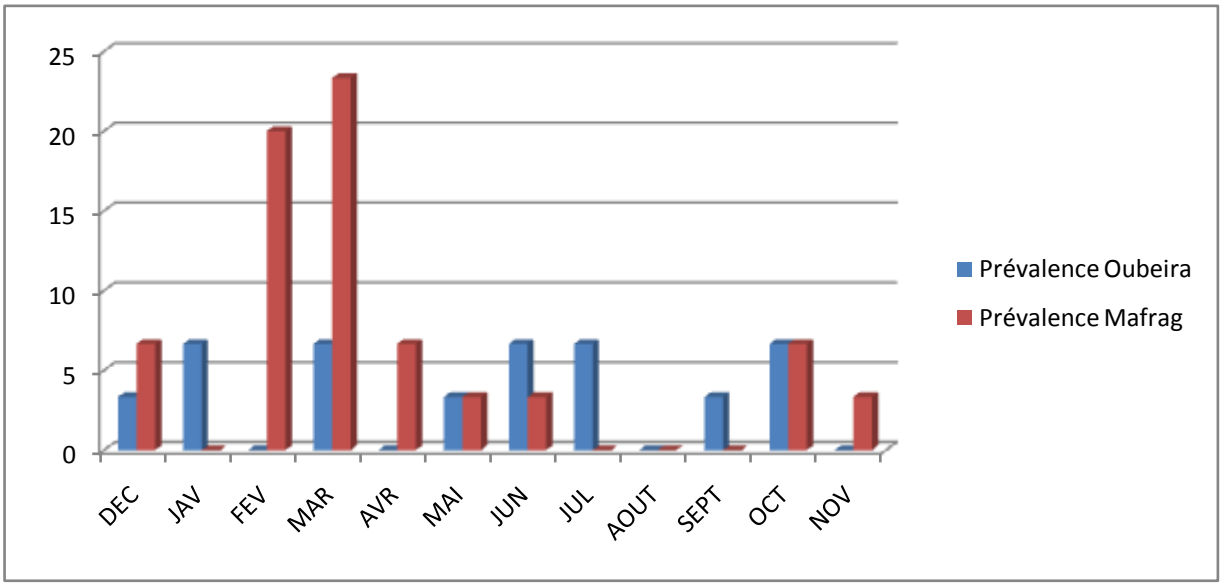


Figure 33 : Distribution spatiotemporelle de la prévalence de *Cucullanus sp*.

- ***Abondance***

L'abondance de ce parasite dans l'Oubeira, varie de 0,3 à 0,6 ver/poisson examiné (fig34).

Dans le Mafrag ce parasite est très peu abondant ; les valeurs de l'abondance sont comprises entre 0,03 et 1,2 ; la valeur maximale étant relevée, comme pour l'intensité, en mars (fig34).

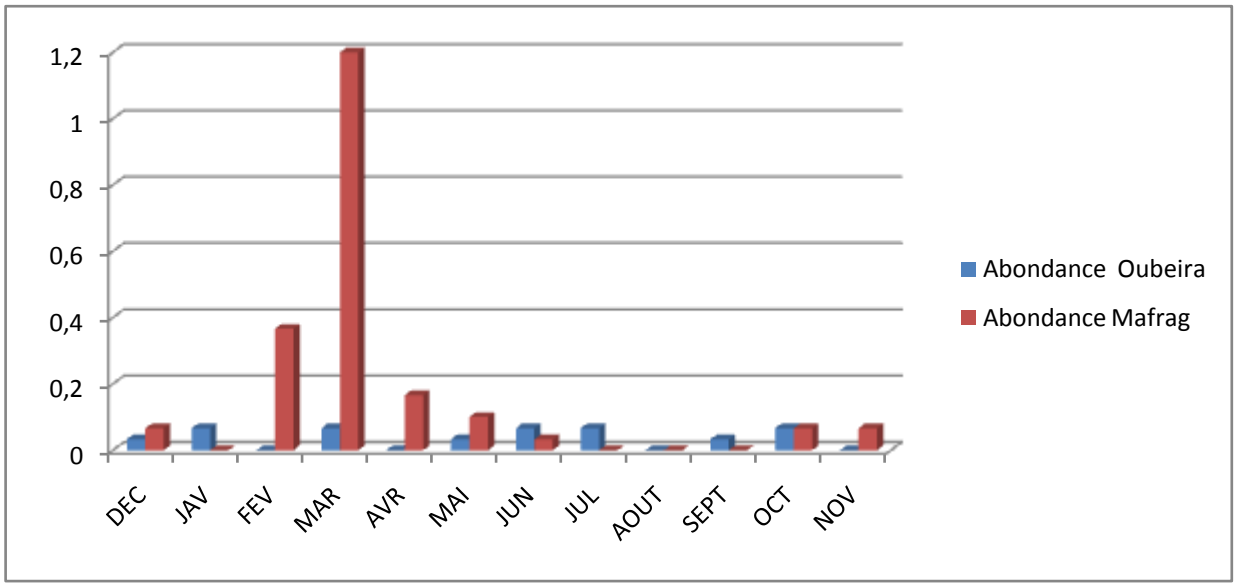


Figure 34 : Distribution spatiotemporelle de l'abondance de *Cucullanus sp*.

- ***Intensité***

Les anguilles infestées de l'Oubeira n'hébergent pas plus d'un ver ;mais en revanche, dans le Mafrag les valeurs de l'intensité d'infestation varient de 1 à 5,1 ; c'est toujours en mars que la valeur maximale est atteinte (fig35).

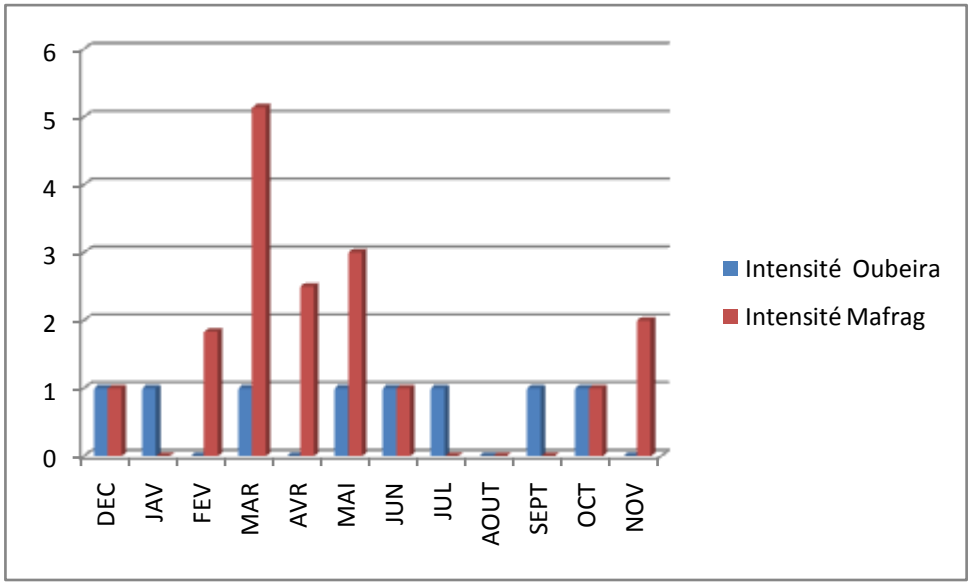


Figure 35 : Distribution spatiotemporelle de l'intensité de *Cucullanus sp*.

❖ ***Echinorhynchus sp***

- ***Prévalence***

Dans l'Oubeira, un seul spécimen de l'espèce *Echinorhynchus sp.* est rencontré en novembre (fig36); La présence de cet acanthocéphale est illustrée par des indices très faibles (P=3,33%)

Chez les anguilles du Mafrag, l'espèce *Echinorhynchus sp.* est rencontrée aux mois de novembre et de février à juin ; les prévalences relevées ne dépassent pas 1,2% (fig36).

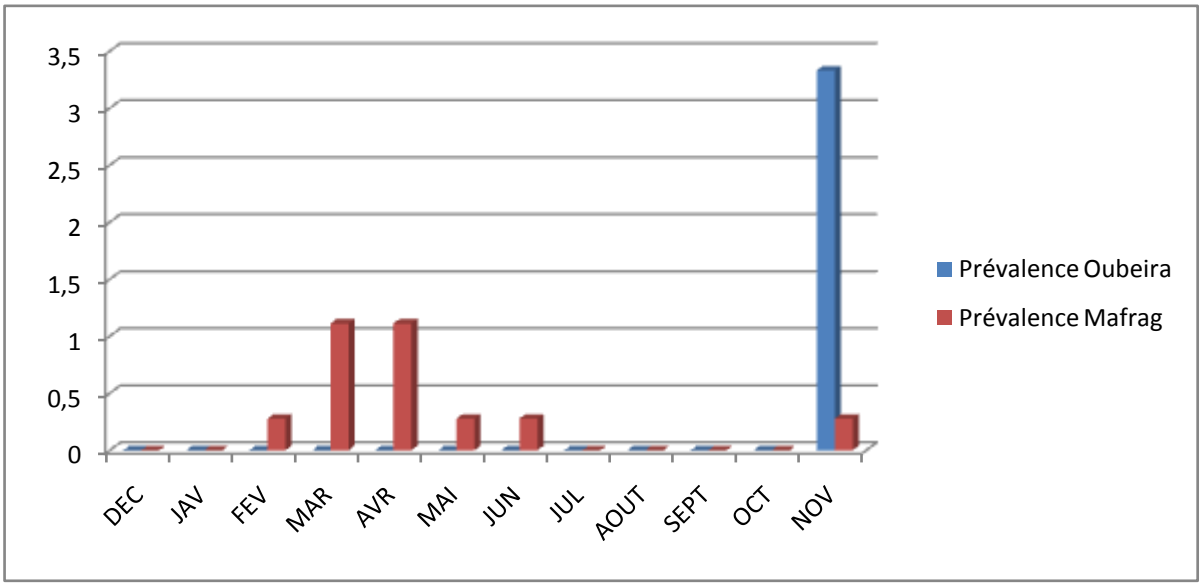


Figure 36: Distribution spatiotemporelle de la prévalence de *Echinorhynchus sp.*

- ***Abondance***

Ligula intestinalis est notée en janvier, février et août ; c'est en janvier que l'abondance montre un pic (A=0,16) ; durant les 2 autres mois l'indice est très faibles (A=0,03)

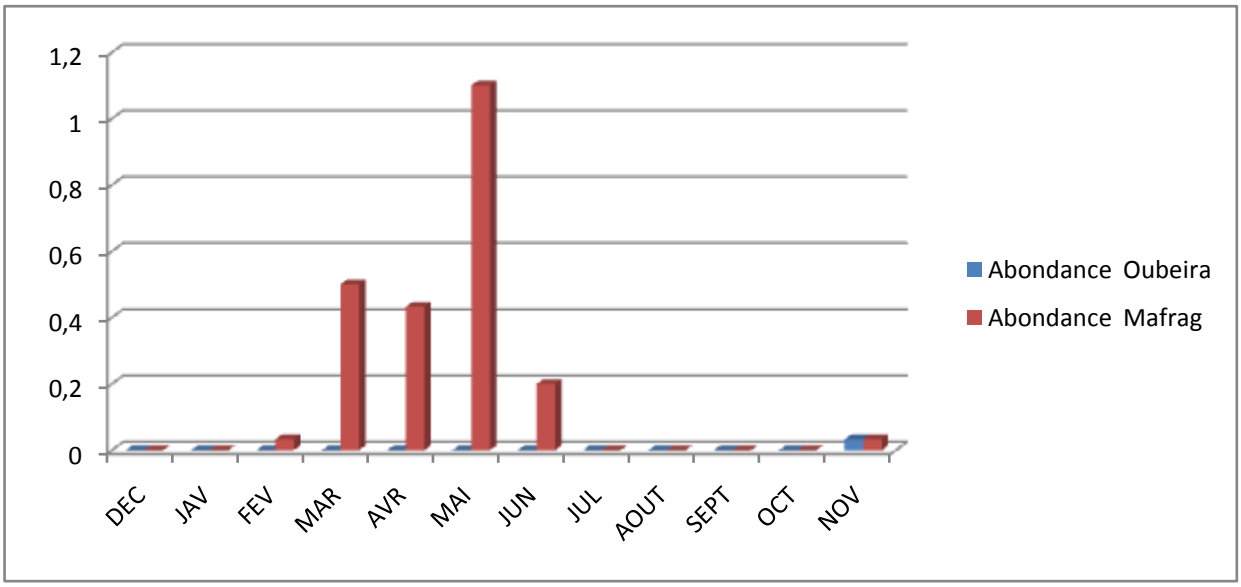


Figure 37: Distribution spatiotemporelle de l'abondance de *Echinorhynchus sp.*

- **Intensité**

Dans l'Oubeira, l'intensité d'infestation d'*Echinorhynchus sp.*est de 1(en novembre), (fig38);

Les valeurs de l'intensité d'infestation des anguilles du Mafrag sont comprises entre 1 et 33 ; c'est en mai que sont récoltés 33 spécimens d'acanthocéphales/anguille infestée (fig.38).

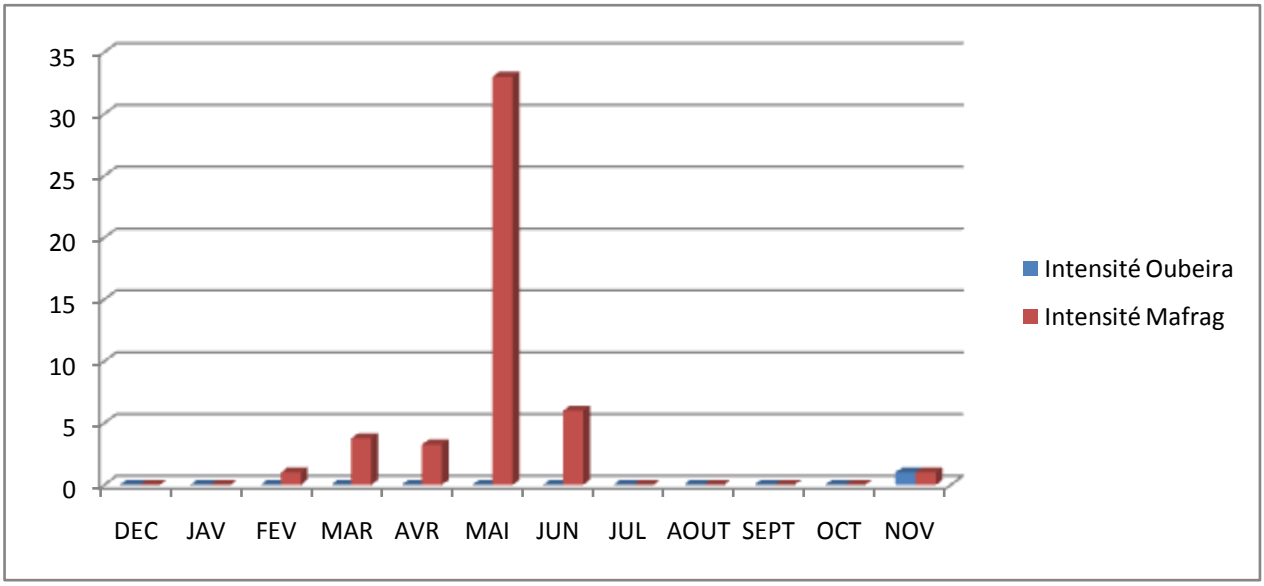


Figure 38: Distribution spatiotemporelle de l'intensité d' *Echinorhynchus sp.*

❖ ***Ligula intestinalis***

- **Prévalence :**

La présence de l'espèce *Ligula intestinalis* chez les anguilles de l'Oubeira est notée en janvier, février et août ; c'est en janvier que l'indice montre un pic (P=10%) ; durant les 2 autres mois l'indice est très faible (P=3,33%)

Chez les anguilles du Mafrag, le parasite *Ligula intestinalis* n'est rencontré que durant les mois de février, avril et novembre à des taux d'infestations très faibles (3,33% en février-avril et 6,66 en novembre).

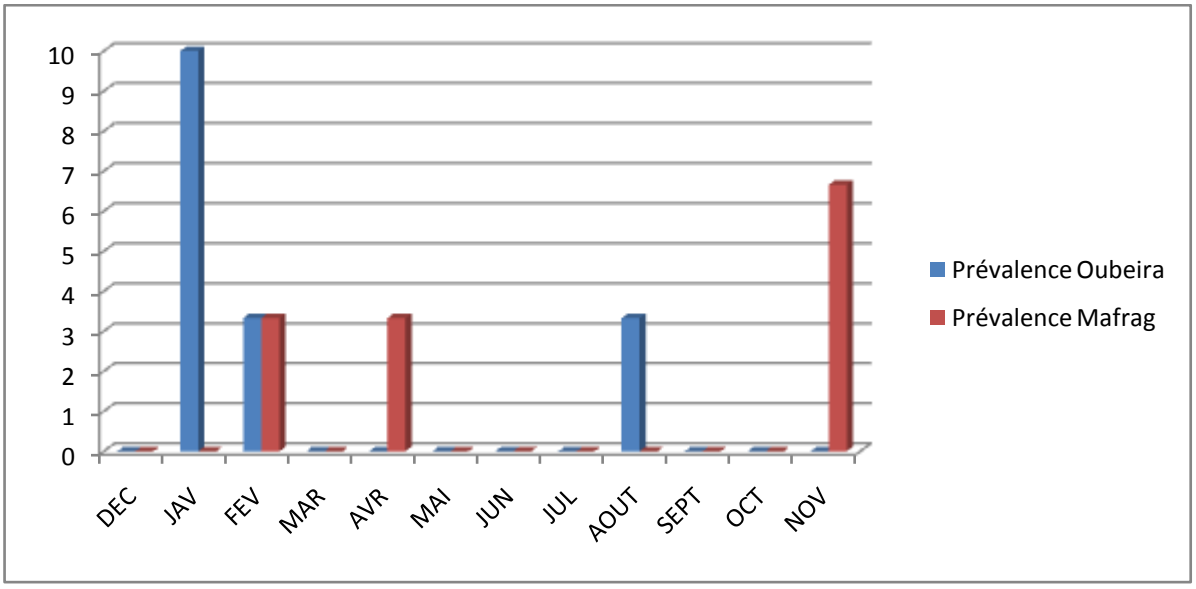


Figure 39: distribution spatiotemporelle de la prévalence de *Ligula intestinalis.*

- **Abondance**

Dans l'Oubeira l'abondance du cestode *Ligula intestinalis* est maximale en janvier (A=0,16) ; durant les 2 autres mois l'indice est très faibles (A=0,03)

Dans le Mafrag les valeurs de l'abondance du *Ligula intestinalis* notées sont de l'ordre de 0,03 (en février et en avril) et 0,06 (en novembre).

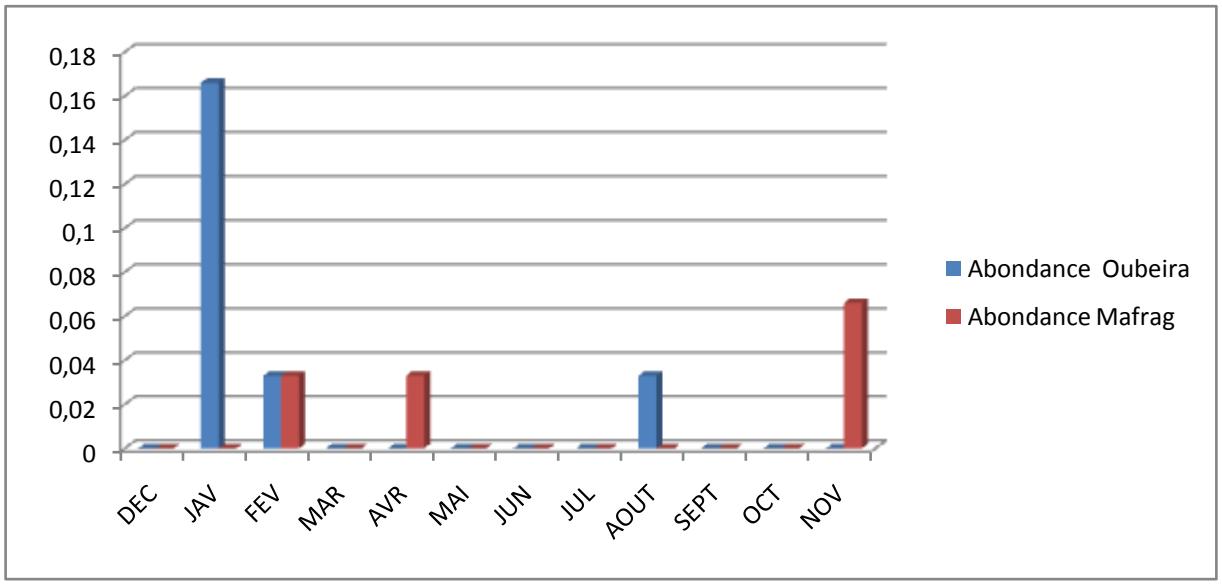


Figure 40 : Distribution spatiotemporelle de l'abondance de *Ligula intestinalis.*

- **Intensité**

L'intensité d'infestation par *Ligula intestinalis* des anguilles du Mafrag est de l'ordre de 1,6 en janvier; durant les 2 autres mois l'indice est très faible (I=1)

L'intensité d'infestation par ce parasite des anguilles du Mafrag est de l'ordre d'un ver/anguille infestée (fig41).

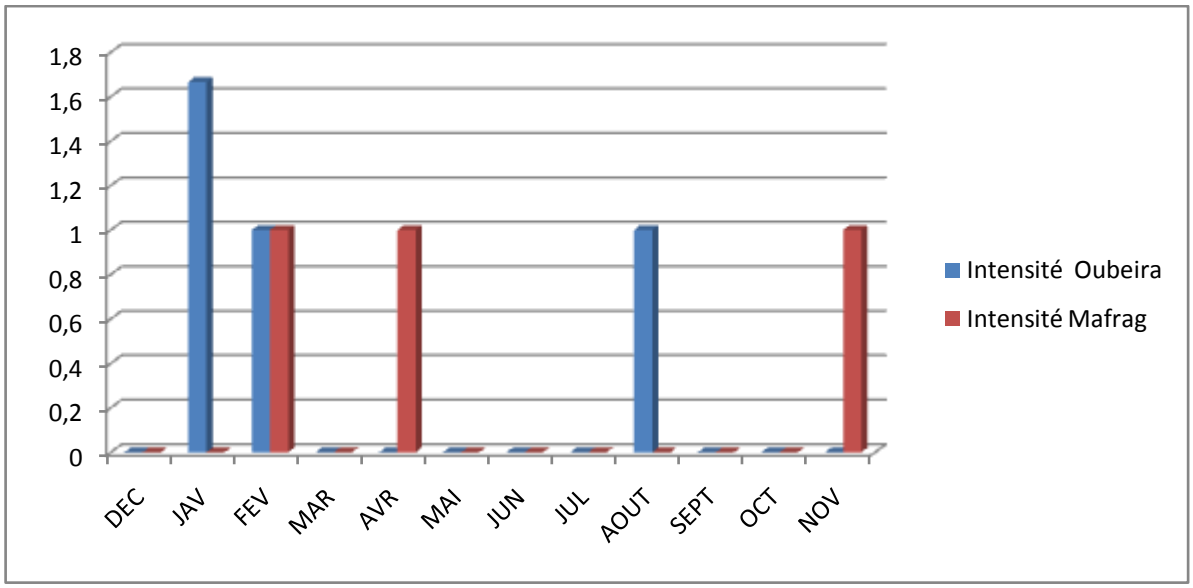


Figure 41: Distribution spatiotemporelle de l'intensité d' *Ligula intestinalis.*

❖ ***Parabothriocephalu psenopsis***

- ***Prévalence***

Dans l'Oubeira les anguilles hébergent l'espèce *Parabothriocephalus psenopsis* pendant 8 mois (fig42). Les taux d'infestation les plus élevés sont relevés en hiver ou plus de 7% des effectifs sont atteints contre seulement 2,2% au printemps et 3,3% en été et en automne.

L'espèce *Parabothriocephalus psenopsis*. est retrouvée chez les anguilles du Mafrag durant 9 mois de l'année ; c'est en juillet, septembre et décembre que ce parasite est absent. Les taux d'infestation relevés de février à mai ne dépassent pas 3,33% ; Les prévalences qu'enregistrent ce parasite sont de l'ordre de 16,66%, 10%, 6,66% et 40% respectivement en juin, août, octobre et novembre (fig42).

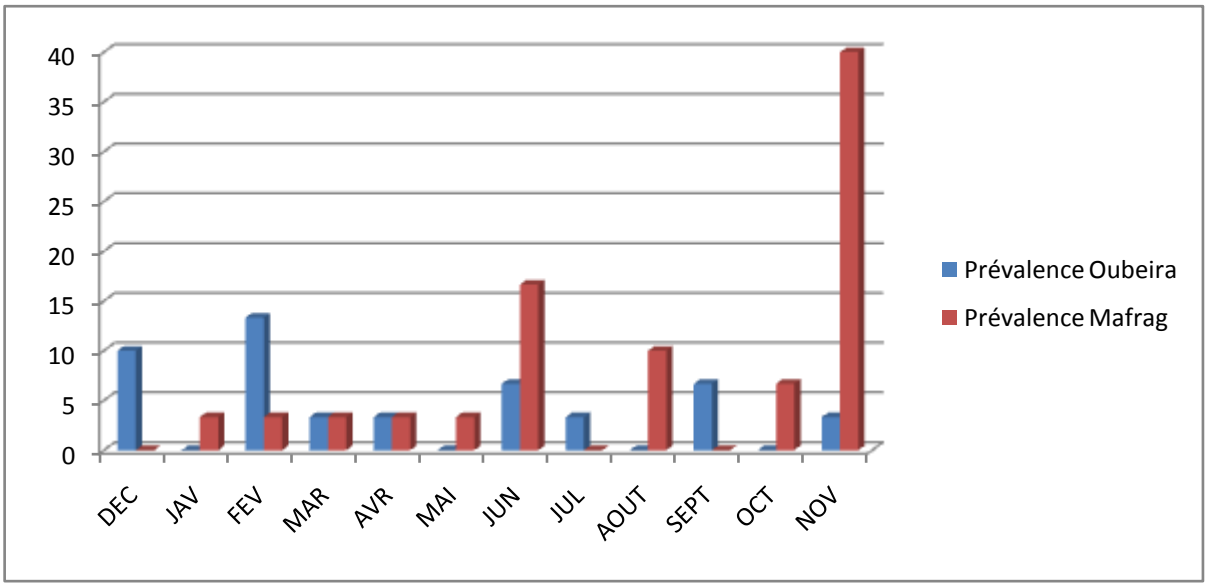


Figure 42: Distribution spatiotemporelle de la prévalence de *Parabothriocephalus psenopsis*

- ***Abondance***

Chez les anguilles de l'Oubeira les valeurs de l'abondance *Parabothriocephalus psenopsis* les plus élevées sont notées en période hivernale (A=0,16)

Les valeurs de l'abondance enregistrées par *Parabothriocephalus psenopsis* dans le Mafrag varient de 0,03 à 0,6 parasites/poisson examiné ; la valeur maximale (0,6) étant notée en novembre (fig43).

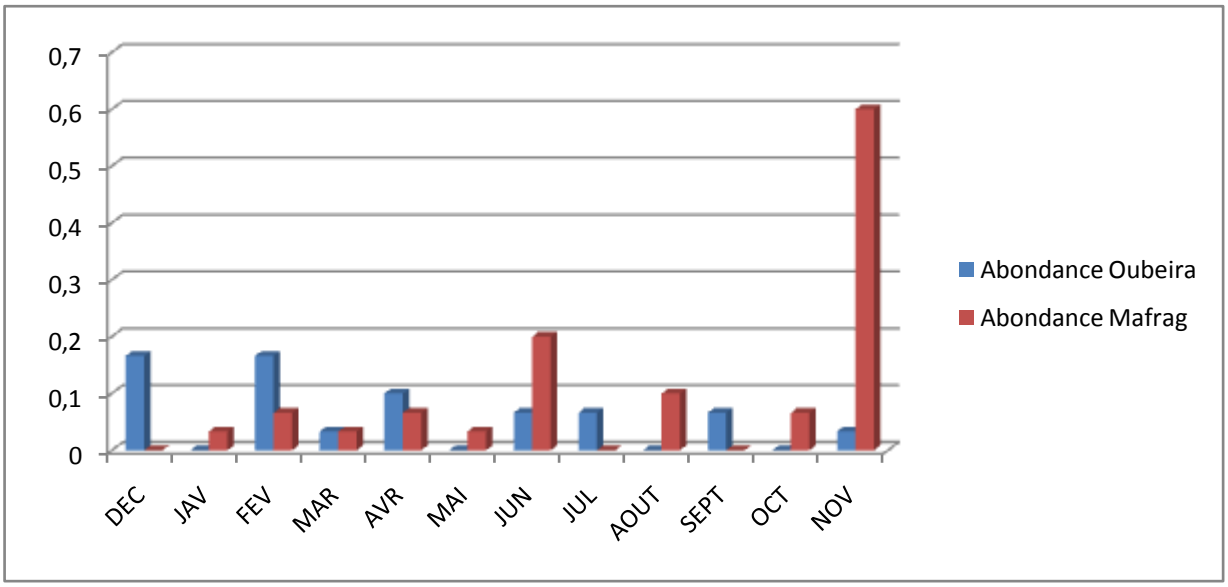


Figure 43: Distribution spatiotemporelle de l'abondance de *Parabothriocephalus psenopsis.*

- ***Intensité***

Les valeurs de l'intensité d'infestation des anguilles de l'Oubeira par *Parabothriocephalus psenopsis.* varient de 1 à 3 vers/poisson infesté ; c'est en avril et en juillet que sont enregistrés des pics respectifs de 3 et 2 vers/poisson infesté (fig44).

Dans l'estuaire les valeurs de l'intensité d'infestation par *Parabothriocephalus psenopsis* varient de 1 à 2 parasites/poisson infesté.

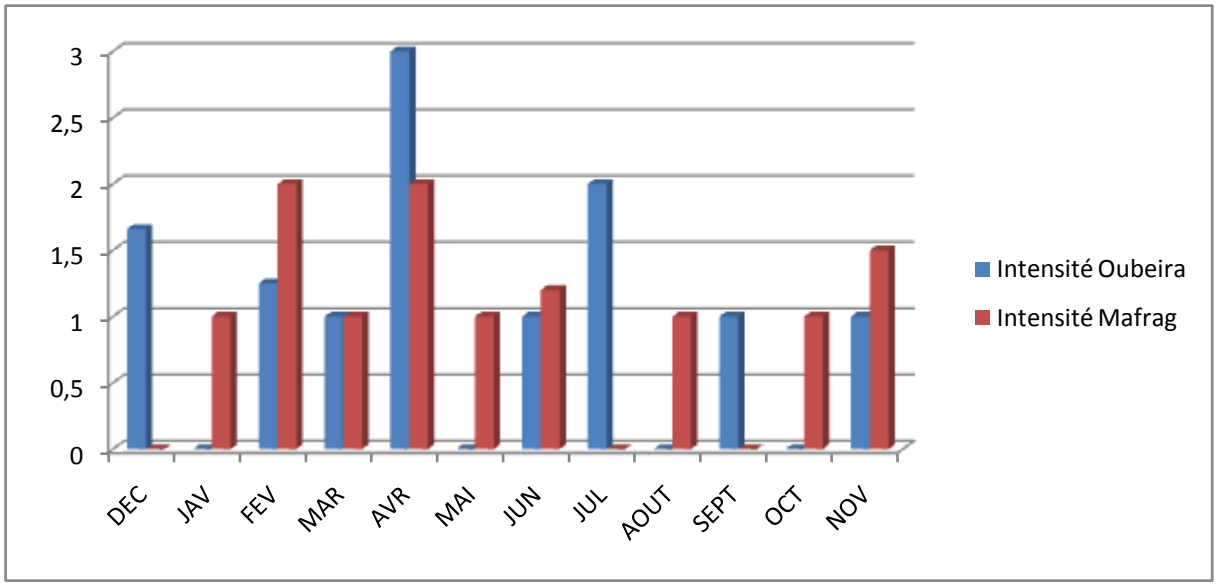


Figure 44: Distribution spatiotemporelle de l'intensité de *Parabothriocephalus psenopsis.*

❖ ***Parabothriocephalus gracilis***

La présence de ce cestode est notée seulement dans l'Oubeîra et durant seulement deux mois (septembre, octobre) à de très faibles prévalences (P < 3,33%) ; l'intensité d'infestation est de l'ordre de 2 et 1parasite/poisson infesté respectivement en septembre et octobre ;

En ce qui concerne l'abondance de *Parabothriocephalus gracilis* nous enregistrons 0,06 et 0,03 parasite/poisson examiné en septembre et en octobre respectivement (fig46).

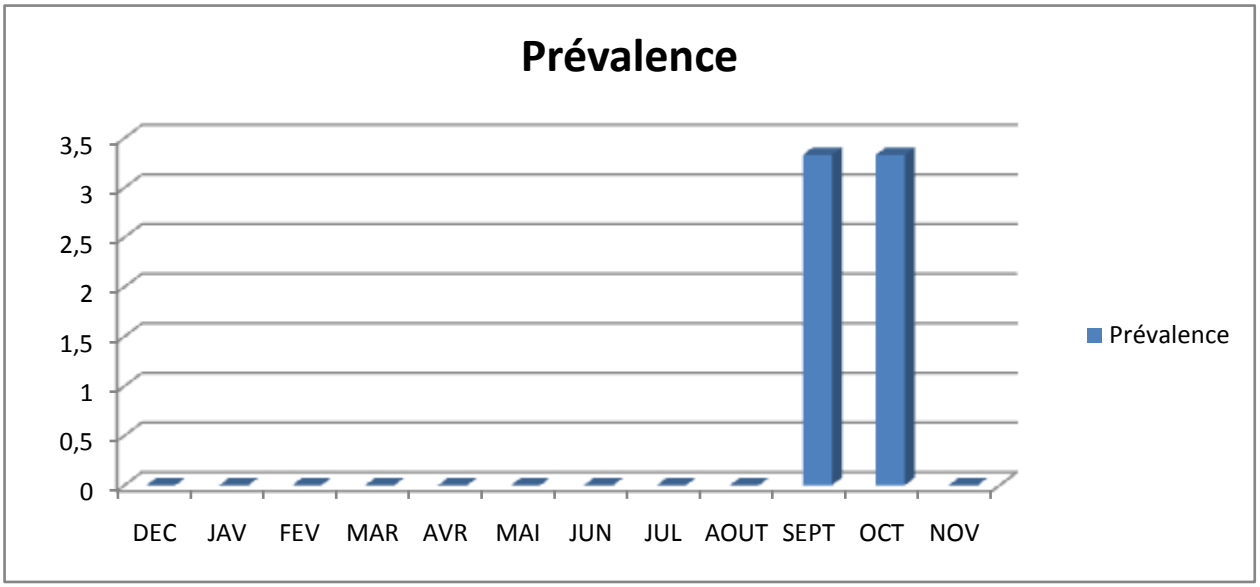


Figure 45 : Distribution spatiotemporelle des prévalences de *Parabothriocephalus gracilis*

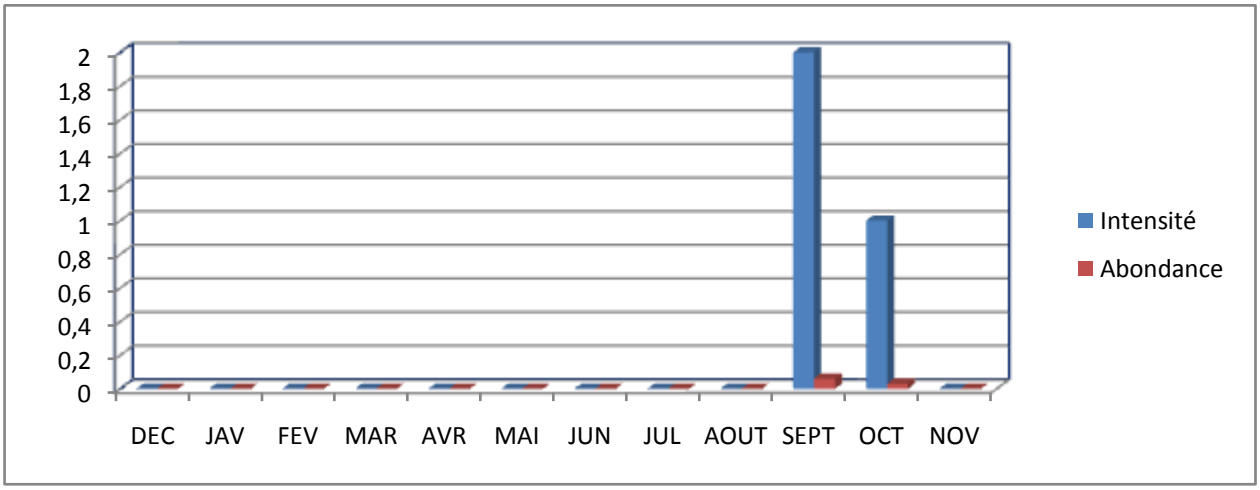


Figure 46 : Distribution spatiotemporelle de l'intensité et l'abondance de *Parabothriocephalus gracilis*

❖ ***Paraquimperia tenerrima***

- ***Prévalence***

L'espèce *Paraquimperia tenerrima* est hébergée par les anguilles de l'Oubeira pendant six mois de l'année. Cette espèce n'infeste pas plus de 3,33% des effectifs examinés.

Chez les anguilles du Mafrag, l'espèce *Paraquimperia tenerrima* n'est présente que durant six mois de l'année ; les prévalences enregistrés ne dépassent pas les 7% et atteignent 30% en novembre (fig47).

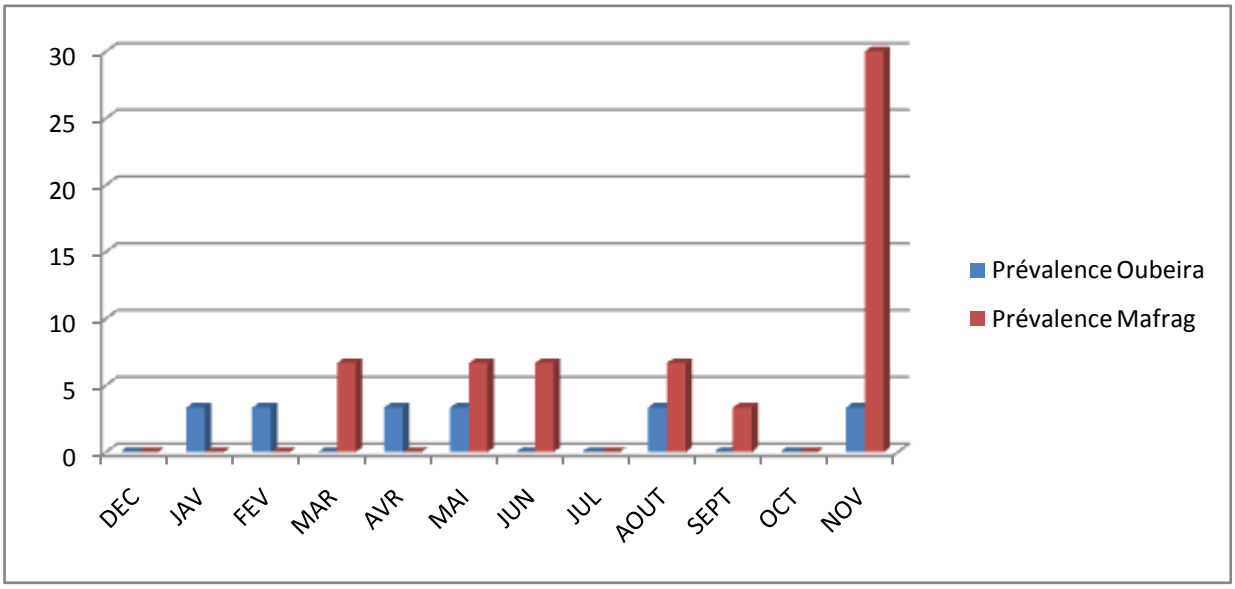


Figure 47: Distribution spatiotemporelle de la prévalence de *Paraquimperia tenerrima*

- **Abondance :**

L'abondance de *Paraquimperia tenerrima*, n'excède pas 0,03 parasite/poisson examiné dans l'Oubeira (fig48).

Dans le Mafrag ce parasite est peu abondant, les valeurs varient de 0,03 à 0,1 sauf en novembre ou 0,5 parasites sont rencontrés par anguille examinée (fig48).

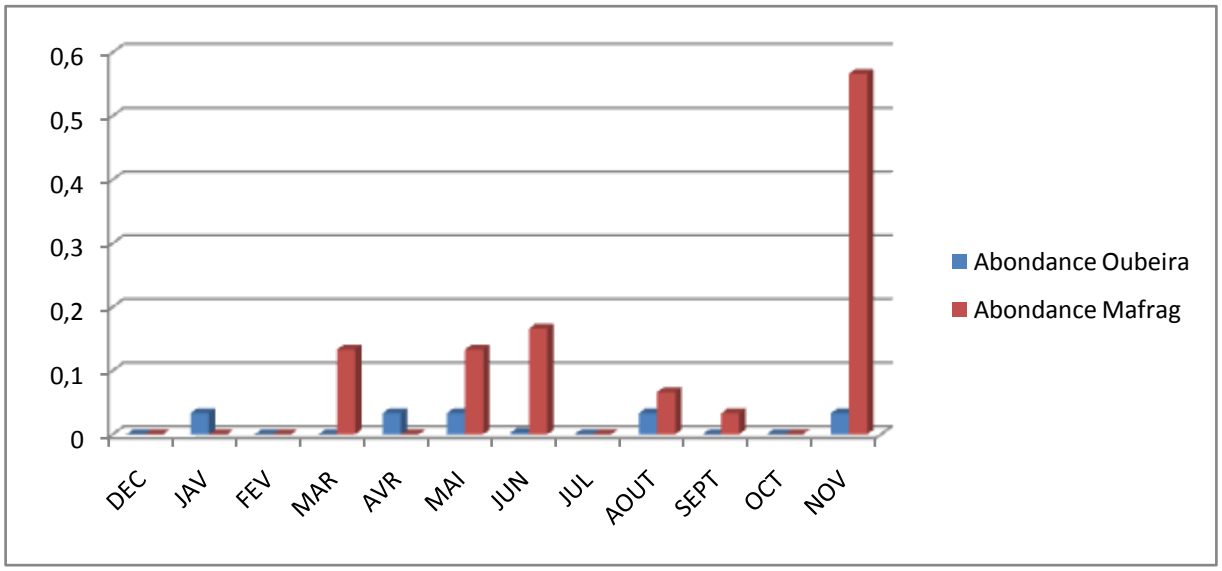


Figure 48 : Distribution spatiotemporelle de l'abondance de *Paraquimperia tenerrima*

- **Intensité**

Dans l'Oubeira ce parasite présente, généralement, une intensité d'infestation de l'ordre de 1ver/poisson infesté sauf en février ou 2 parasites /anguille infestée sont notés.

Dans le Mafrag ce parasite infeste, généralement, moins de 7% des effectifs d'anguilles sauf en novembre ou 30% des anguilles sont atteintes (fig49). Les valeurs de l'intensité varient de 1 à 2,5 parasites/anguille infestée ; la valeur maximale est notée en juin.

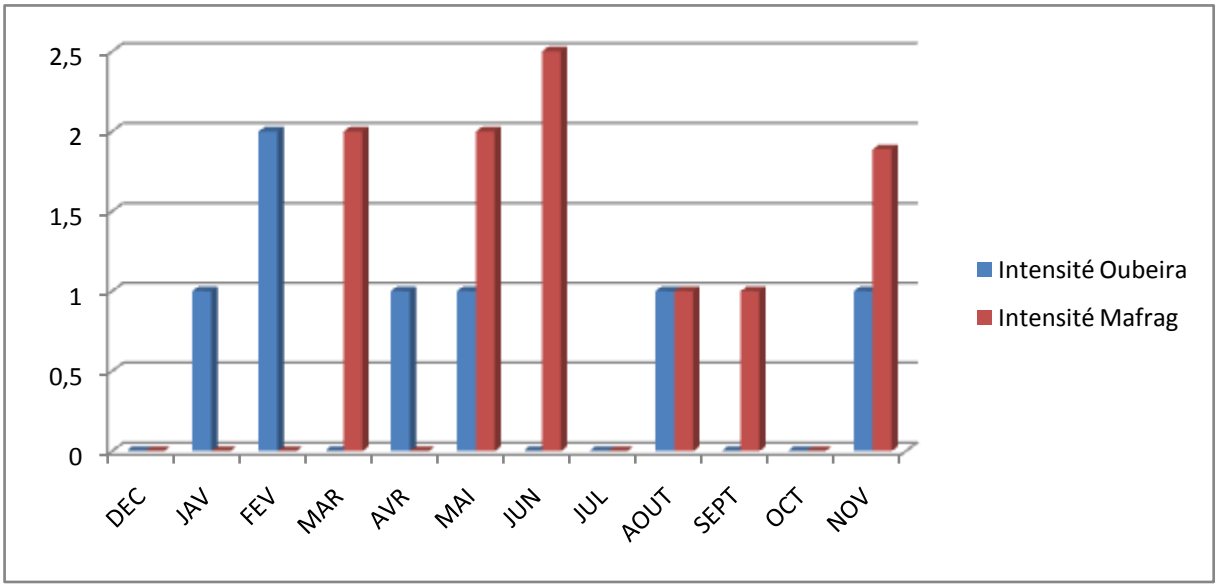


Figure 49: Distribution spatiotemporelle de l'intensité et de *Paraquimperia tenerrima*

❖ ***Pseudoterranova decipiens***

L'espèce *Pseudoterranova decipiens* est rencontrée, durant toute l'année, chez les anguilles de l'Oubeira. Ce parasite infeste de 23 à plus de 76% des effectifs d'anguilles (fig50). C'est en période automnale et printanière que sont relevés les taux d'infestation de plus de 58 et 46% respectivement. Les prévalences enregistrées en hiver et en été ne dépassent pas 32 et 28% respectivement.

Les valeurs de l'intensité d'infestation varient de 1 à 2,25 ; c'est en période estivale que l'intensité enregistre la valeur la plus basse (I=1,1) ; la valeur la plus élevée étant notée en automne (I=1,7) ; durant l'hiver et le printemps les valeurs de l'intensité sont assez proches (respectivement 1,56 et 1,54).

Les valeurs mensuelles de l'abondance sont comprises entre 0,2 (en juin) et 1,2 (en octobre-novembre) ; Les valeurs saisonnières de l'abondance de *Pseudoterranova decipiens* montrent une évolution similaire à celles de l'intensité ; la valeur la plus basse est enregistrée en été (A=0,3) et la plus élevée en automne (A=1,01) ; les valeurs relevées en hiver et au printemps sont de l'ordre de 0,4 et 0,7 parasites/poisson examiné respectivement.

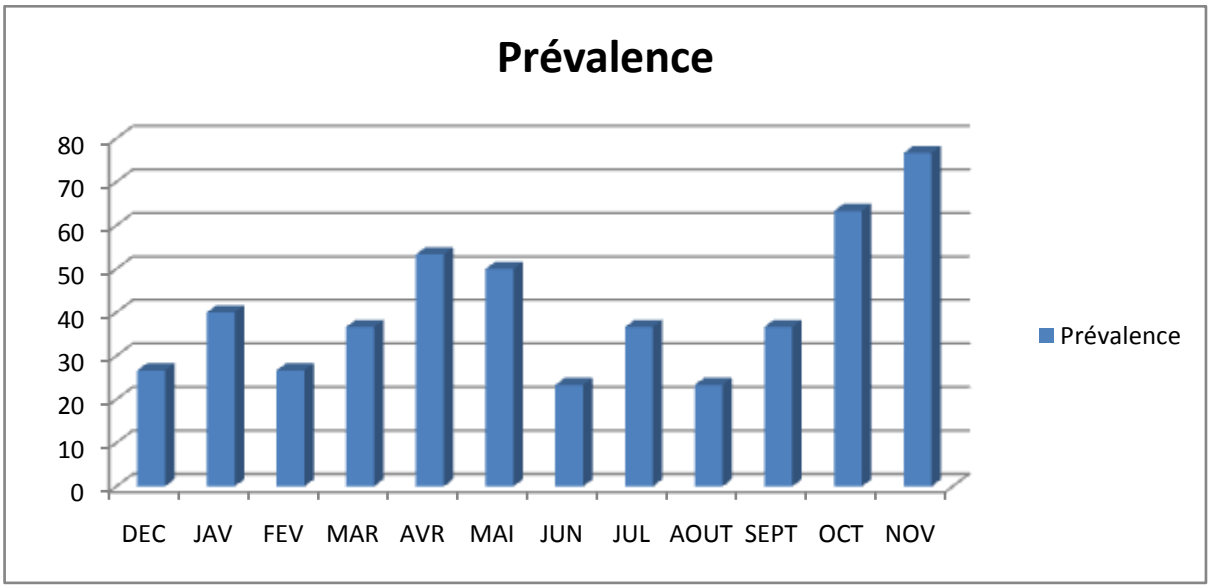


Figure 50: Distribution spatiotemporelle de la prévalence de *Pseudoterranova decipiens*

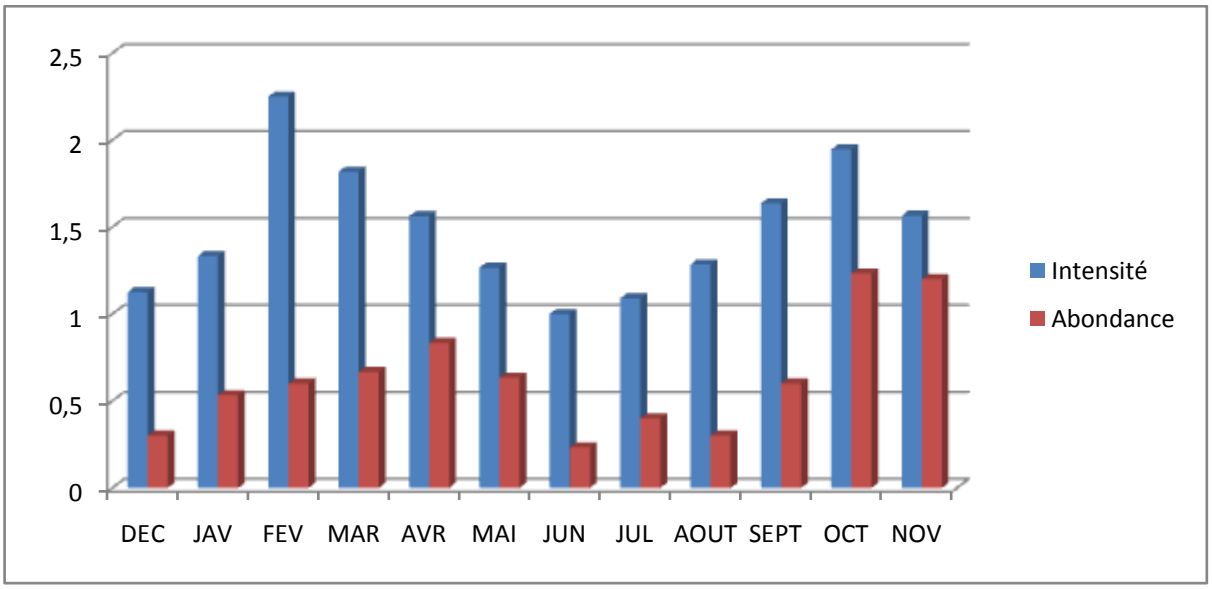


Figure 51: Distribution spatiotemporelle de l'intensité et l'abondance de *Pseudoterranova decipiens*

2. 3. Répartition des indices parasitaires en fonction des classes de taille

❖ ***Anguillicola crassus***

1. Oubeira

Dans l'Oubeira, les taux d'infestation des anguilles par *A. crassus* varient en fonction de la taille de l'hôte ; nous notons, en effet, que les prévalences les plus basses sont enregistrées chez les anguilles de petite taille(P=15% et P=17% dans les classes de taille [310-370[et [370-430[respectivement) et les plus élevées chez les anguilles de grande taille (P>60% dans les classes de taille de plus de 67cm) ; les anguilles de taille moyenne (de la classe de taille [430-490[à [610-670[enregistrent des taux d'infestation compris entre 50 et 60% (fig52).

Les charges parasitaires suivent la même évolution que la prévalence ; les valeurs de l'intensité et d'abondance enregistrées par *A. crassus* augmentent de manière progressive avec l'augmentation de la taille de l'anguille ; nous notons chez les anguilles de petite taille les valeurs les plus faibles (I=1 et A=0,15 dans la classe de taille [310-370[), chez celles de taille moyenne des valeurs intermédiaires (I=6,19 et A+3,5 dans les classes de taille [610-670[) et chez celles de grande taille les valeurs maximales (I=10 et A=6,25 dans les classes de taille [850-894[)

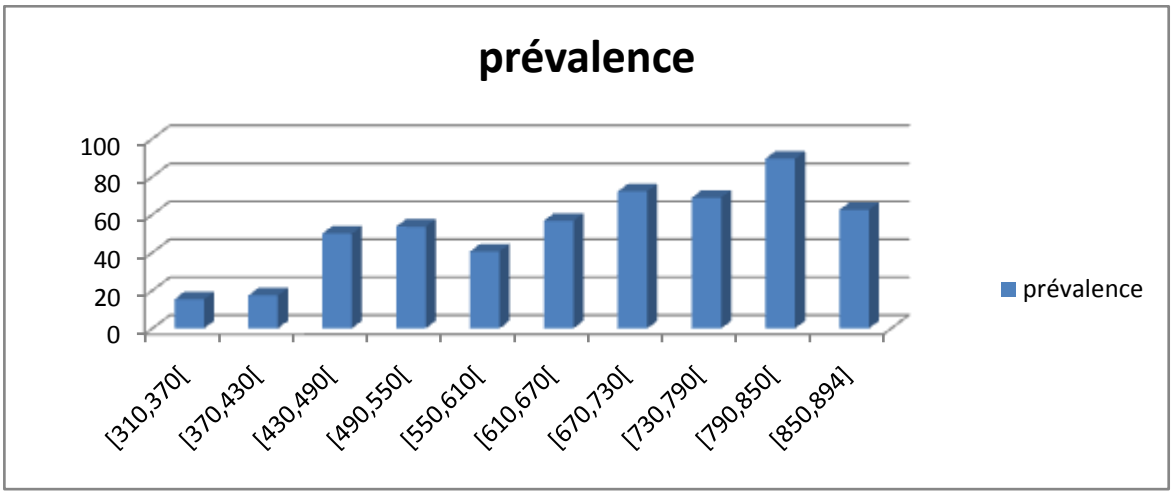


Figure 52 : Répartition du taux d'infestation par *Anguillicola crassus* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

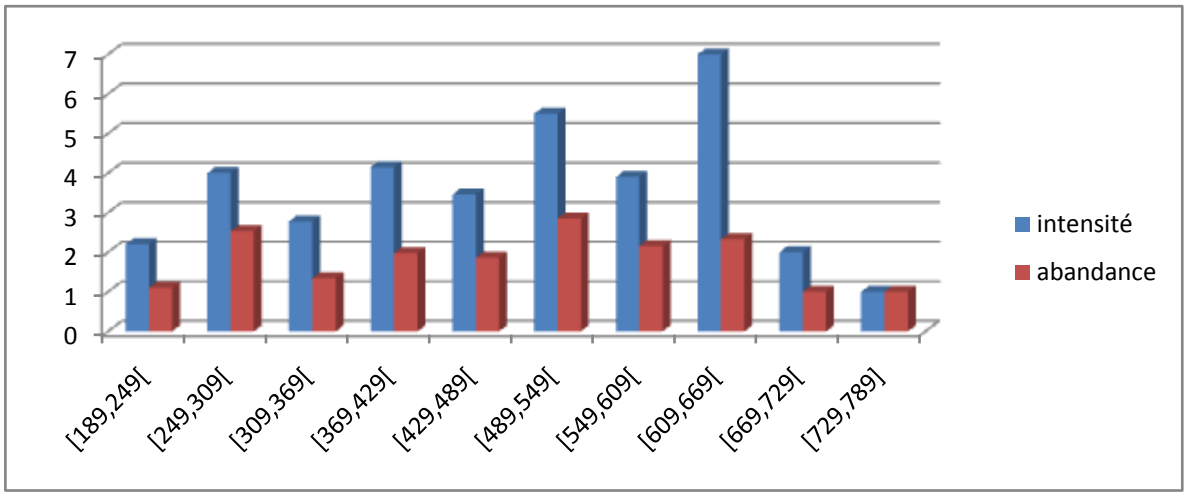


Figure 53: Répartition des charges d'infestation par *Anguillicola crassus* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeîra.

2. Mafrag

Dans le Mafrag, *A. crassus* infeste plus de 33% des effectifs de toutes les classes de tailles ; Les anguilles dont la taille est comprise entre 18 cm et 61 cm enregistrent des taux d'infestation variant de 47 à 63% ; la valeur maximale (P=63,33%) étant notée chez les anguilles de la classe de taille [249-309[.

Les anguilles infestées par *A. crassus* hébergent selon la taille de 1 à 7 vers ; la valeur maximale (I=7) est relevée dans la classe de taille [609-669[; nous notons, par ailleurs, que chez les anguilles de taille comprise entre 36 et 60 cm le nombre de ver/individu infesté est supérieur à 3 (3,46 >I>5,5).

En ce qui concerne l'abondance, des valeurs supérieures à 2 sont enregistrées aussi bien chez les spécimens de petite taille (A=2,53 dans la classe de taille [249-309[) que ceux de grande taille (A=2,85 dans la classe de taille [489-549[)

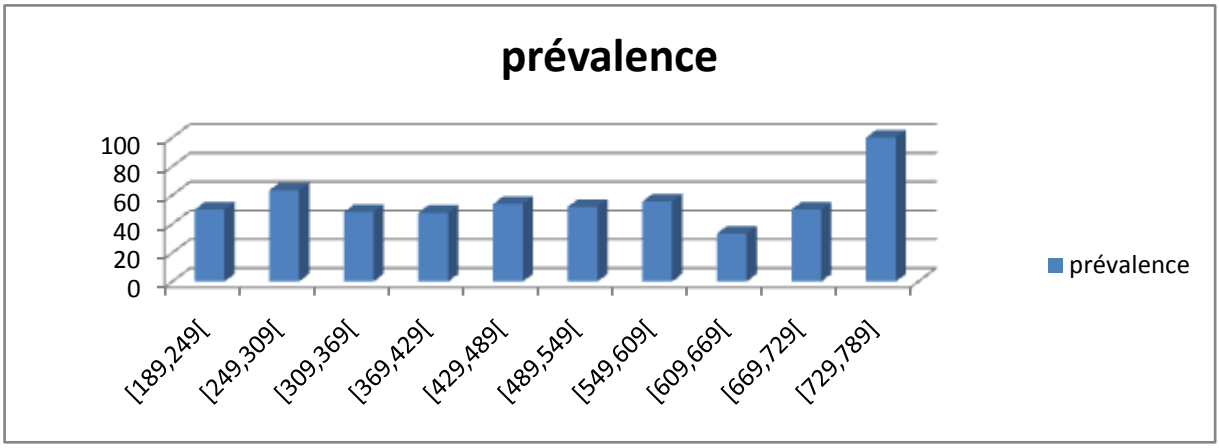


Figure 54 : Répartition du taux d'infestation par *Anguillicola crassus* en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

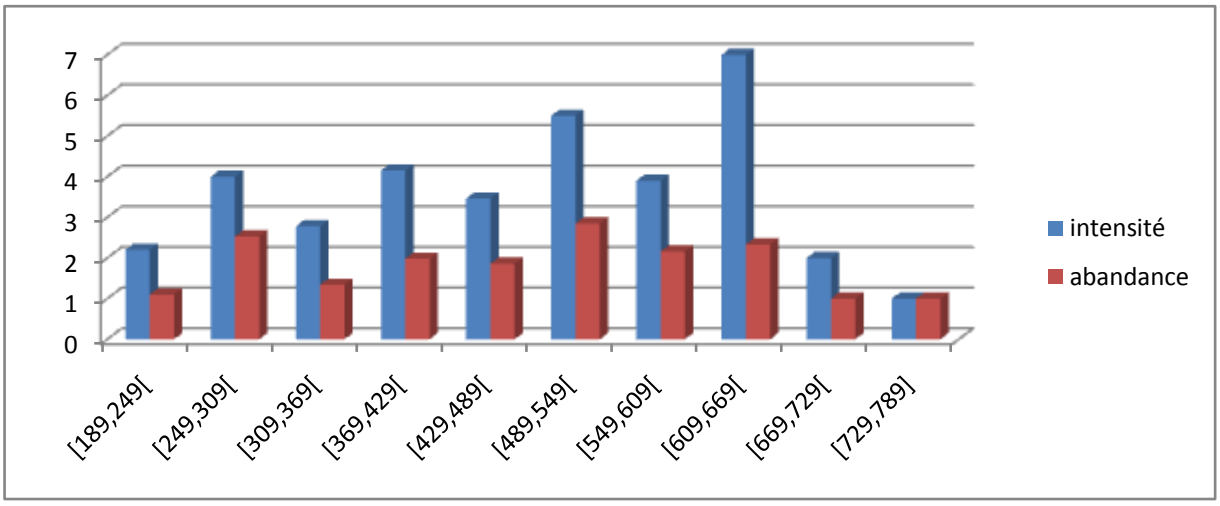


Figure 55: Répartition des charges d'infestation par *Anguillicola crassus* en fonction de la taille des anguilles de la Mafrag.

❖ ***Bothriocephalus claviceps***

1. Oubeira

Chez les anguilles de l'Oubeira, l'espèce *Bothriocephalus claviceps* enregistre, chez l'ensemble des classes de taille, des prévalences variant de 30 à 45% sauf dans les classes de taille [790-850[et [850-894[ou moins de 25% des effectifs sont infestés par ce parasite (fig56). Les valeurs de l'intensité d'infestation et de l'abondance ne montrent pas de grosses variations d'une classe de taille à l'autre ; les valeurs de l'intensité varient de 1,3 à 1,7 sauf chez les anguilles de grande taille ou il est noté la présence de 2,5 cestodes/poisson infesté; En ce qui concerne l'abondance, les valeurs relevées fluctuent de 0,4 à 0,7 à l'exception de la classe de taille [790-850[qui enregistre la valeur la plus basse (A=0,3) (fig57).

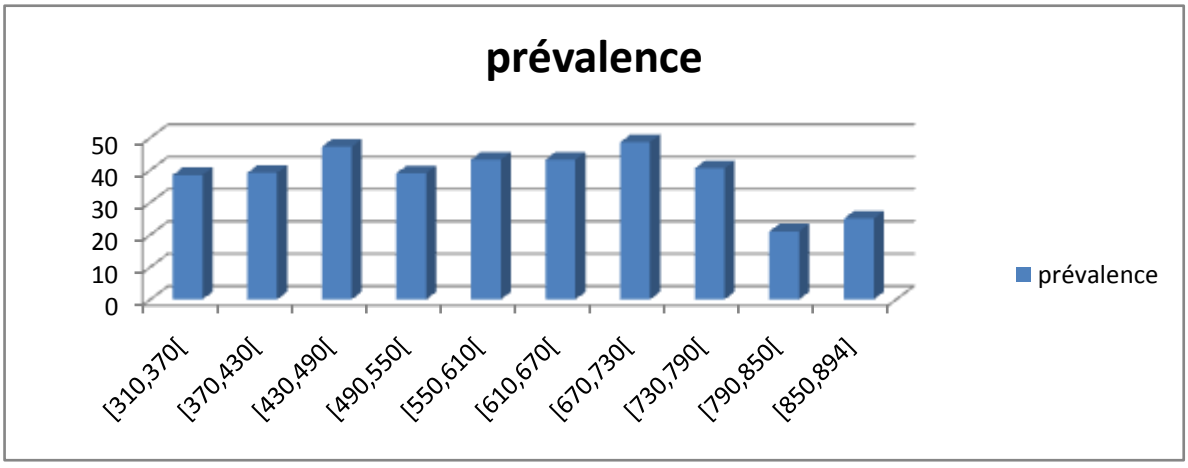


Figure 56 : Répartition du taux d'infestation par *Bothriocephalus claviceps* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

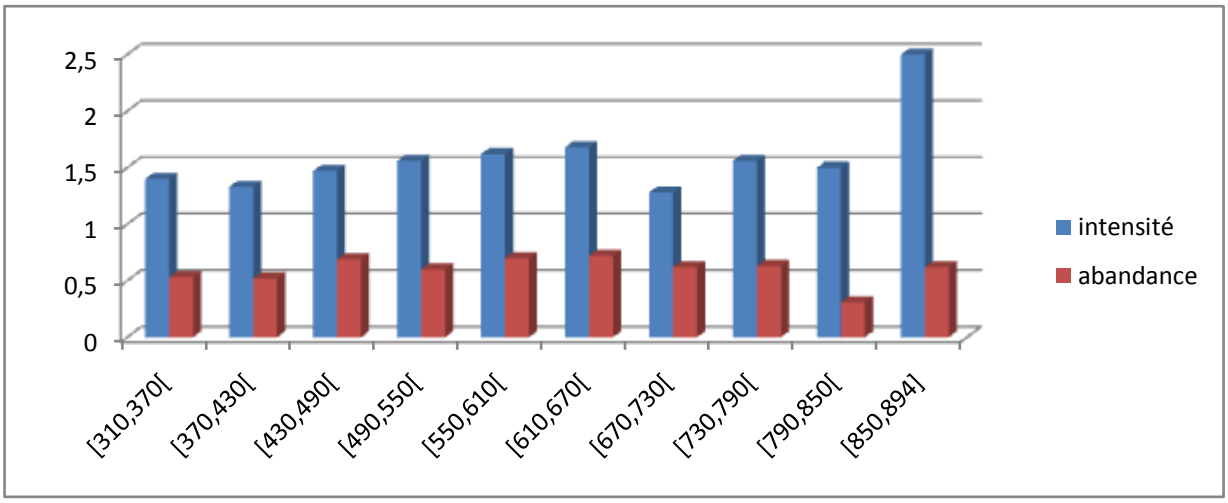


Figure 57: Répartition des charges d'infestation par *Bothriocephalus claviceps* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeîra.

2. Mafrag

Dans le Mafrag, le cestode *Bothriocephalus claviceps* infeste les différentes classes de taille d'anguille à des taux variables en fonction de la taille ; nous notons, en effet, que les prévalences de ce parasite augmentent progressivement avec l'augmentation de la taille de l'anguille puis marquent un pic de 66% dans la classe de taille [609-729[et 100% dans celle de [669-729[.

Les valeurs de l'intensité d'infestation de plus de 2 vers/anguille infestée sont relevées chez les individus de taille comprise entre 42 et 72cm. L'abondance suit la même évolution que l'intensité; les valeurs de plus de 0,3 ver/individu examiné sont enregistrées dans les classes de taille comprises dans l'intervalle 36-72 cm ; la valeur maximale (A=2,5) étant relevée chez les spécimens de la classe de taille [669-729[.

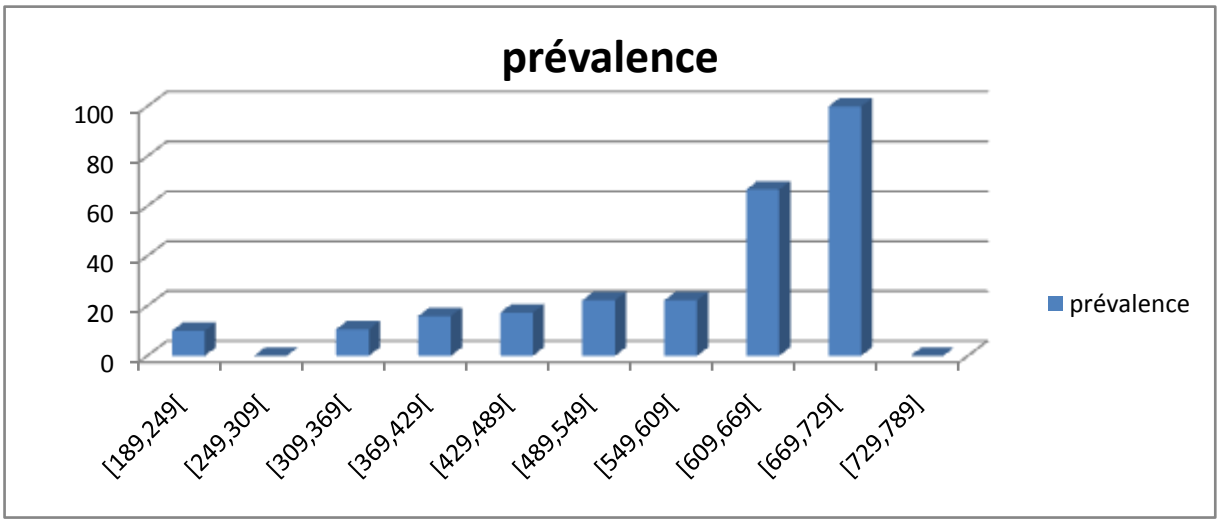


Figure 58 : Répartition du taux d'infestation par *Bothriocephalus claviceps* en fonction de la taille des anguilles de Mafrag

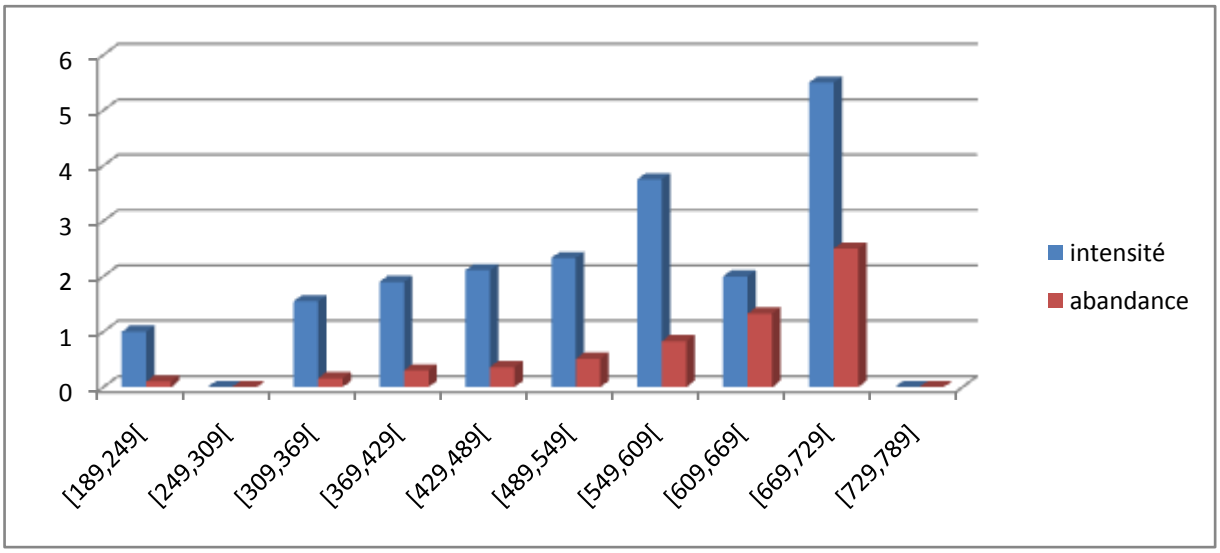


Figure 59: Répartition des charges d'infestation par *Bothriocephalus claviceps* en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

❖ ***Bucephalus anguillae***

1. Oubeira

Dans l'Oubeira, le digène *Bucephalus anguillae* infeste, généralement, moins de 8% des effectifs d'anguilles de l'ensemble des classes de taille à l'exception de celles des classes de taille [430-490[et [610-670[; ces dernières enregistrent des taux d'infestation proche de 11% (fig.60).

Les valeurs de l'intensité d'infestation et de l'abondance ne dépassent pas 2 et 0,15 respectivement ; ces valeurs étant enregistrées chez les anguilles de la classe de taille [310-370[. Les valeurs des charges, en *Bucephalus anguillae*, relevées chez l'ensemble des classes de taille varient de 1 à 1,4 (intensité) et de 0,02 à 0,13(abondance).

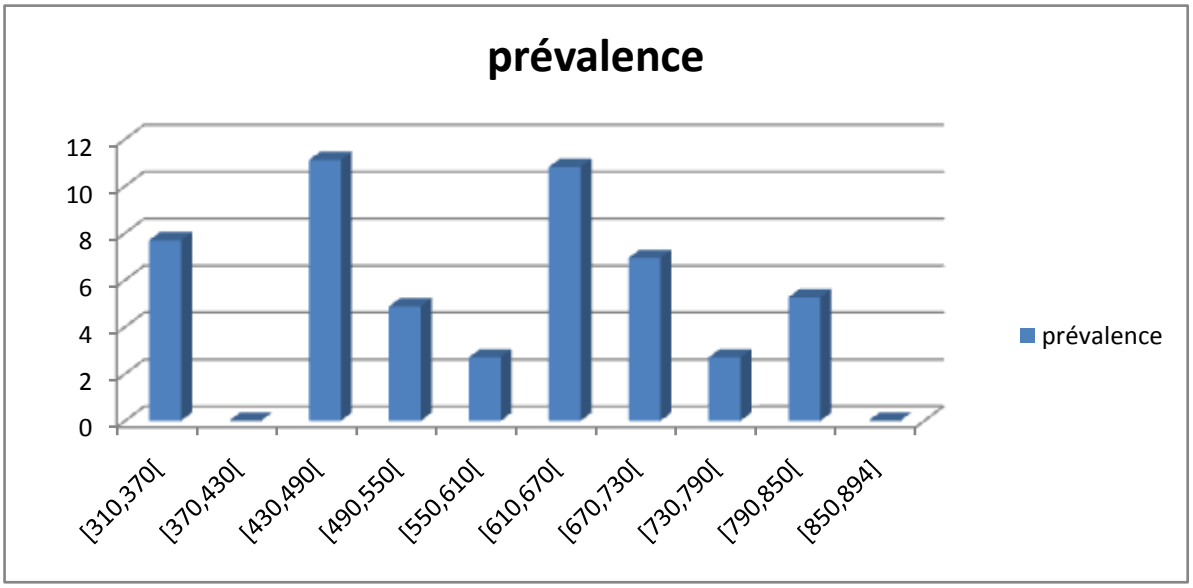


Figure 60 : Répartition du taux d'infestation par *Bucephalus anguillae* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

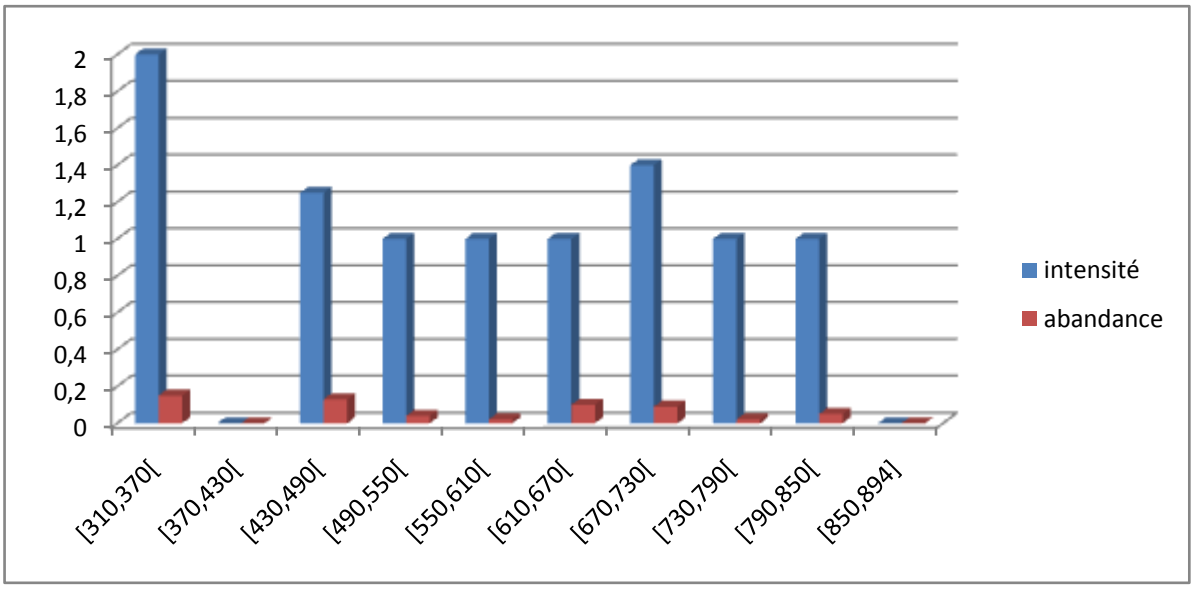


Figure 61: Répartition des charges d'infestation par *Bucephalus anguillae* en fonction de la taille taille des anguilles de l'Oubeîra.

2. Mafrag

Le digène *Bucephalus anguillae* est présent chez seulement 3 classes de taille d'anguilles du Mafrag ; Les indices parasitologiques notés sont très faibles (P<6%; I<1,3 et A<0,07)

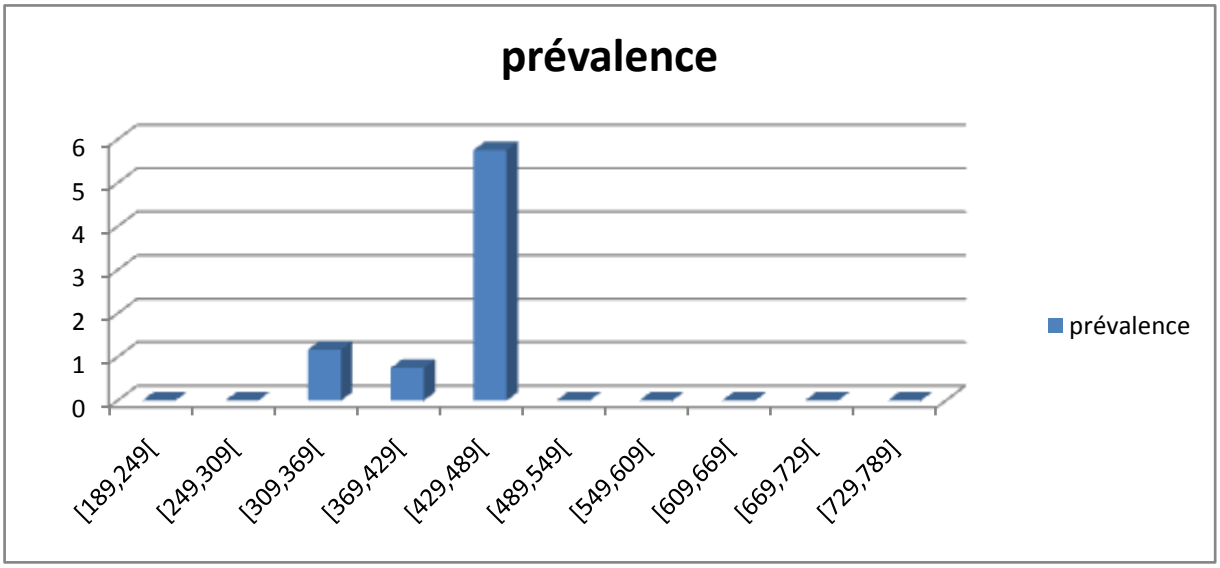


Figure 62 : Répartition du taux d'infestation par *Bucephalus anguillae* en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

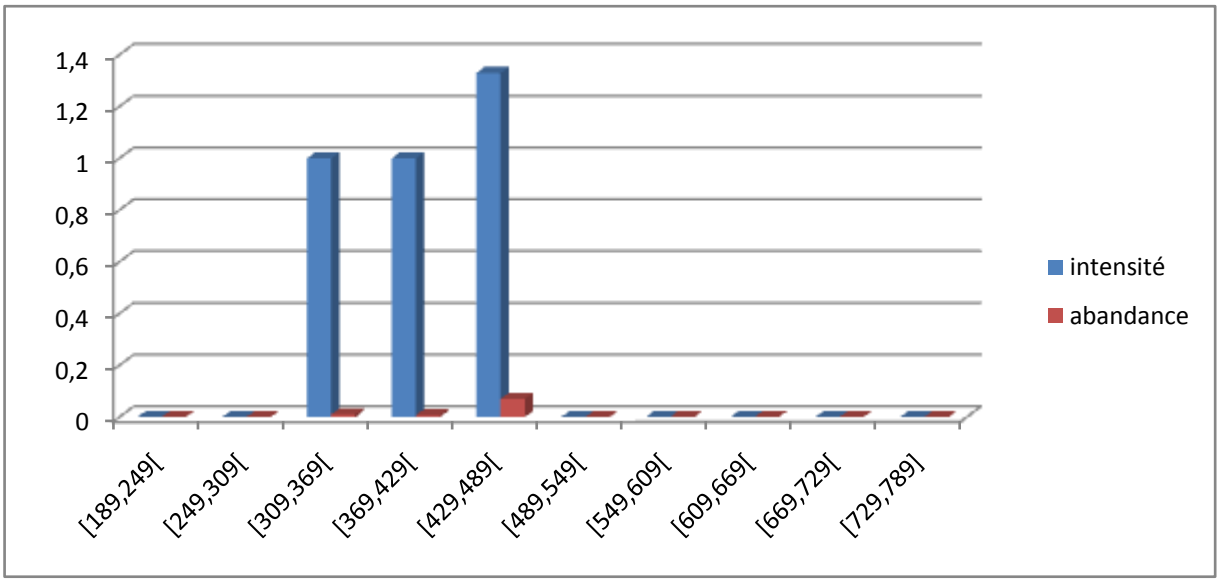


Figure 63: Répartition des charges d'infestation par *Bucephalus anguillae* en fonction de la taille des anguilles de l'estuaire du Mafrag.

❖ ***Camallanus lacustris***

Dans le Mafrag, l'espèce *Camallanus lacustris.* n'est rencontrée que dans 4 classes de taille à des prévalences très faibles (P<4%) ; la valeur de l'intensité d'infestation des anguilles de ces classes de taille ne dépasse pas 1 ver ; quant à l'abondance, les valeurs notées sont inférieures à 0,03.

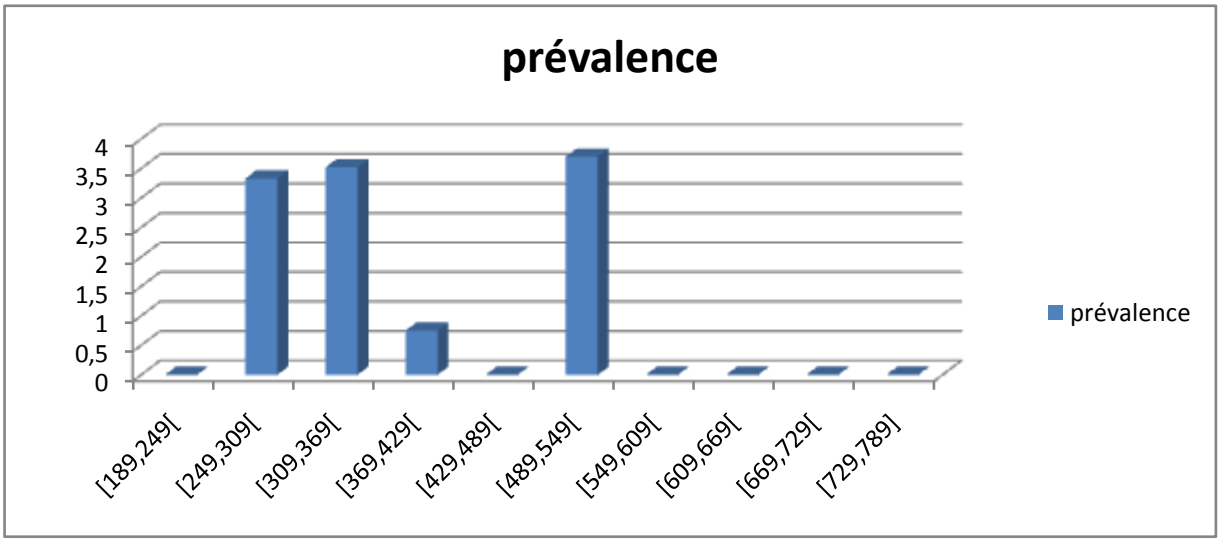


Figure 64 : Répartition du taux d'infestation par *Camallanus lacustris* en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

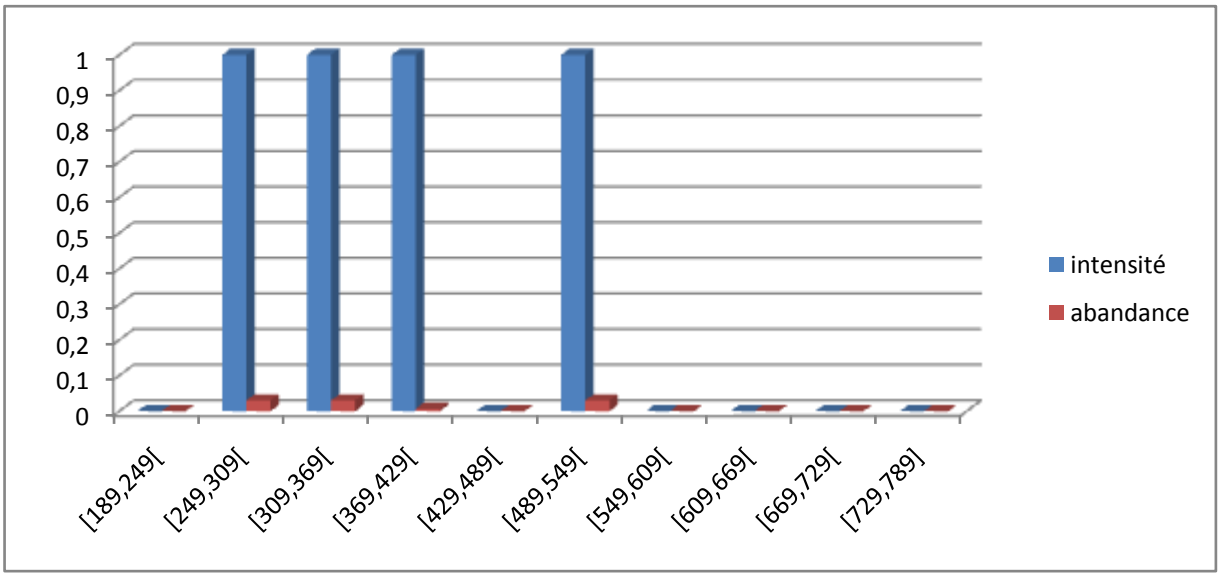


Figure 65: Répartition des charges d'infestation par *Camallanus lacustris* en fonction de la taille des anguilles de l'estuaire du Mafrag.

❖ ***Cucullanus sp.***

1. Oubeira

L'espèce *Cucullanus sp*. enregistre les prévalences les plus élevées chez les anguilles de petite taille (P>23% et P>11% dans les classes de taille [310-370[) et [430-490[) ; chez le reste des anguilles (fig66) les taux d'infestation ne dépassent pas 5,4% et montrent une baisse chez les anguilles de grande taille (P=1,38 et P=1,35 respectivement Chez [670,730[et [730,790[).

L'intensité d'infestation ne dépasse pas la valeur 1 quant à l'abondance les valeurs varient de 0 à 0,05 sauf dans les classes de taille [310,370[et [430,490[ou sont respectivement enregistrés 0,23 et 0,11ver/poisson examiné (fig.67).

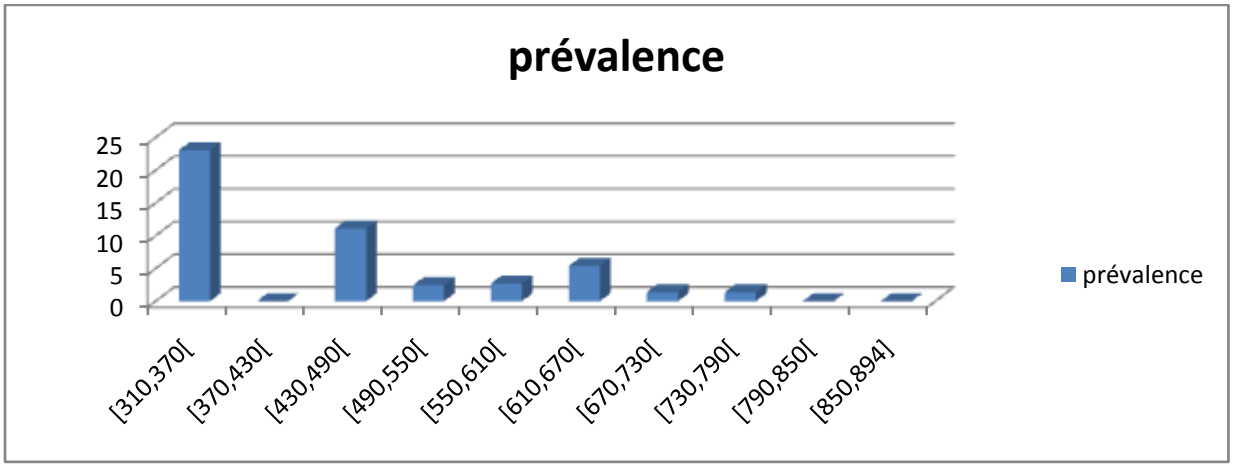


Figure 66 : Répartition du taux d'infestation par *Cucullanus sp*. en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

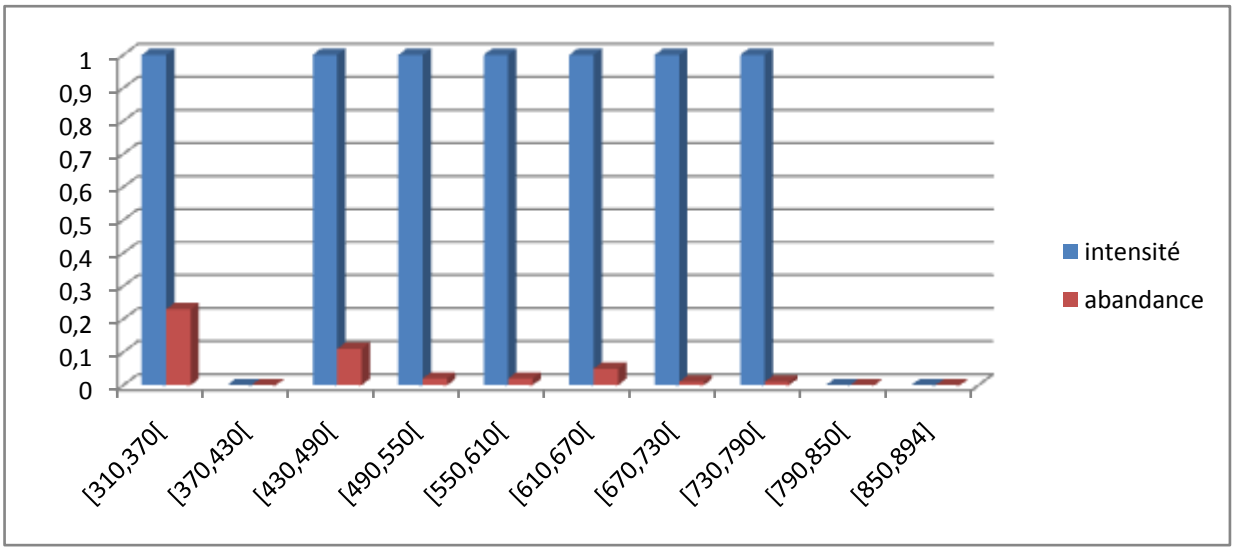


Figure 67: Répartition des charges d'infestation par *Cucullanus sp*. en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeîra.

2. Mafrag

Dans le Mafrag, l'espèce *Cucullanus sp.* n'est pas rencontrée chez les anguilles de grande taille (de plus de 60cm) ; les taux d'infestation les plus élevés (8>P>10%) sont notés chez les anguilles de moins de 37cm. Chez les anguilles de taille moyenne les taux d'infestation ne dépassent pas 6% (fig68).

Les valeurs de l'intensité d'infestation varient de 1 à 4,28; ce sont les anguilles, infestées, de taille comprise entre 30 et 54 cm qui hébergent plus de 2 vers; la valeur maximale étant relevée dans la classe de taille [369-429[. L'abondance suit la même évolution que l'intensité; la valeur maximale (A=0,22) est notée dans la classe de taille [369-429[(fig69).

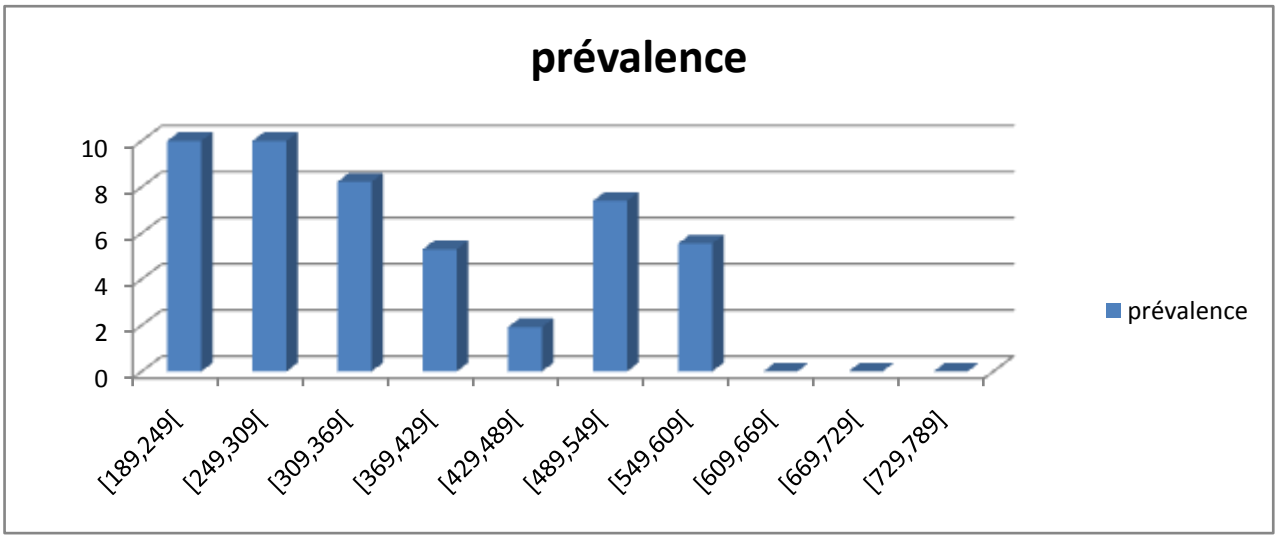


Figure 68 : Répartition du taux d'infestation par *Cucullanus sp*. en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

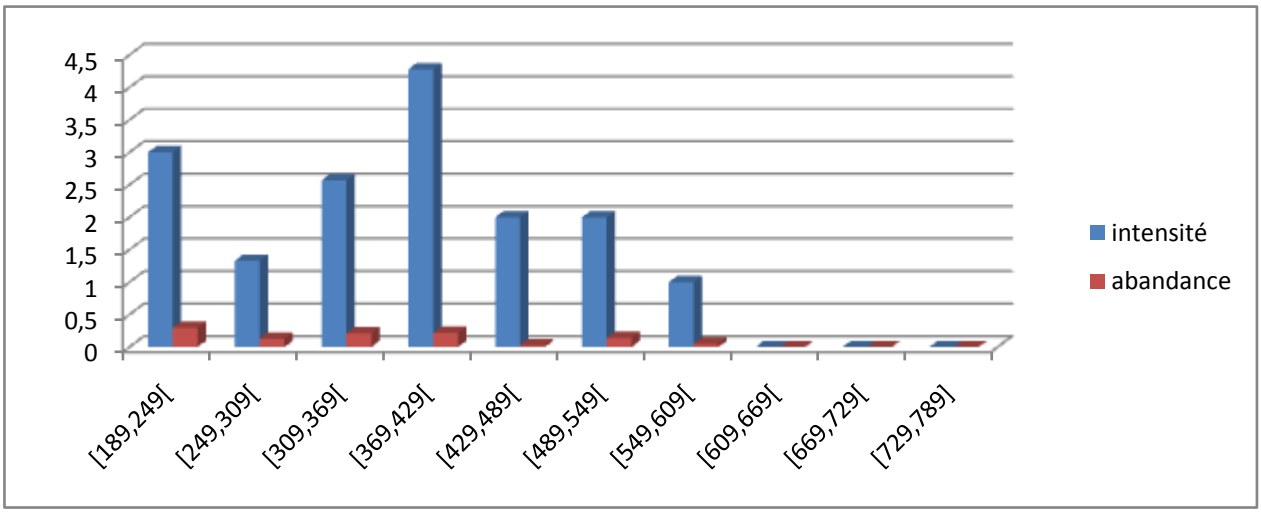


Figure 69: Répartition des charges d'infestation par *Cucullanus sp*. en fonction de la taille des anguilles de l'estuaire du Mafrag.

❖ ***Echinorhynchus sp.***

1. Oubeira

Dans l'Oubeira un seul spécimen de l'espèce *Echinorhynchus sp.* est récolté chez une anguille de la classe de taille [670-730].

Ce parasite enregistre des indices parasitologiques très faibles (P<1.4% ; I=1 et A≤0.013).

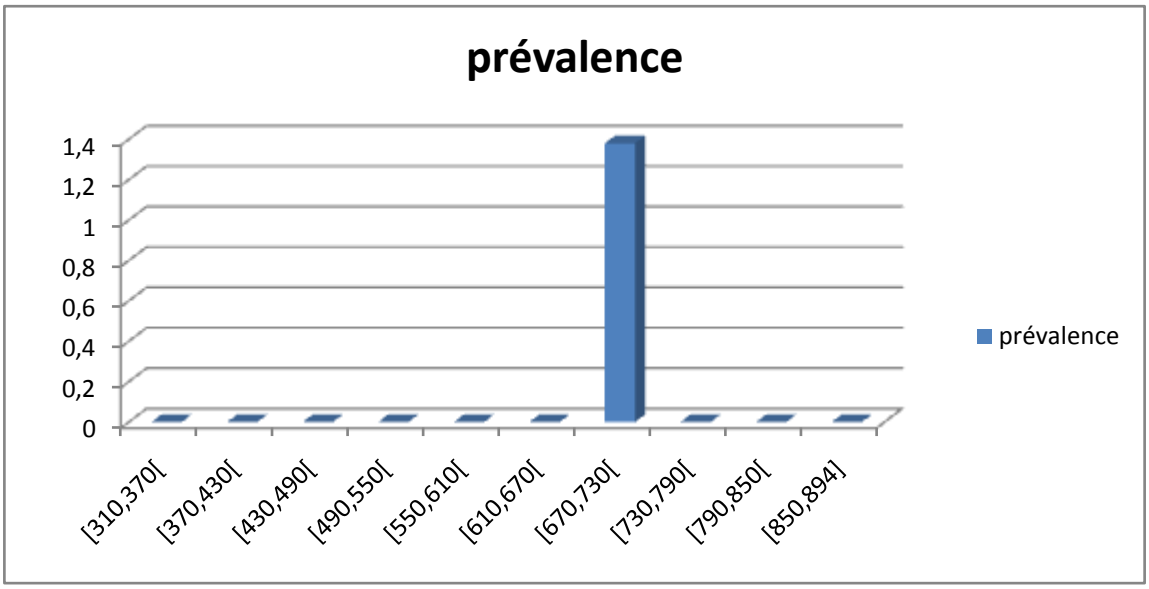


Figure 70 : Répartition du taux d'infestation par *Echinorhynchus sp*. en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

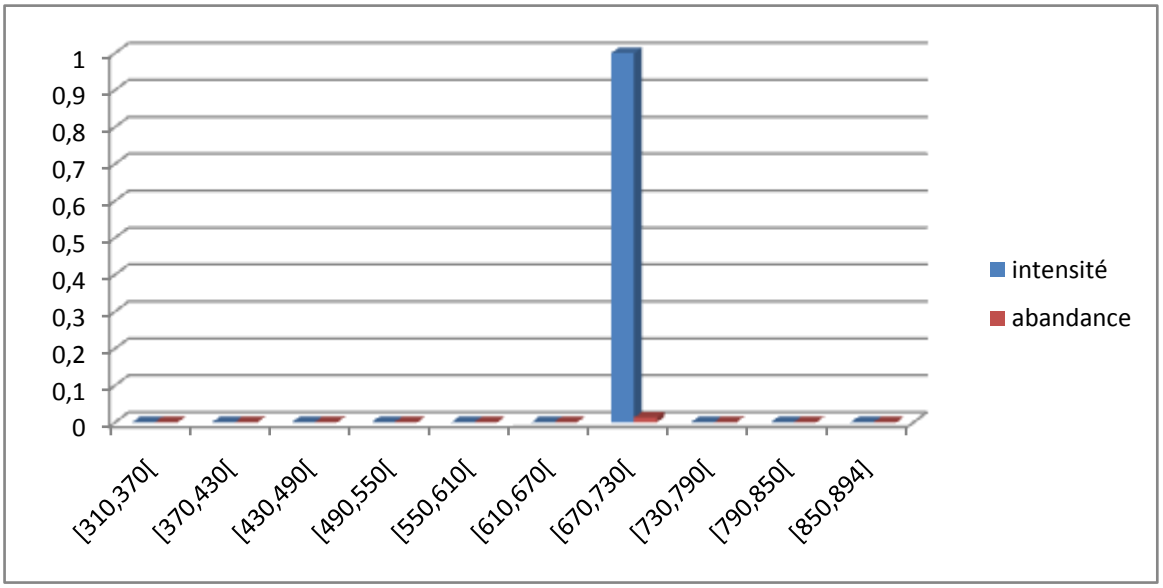


Figure 71: Répartition des charges d'infestation par *Echinorhynchus sp*. en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeîra.

2. Mafrag

L'espèce *Echinorhynchus sp*. est le plus souvent présente chez les anguilles de taille inférieure à 43 cm à des taux d'infestation n'excédant pas 6% (fig72). Les valeurs de l'intensité d'infestation et de l'abondance varient respectivement de 1 à 9,2 et de 0,03 à 0,54 (fig73); les valeurs maximales de ces deux indices sont enregistrées chez les anguilles de la classe de taille [309-369[.

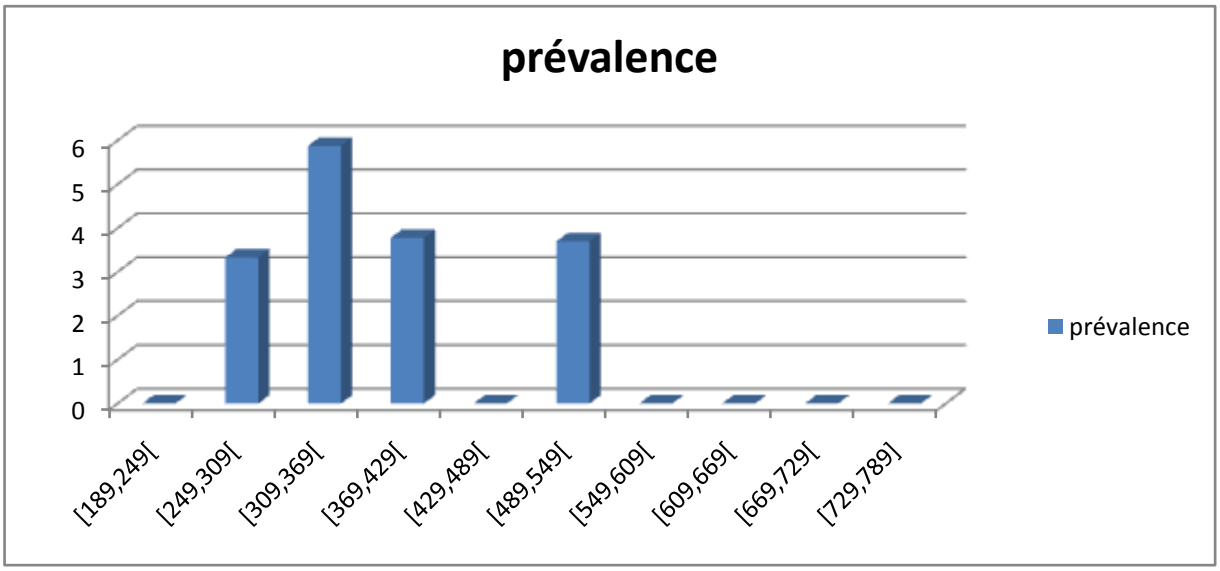


Figure 72 : Répartition du taux d'infestation par *Echinorhynchus* en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

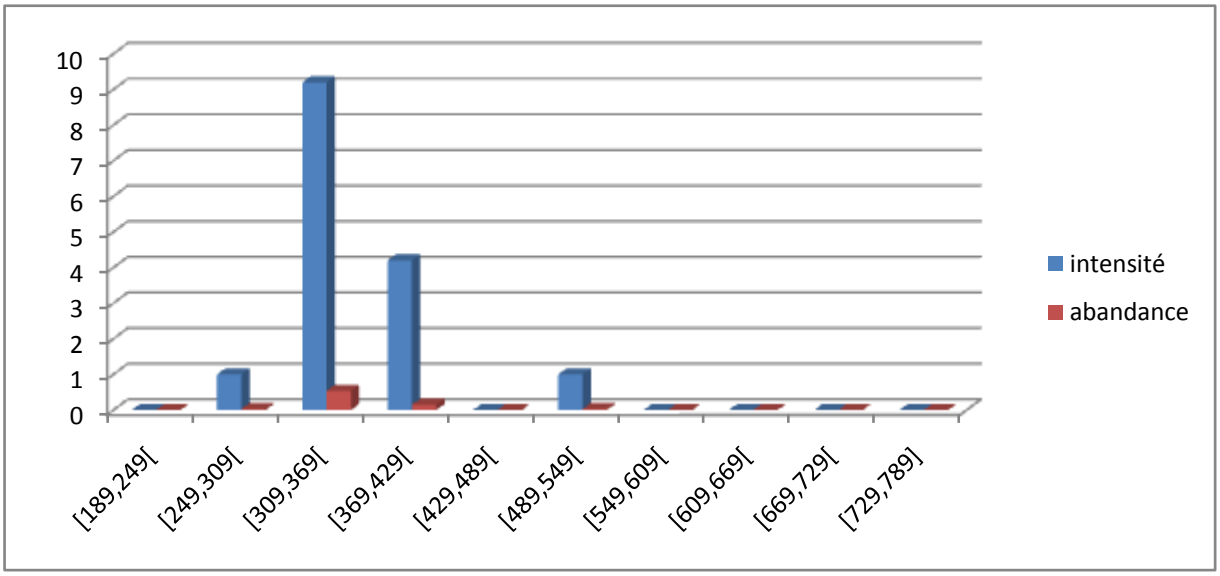


Figure 73: Répartition des charges d'infestation par *Echinorhynchus* en fonction de la taille des anguilles de l'estuaire du Mafrag.

❖ ***Ligula intestinalis***

1. Oubeira

L'espèce *Ligula intestinalis* est surtout rencontrée chez les anguilles de l'Oubeira dont la taille est comprise entre 61 et 79 cm à des prévalences inférieures à 4,2% et chez les anguilles de la classe de taille [430-490[à des prévalences de plus de 5,5% (fig.74).

C'est dans la classe de taille [430,490[que les valeurs de l'intensité et de l'abondance sont les plus élevées (I=2 et A=0,05) ; dans les autres classes de taille les charges varient de 1 à 1,5 parasite/anguille infestée et de 0,01 à 0,04 parasite/anguille examinée (fig75).

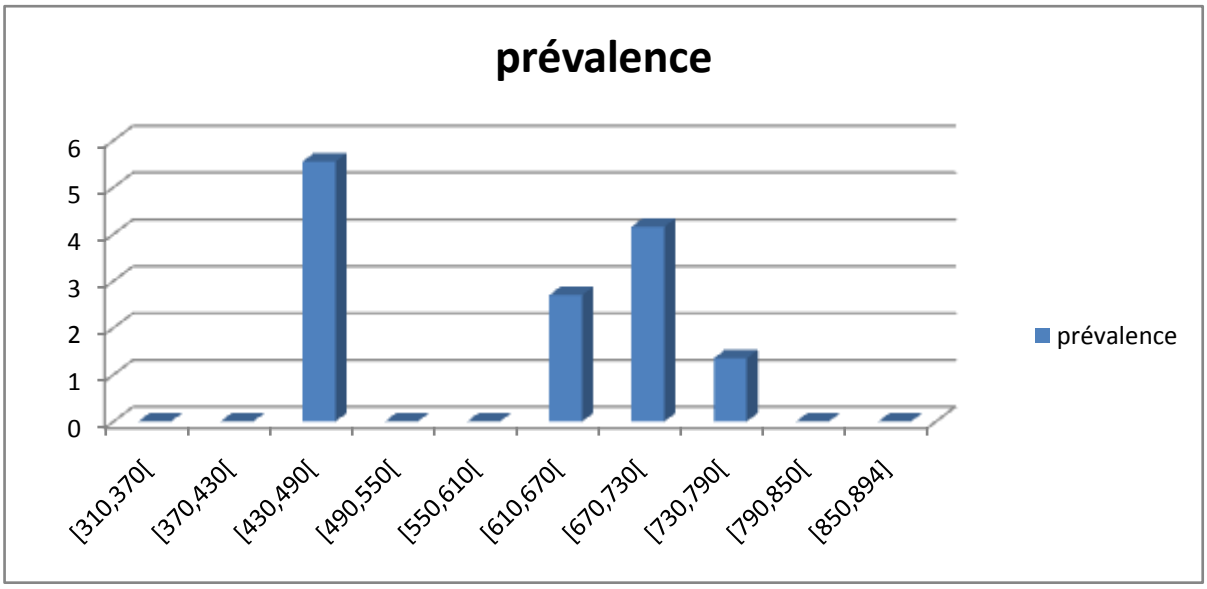


Figure 74 : Répartition du taux d'infestation par *Ligula intestinali* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

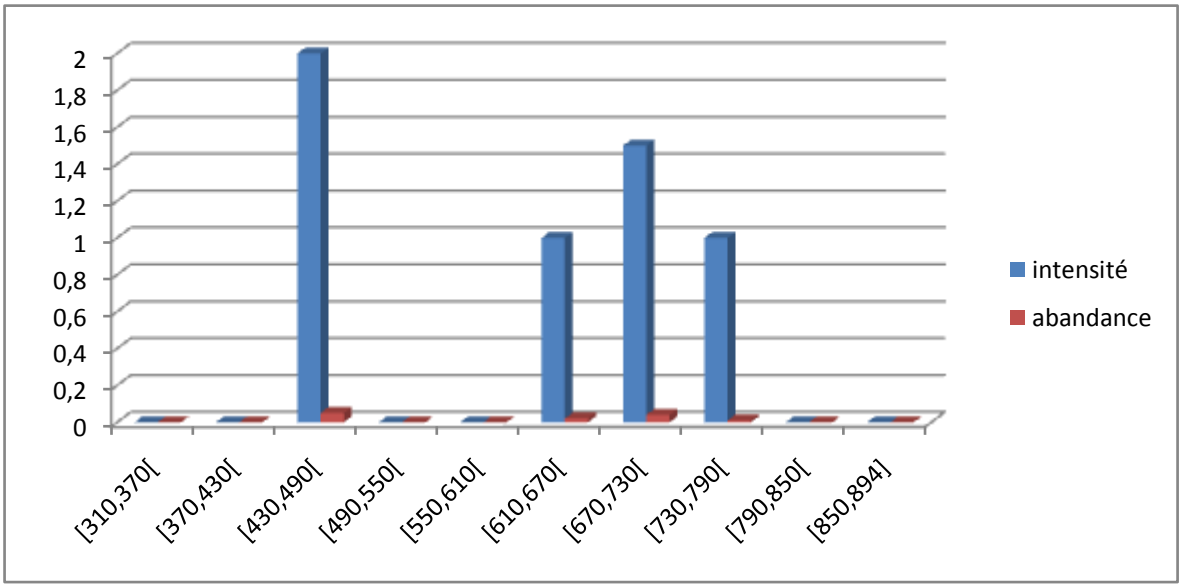


Figure 75: Répartition des charges d'infestation par *Ligula intestinalis* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeîra.

2. Mafrag

Dans le Mafrag, trois classes de taille d'anguilles (de moins de 50cm) sont infestées par l'espèce *Ligula intestinalis* ; les indices enregistrés sont très faibles (P<3,84% ; I=1 et A<0,03)

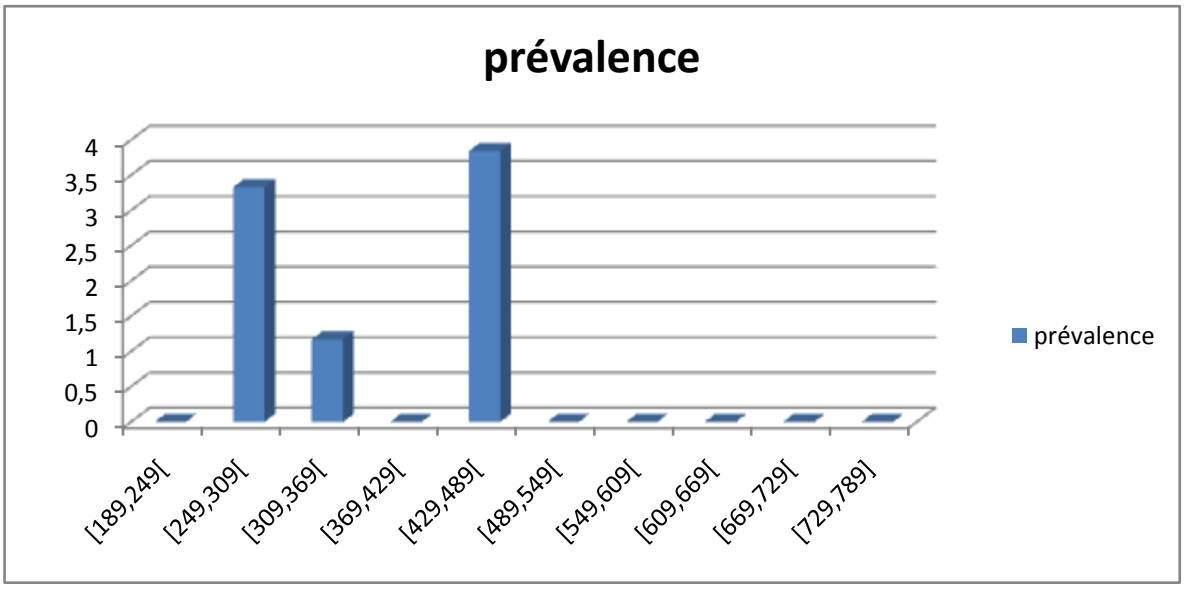


Figure 76 : Répartition du taux d'infestation par *Ligula intestinalis* en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

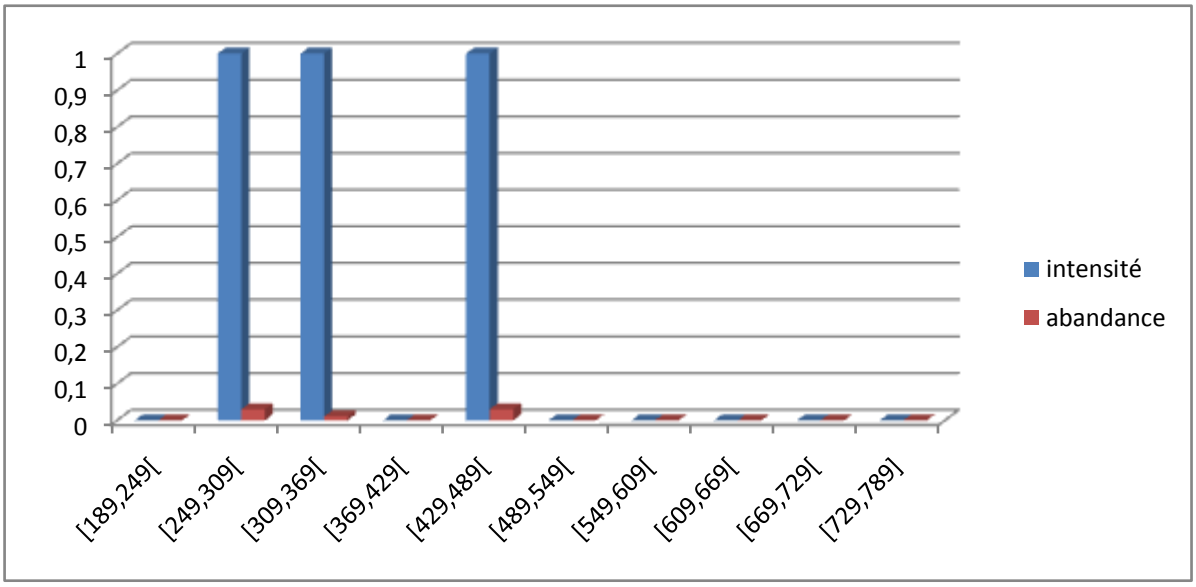


Figure 77: Répartition des charges d'infestation par *Ligula intestinalis* en fonction de la taille des anguilles de l'estuaire du Mafrag.

❖ ***Parabothriocephalus psenopsis***

1. **oubeira**

Dans l'Oubeira, l'espèce *Parabothriocephalus psenopsis*; infeste l'ensemble des classes de taille à l'exception de celle regroupant les petits spécimens ([310-370[ou P=0%).

Les prévalences enregistrées varient généralement de 2,7 à 8,1% sauf chez les anguilles de grande taille ou plus de 10% des effectifs sont infestés par ce cestode parasite ([790-850[

et [850-894] respectivement P=10,5% et P=12,5%) ; Les valeurs maximales de l'intensité d'infestation (I=2) sont relevées chez les anguilles des classes de taille [550-610[et [730-790[; en qui concerne l'abondance, la valeur maximale (A=0,48) est notée chez les anguilles de la classe de taille [490-550[; les anguilles des autres classes de taille n'hébergent pas plus de 0,15 ver/individu examiné (fig.79).

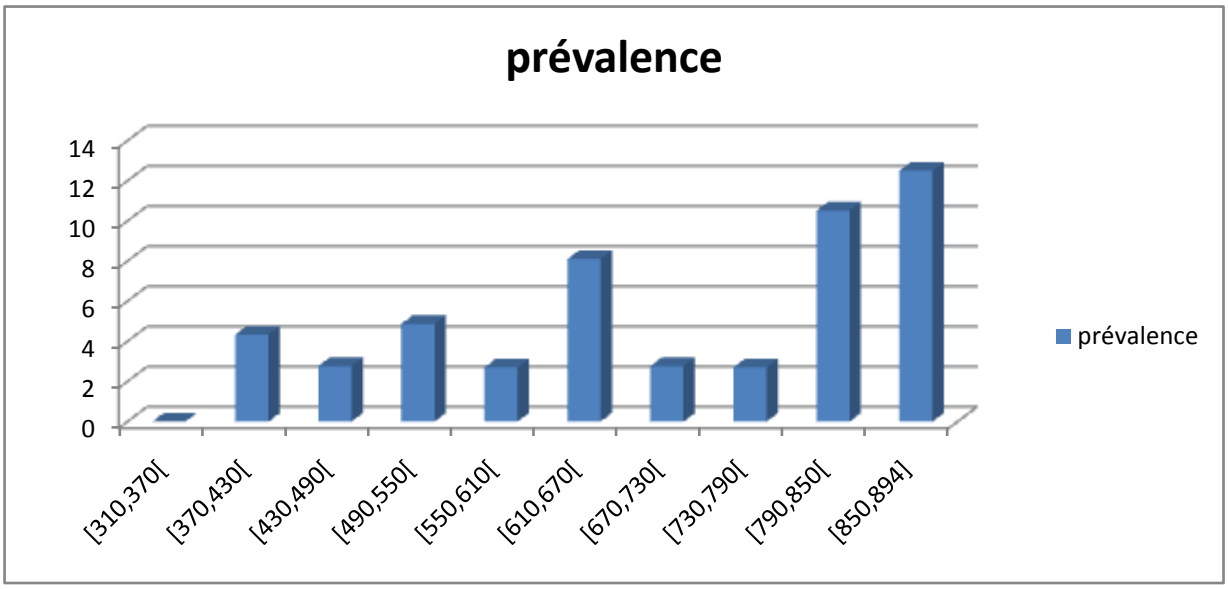


Figure 78 : Répartition du taux d'infestation par *Parabothriocephalus psenopsis* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

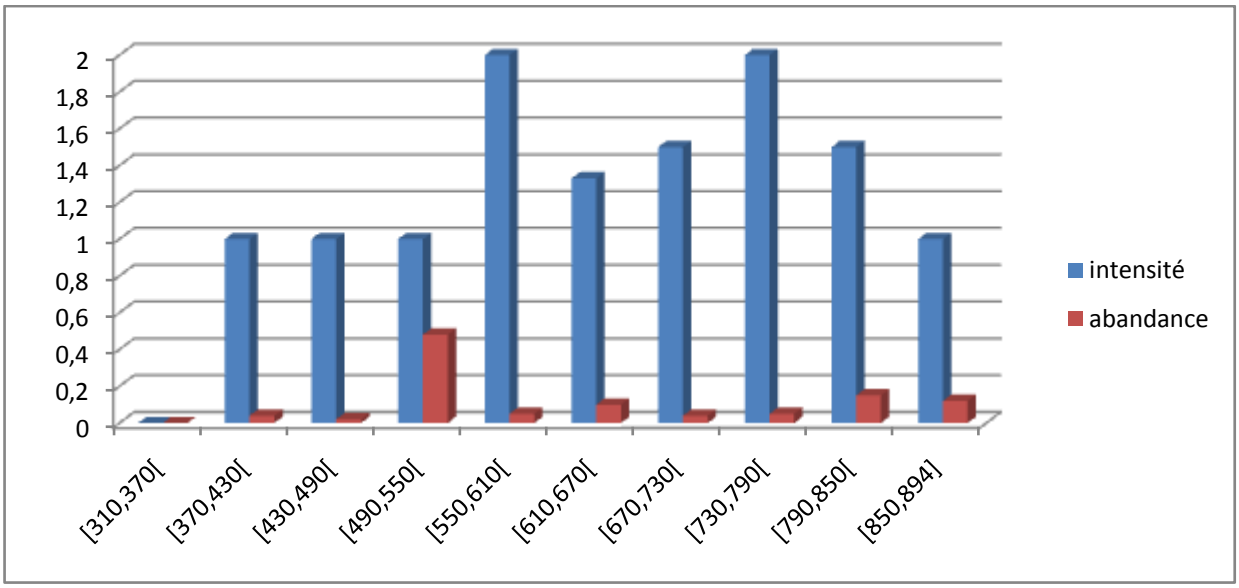


Figure 79: Répartition des charges d'infestation par *Parabothriocephalus psenopsis* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

1. Mafrag

L'espèce *Parabothriocephalus psenopsis* est absente chez les anguilles de grande taille (de plus de 60cm). Les taux d'infestation relevés varient de 3 à 16% (fig80). En ce qui concerne l'intensité d'infestation, les valeurs varient de 1 à 2 vers /anguille infestée. Ce parasite montre une abondance très faible ne dépassant pas 0,2 ver/anguille examinée (fig81).

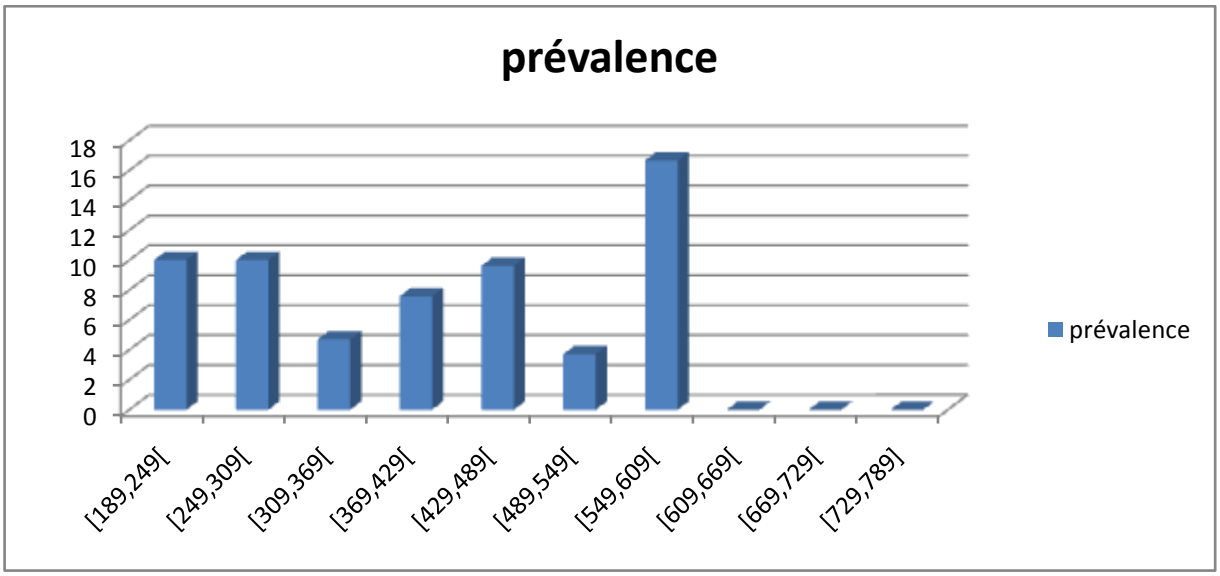


Figure 80 : Répartition du taux d'infestation par *Parabothriocephalus psenopsis* en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

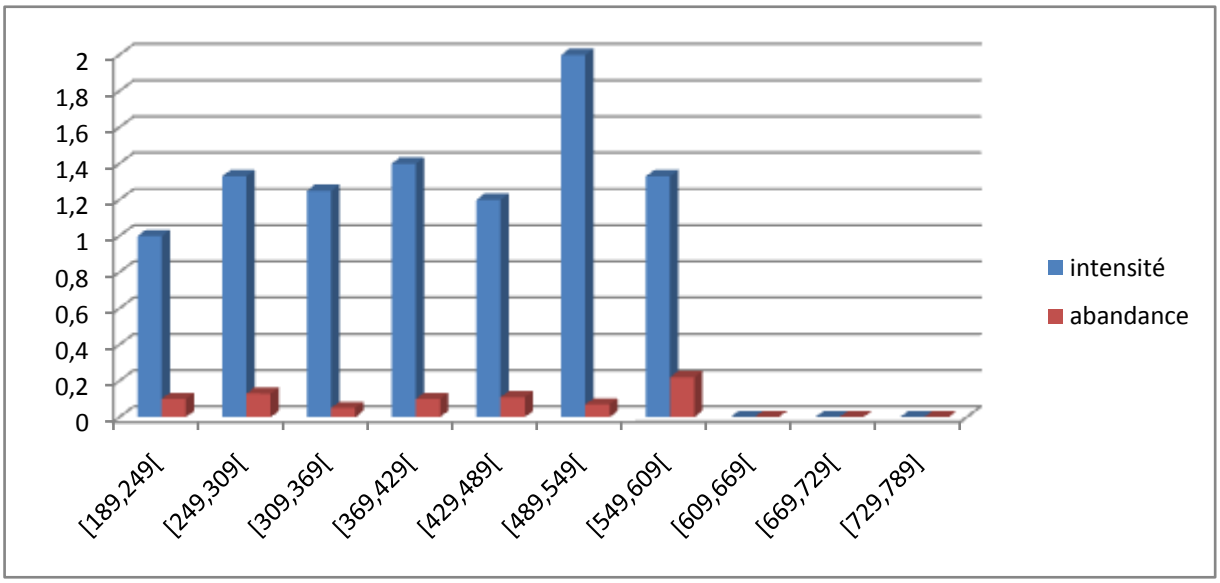


Figure 81: Répartition des charges d'infestation par *Parabothriocephalus psenopsis* en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

❖ ***Parabothriocephalus gracilis***

Ce parasite n'infeste que 2,7% et 1,3% des effectifs d'anguilles des classes de taille respectives [550-610[et [670-730[. Les valeurs de l'intensité d'infestation et de l'abondance ne dépassent pas 2 et 0,13 respectivement (fig.83).

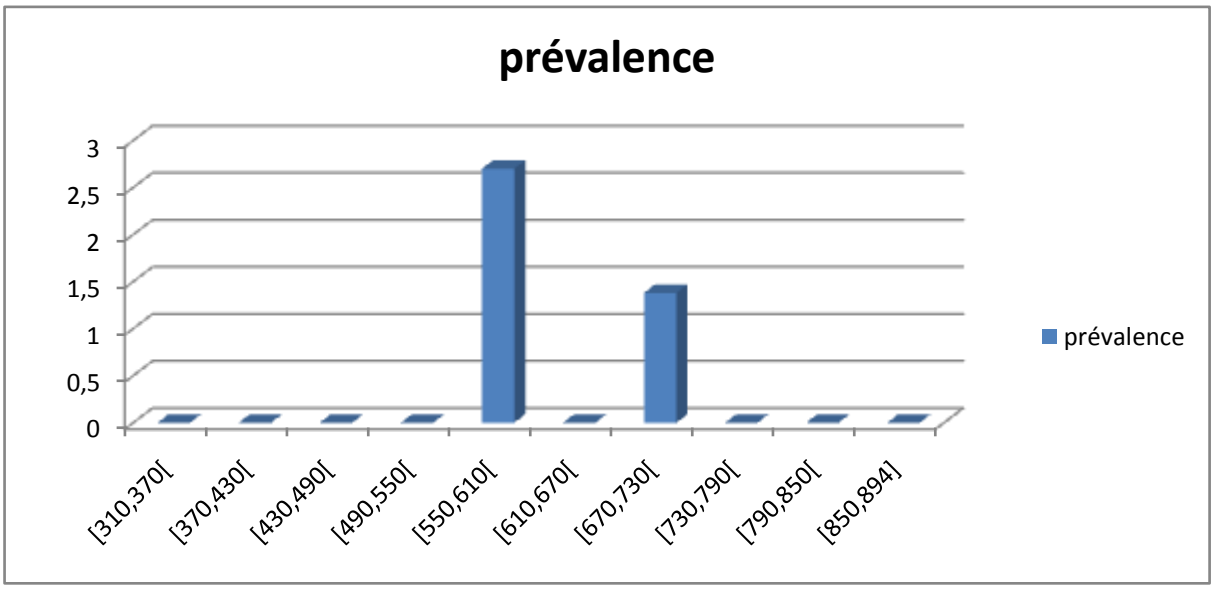


Figure 82 : Répartition du taux d'infestation par *Parabothriocephalus gracilis* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

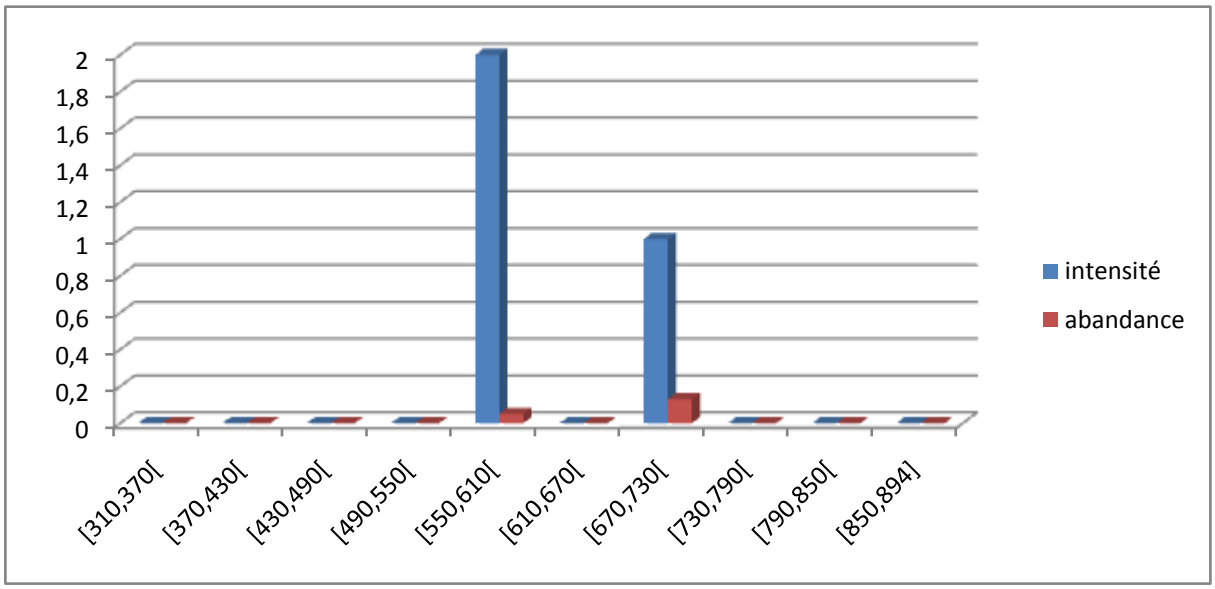
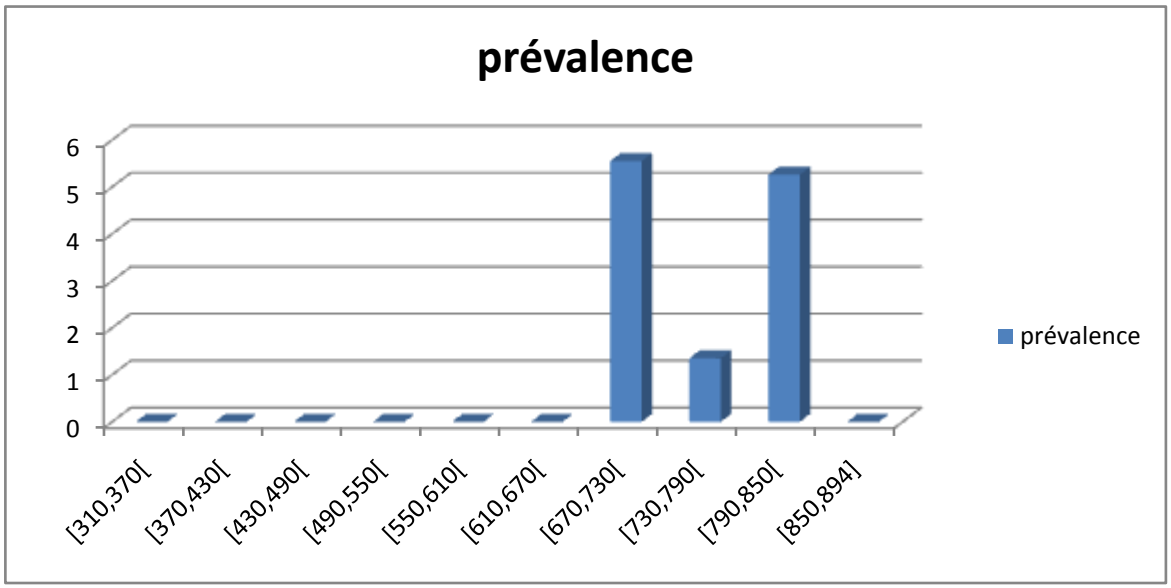


Figure 83: Répartition des charges d'infestation par *Parabothriocephalus gracilis* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

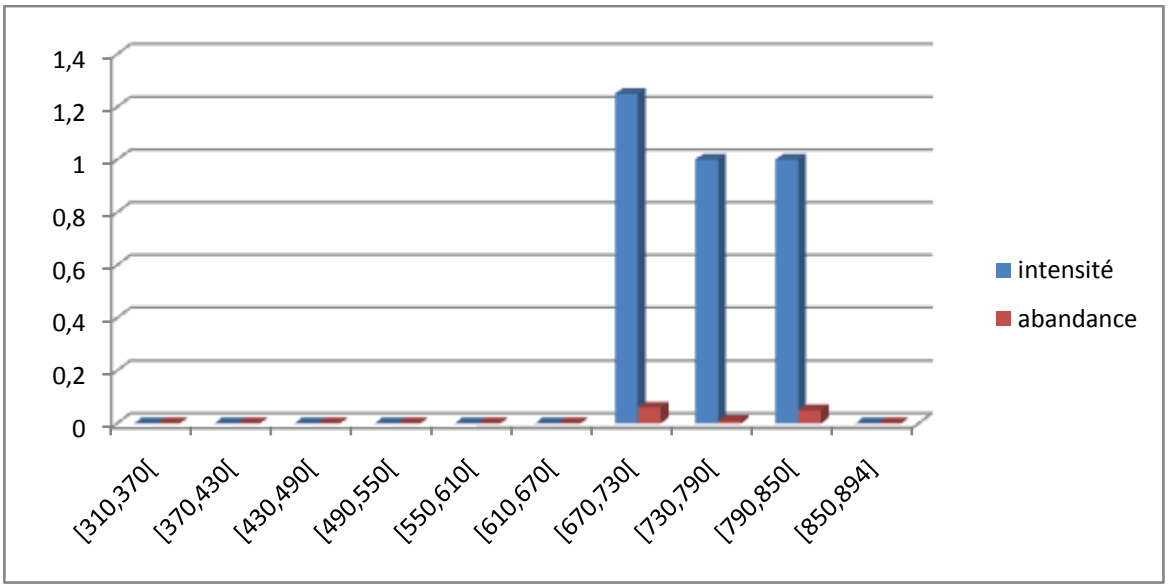
❖ ***Paraquimperia tenerrima***

1. <u>Oubeira</u> :

L'espèce *Paraquimperia tenerrima*, dans l'Oubeira, infeste moins de 6% des effectifs d'anguilles de grande taille (anguilles de taille comprise entre 67cm et 85cm). Les valeurs maximales de l'intensité d'infestation (I=1,25) et de l'abondance (I=0,06) sont notées chez les anguilles de la classe de taille [670-730[(fig.85).



<u>Figure 84</u> : Répartition du taux d'infestation par *Paraquimperia tenerrima*, en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.



<u>Figure 85</u>: Répartition des charges d'infestation par *Paraquimperia tenerrima*, en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeîra.

2. Mafrag

Dans le Mafrag, ce sont les anguilles de taille comprise entre 30 et 60 cm qui abritent l'espèce parasite *Paraquimperia tenerrima* à des taux d'infestations variant de 3 à 11,5%; les taux de plus de 11% étant relevés dans les classes de taille [429-489[et [549-609[. Les valeurs de l'intensité d'infestation augmentent progressivement chez les classes de taille comprises dans l'intervalle 309-489 cm puis chutent à la valeur 1 chez les anguilles de plus grande taille. Les valeurs de l'abondance ne dépassent pas 0,1 sauf chez les anguilles de la classe de taille [429-489[ou A = 0,26.

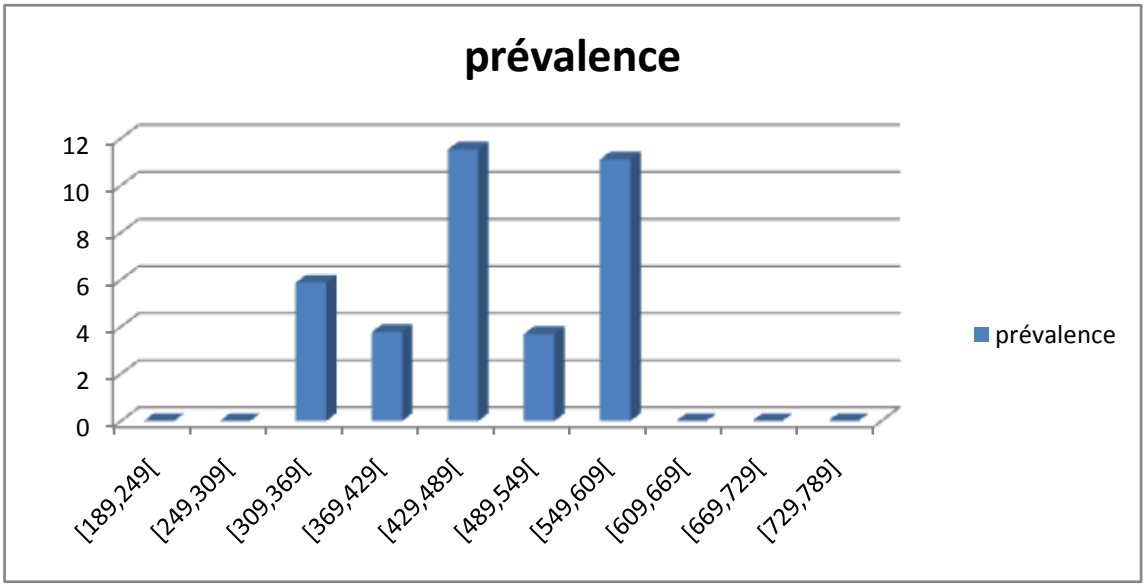


Figure 86 : Répartition du taux d'infestation par *Paraquimperia tenerrima*, en fonction de la taille des anguilles du Mafrag.

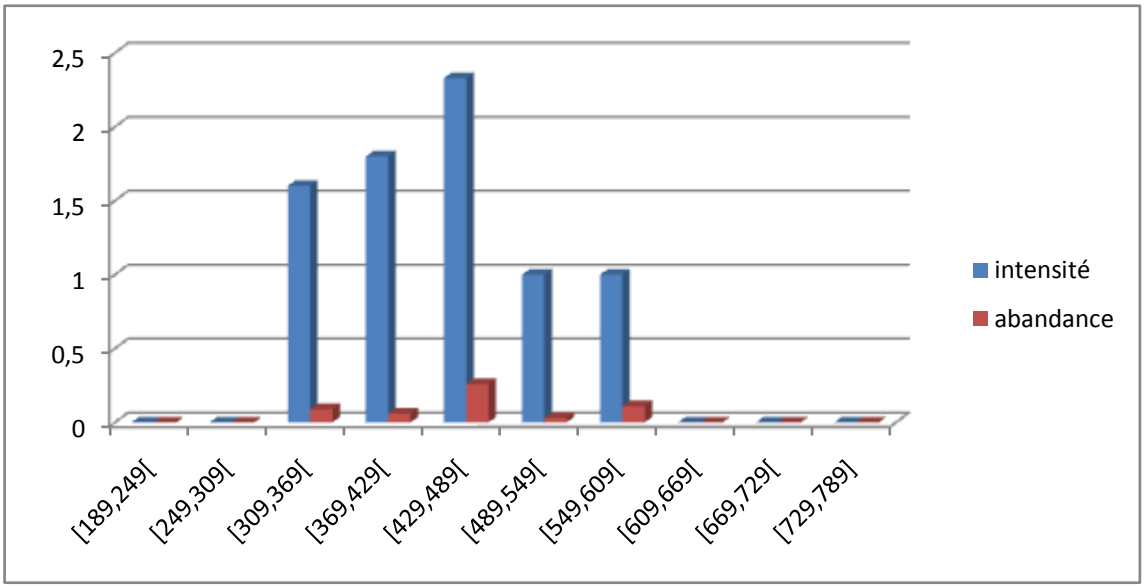


Figure 87: Répartition des charges d'infestation par *Paraquimperia tenerrima*, en fonction de la taille des anguilles de l'estuaire du Mafrag.

❖ ***Pseudoterranova decipiens***

Dans l'Oubeira, les taux d'infestation des anguilles, par l'espèce *Pseudoterranova decipiens*, dépassent généralement 30% sauf dans les classes de taille [370-430[et [850-894] ou moins de 13% des effectifs abritent ce parasite (fig88). Les prévalences de ce parasite montrent une augmentation progressive en fonction de l'augmentation de la taille.

Les charges parasitaires relevées montrent une évolution similaire à celle de la prévalence ; Les valeurs de l'intensité d'infestation et de l'abondance augmentent progressivement avec l'augmentation de la taille de l'hôte (I=1,25 et A=0,41 chez les anguilles de la classe de taille [430-490[et I=1,81 et A=1,05 chez celles de la classe de taille [430,490[).

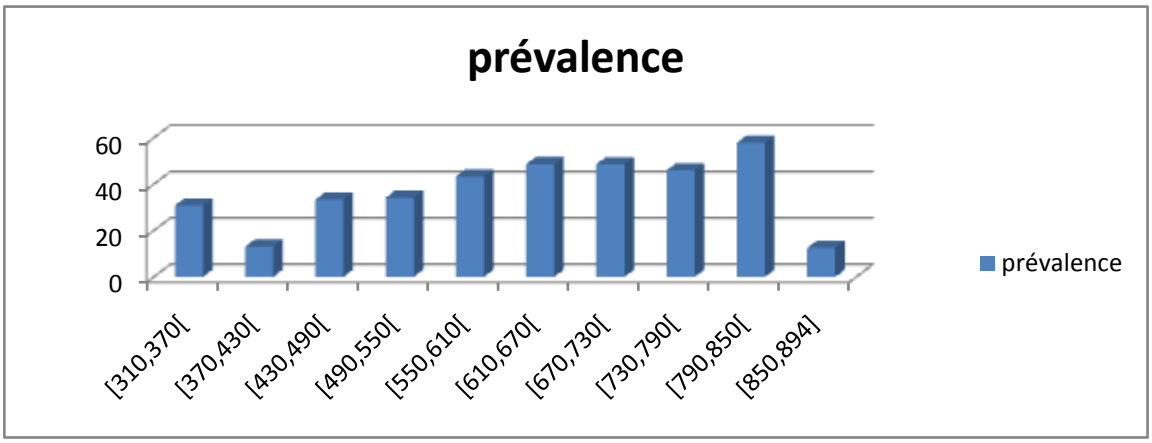


Figure 88 : Répartition du taux d'infestation par *Pseudoterranova decipiens* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeira.

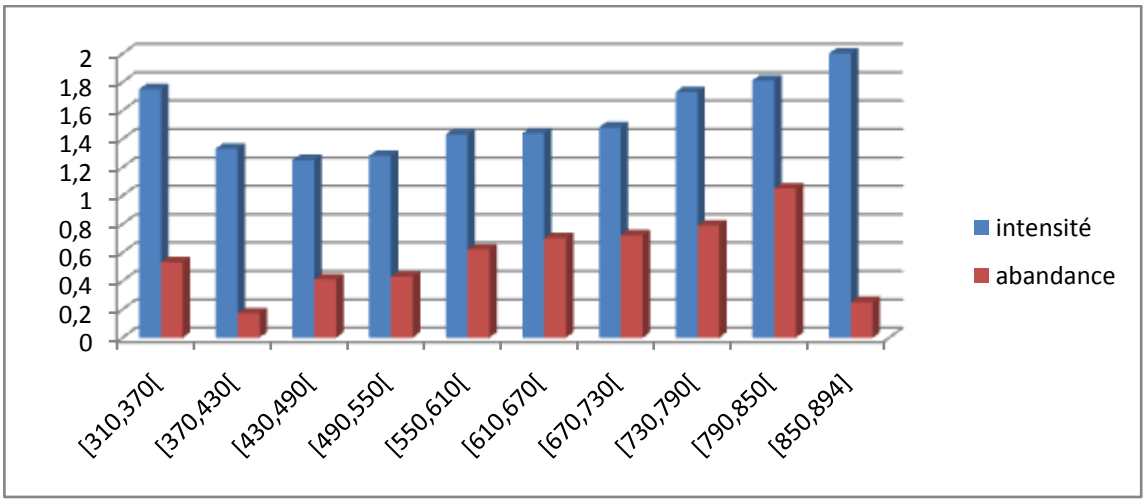


Figure 89: Répartition des charges d'infestation par *Pseudoterranova decipiens* en fonction de la taille des anguilles de l'Oubeîra.

4. DIFFERENTS TYPES D'ASSOCIATION PARASITAIRE RENCONTRES

L'examen des anguilles, la récolte et l'identification des espèces parasites rencontrées nous a permis de noter que ce poisson peut héberger une seule espèce parasite ou deux, trois, même quatre et plus.

LAC OUBEIRA

- Dans le lac Oubeira, le groupe d'anguilles qui hébergent une seule espèce hôte à la fois est composé de 139 individus et représentent ainsi 45% des effectifs de poissons infestés dénombrés dans ce plan d'eau. Les parasites à l'origine de ce type d'infestation, sont : - *Anguillicola crassus* qui infeste plus de 43% des effectifs de ce groupe ; -*Bothriocephalus claviceps* rencontré chez plus de 26% des individus composant ce lot ; - *Pseudoterranova decipiens* qui touche plus de 24% des effectifs de ce groupe ; -l'ensemble des autres espèces parasites recensés dans ce plan d'eau n'infestent pas plus de 6% des effectifs d'anguilles de ce groupe.

- Le groupe d'anguilles hébergeant deux espèces parasites à la fois est constitué de 105 individus et représente 34% des effectifs d'anguilles infestées que nous avons dénombré dans le lac Oubeira. Les différentes combinaisons d'espèces parasites rencontrées sont : - *Anguillicola crassus* et *Pseudoterranova decipiens* , présents chez 44 anguilles, ce qui représente 42% des effectifs d'anguilles infestées de ce groupe ; -*Anguillicola crassus* et *Bothriocephalus claviceps* qui infestent simultanément 37 anguilles composant ce lot (soit 35%) ; - *Bothriocephalus claviceps* et *Pseudoterranova decipiens* qui sont simultanément présents chez 15 anguilles, ce qui représente plus de 14% des effectifs d'anguilles infestées de ce lot ; - le reste des anguilles présentant une infestation simultanée par deux espèces parasites ne représente pas plus de 8% des effectifs de ce groupe.

- Le groupe d'anguilles abritant 3 espèces parasites est représenté par 58 individus (18,7% des effectifs d'anguilles infestées) chez lesquels 13 types d'associations parasitaires sont notés. Nous relevons chez 33 individus du lot la présence *d'Anguillicola crassus* associé à *Bothriocephalus claviceps* et *Pseudoterranova decipiens* ; ce qui représente une proportion de plus de 56% des effectifs d'anguilles de ce groupe. L'autre combinaison de parasites relativement fréquente (13% des effectifs de ce lot) est celle ou *Anguillicola crassus* est associé à *Pseudoterranova decipiens* et *Cucullanus sp*. L'association *d'Anguillicola crassus*

avec *Pseudoterranova decipiens* et *Bucephalus anguillae* intéresse plus de 11% des effectifs d'anguilles de ce lot.

L'association de *Bothriocephalus claviceps* avec *Pseudoterranova decipiens* et *Bucephalus anguillae* est représentée chez plus de 5% des effectifs d'anguilles infestées de ce groupe. Les 9 autres types de combinaisons n'intéressent qu'un individu à la fois (9 anguilles sur les 58 comptabilisées soit 1,8% des effectifs).

- 5 combinaisons d'associations de 4 espèces parasites sont observées chez 6 anguilles infestées de l'Oubeira, ce qui représente moins de 2% des effectifs d'anguilles infestées dans ce plan d'eau; c'est chez 2 anguilles de ce groupe que nous trouvons simultanément *Anguillicola crassus- Pseudoterranova decipiens- Bothriocephalus claviceps- Parabothriocephalus psenopsis*

- La combinaison de 5 espèces parasites est notée chez seulement 2 anguilles infestées de ce plan d'eau (moins de 1% des effectifs).

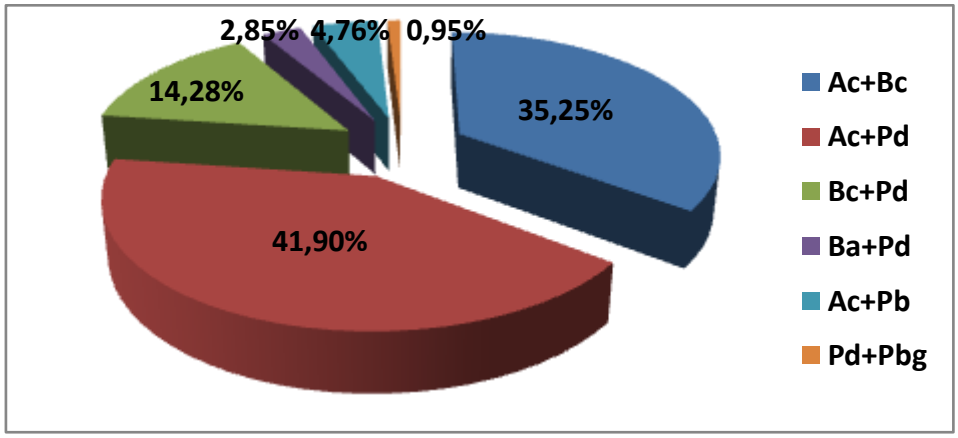


Figure 90: Proportion des différentes combinaisons d'association de deux espèces parasites chez les anguilles du lac Oubeîra.

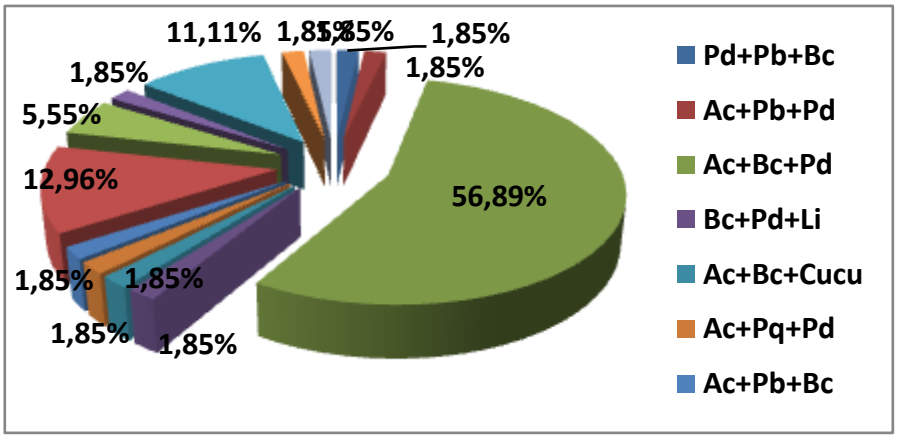


Figure 91: Proportion des différentes combinaisons d'association de trois espèces parasites chez les anguilles du lac Oubeîra.

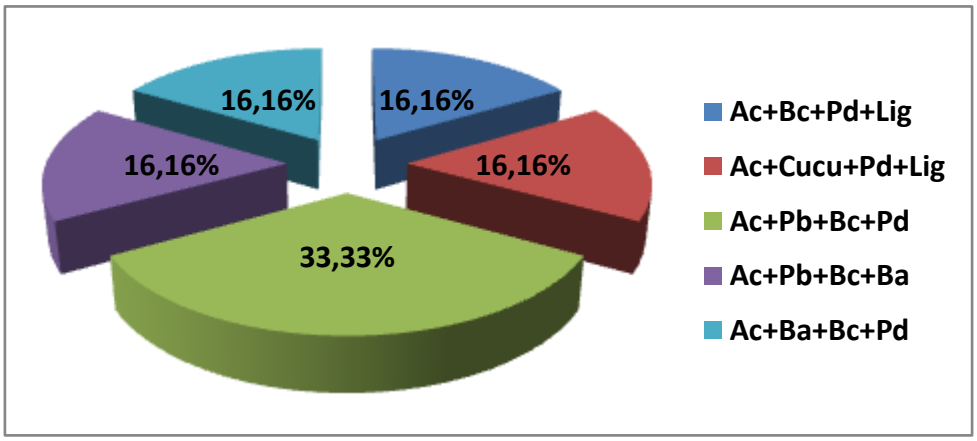


Figure 92 : Proportion des différentes combinaisons d'association de quatre espèces parasites chez les anguilles du lac Oubeîra.

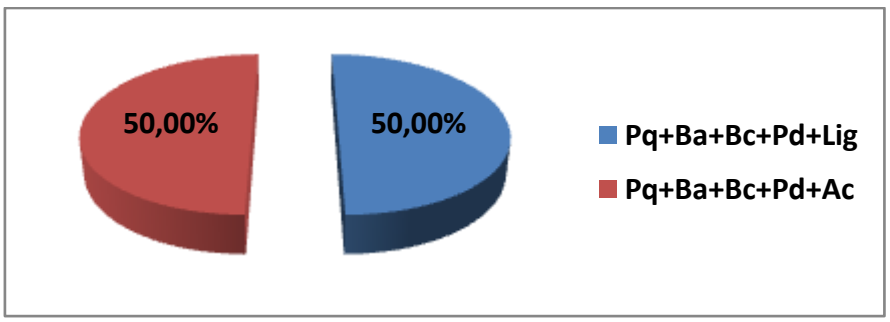


Figure 93: Proportion des différentes combinaisons d'association de cinques espèces parasites chez les anguilles du lac Oubeîra.

Estuaire du Mafrag

- Dans l'estuaire du Mafrag, le groupe d'anguilles chez qui une seule espèce parasite est présente se compose de 164 individus et représente 70% des effectifs d'anguilles infestées comptabilisées dans ce plan d'eau. La répartition des 8 parasites concernés chez les individus hôte de ce groupe est la suivante: - *Anguillicola crassus* infeste plus de 73% des effectifs de ce groupe ; -*Bothriocephalus claviceps* est hébergée par plus de 12% des individus composant ce lot ; - *Parabothriocephalus psenopsis* touche plus de 4% des effectifs de ce groupe ; Cucullanus sp. infeste à peine 3% des anguilles de ce lot ; l'ensemble des autres espèces parasites recensés dans ce plan d'eau n'infestent pas plus de 8% des effectifs d'anguilles de ce groupe.

- Le groupe d'anguilles hébergeant deux espèces parasites à la fois se compose de 40 individus et représente moins de 18% des effectifs de poissons infestés dans l'estuaire du Mafrag. Le nombre de combinaison de 2 espèces parasites par anguille infestée est de l'ordre de 8 ; la combinaison de l'espèce *Anguillicola crassus* avec *Bothriocephalus claviceps* est relevée chez 20 individus hôtes (50% des effectifs), celle *d'Anguillicola crassus* avec *Cucullanus sp.* concerne 6 individus (soit 15%) et celle *d'Anguillicola crassus* avec *Parabothriocephalus psenopsis* est notée chez 7 individus hôtes (soit plus de 17% des effectifs). L'ensemble des 5 autres combinaisons n'intéresse pas plus de 18% des effectifs de ce groupe d'anguilles infestées.

- Le groupe d'anguilles abritant 3 espèces parasites est représenté par 19 individus (8,3% des effectifs d'anguilles infestées de ce plan d'eau) chez lesquels 11 types d'associations parasitaires sont notés. Nous relevons chez 3 individus du lot la présence *d'Anguillicola crassus* associé à *Echinorhynchus sp* et *Cucullanus sp.*; ce qui représente une proportion de moins de 16% des effectifs d'anguilles de ce groupe. Le nombre de combinaisons de 3 parasites intéressant 2 anguilles est de l'ordre de (moins de 11% des effectifs par combinaison soit 66%). La proportion des 4 autres types de combinaisons observées est de l'ordre de 20% ; ce qui revient à noter une combinaison parasitaire par anguille.

- Les combinaisons d'associations de 4 espèces parasites sont au nombre de 4 et sont observées chez 4 anguilles infestées du Mafrag.

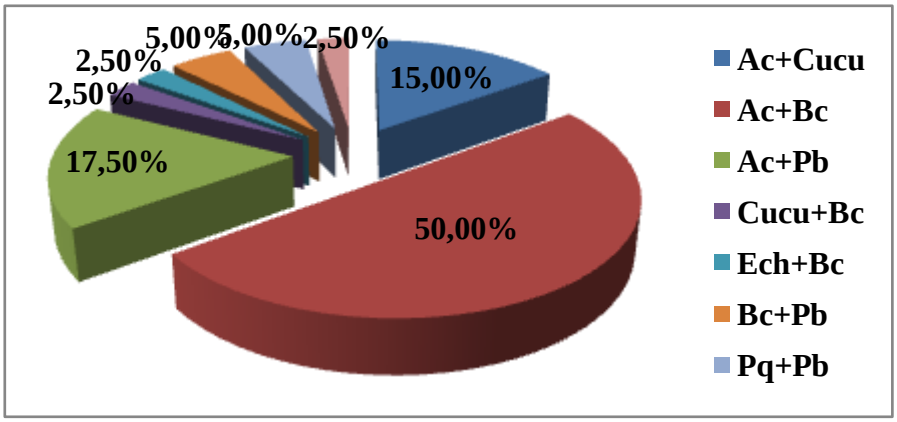


Figure 94: Proportion des différentes combinaisons d'association de deux espèces parasites chez les anguilles de l'estuaire du Mafrag.

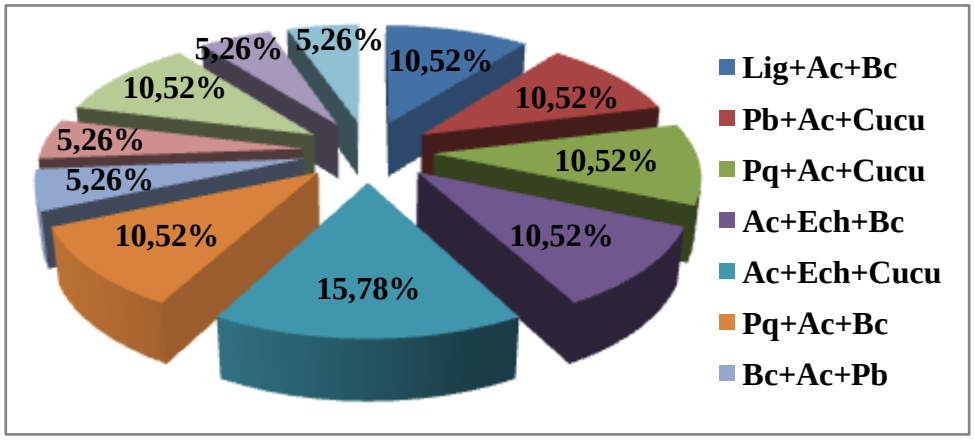


Figure 95 : Proportion des différentes combinaisons d'association de trois espèces parasites chez les anguilles de l'estuaire du Mafrag.

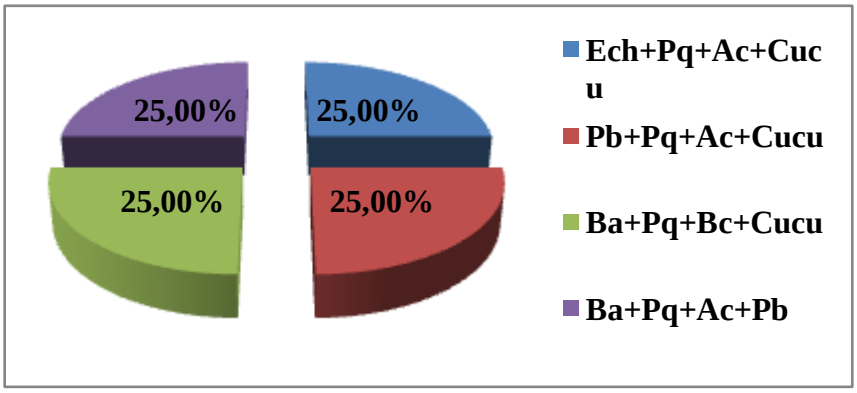


Figure 96: Proportion des différentes combinaisons d'association de quatre espèces parasites chez les anguilles de l'estuaire du mafrag.

5. ETUDE DU REGIME ALIMENTAIRE

L'alimentation de l'anguille dépend de son stade d'évolution. C'est un prédateur au régime alimentaire varié. En eau douce, ses proies sont constituées principalement de larves d'insectes, de crustacés, de poissons mais également de rongeurs chez les individus de grande taille. En mer, l'anguille se nourrit de petits poissons et de crustacés. Au cours de leur migration vers la mer des Sargasses, les adultes ne s'alimentent pas et vivent des réserves accumulées pendant le stade d'anguille jaune.

5. 1. Variation de coefficient de vacuité (Cv%) :

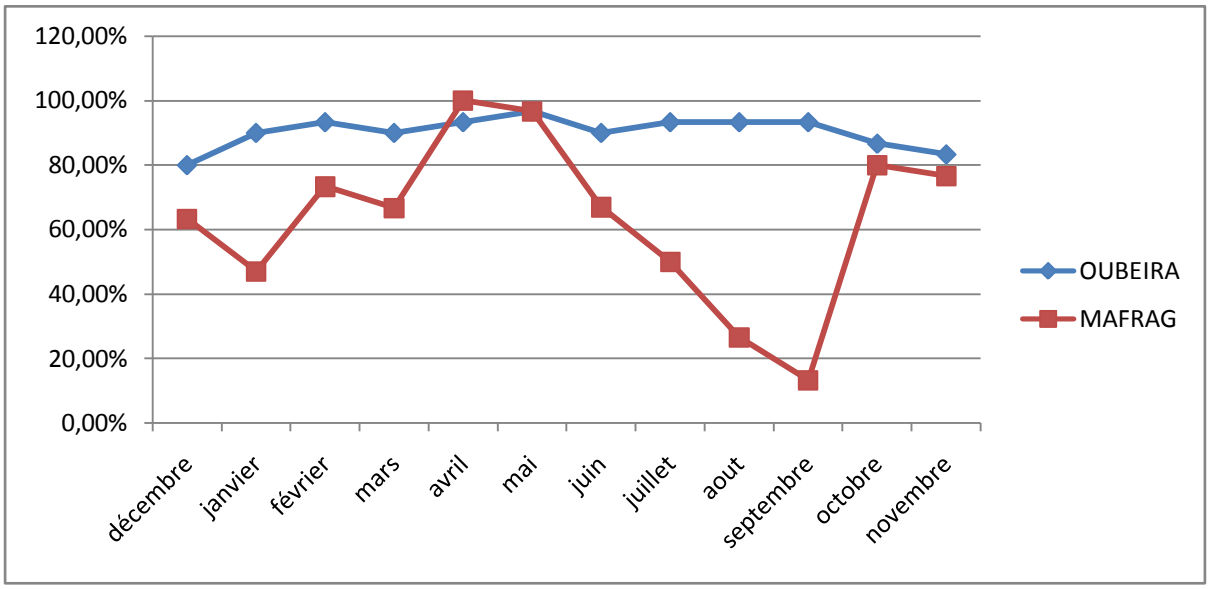


Figure 97 : Evolution mensuelle du coefficient de vacuité chez les anguilles des 2 plans d'eau.

- Dans le lac Oubeira, la valeur moyenne du coefficient de vacuité enregistrée pendant les 12 mois d'étude du régime alimentaire est de l'ordre de 90% ; ce qui représente 324 tubes digestifs vides sur les 360 examinés. Nous notons, par ailleurs, que les valeurs mensuelles des coefficients de vacuités fluctuent entre 80% en décembre et 96,66% en mai ; les valeurs de plus de 93% étant relevées au printemps et en été (fig97).

- Chez les anguilles de l'estuaire du Mafrag, le coefficient de vacuité moyen dépasse 63% ; ce qui équivaut à 197 tubes digestifs vides sur les 360 examinés. L'évaluation de la valeur mensuelle de ce coefficient (fig97) montre, à l'exception des mois d'août et septembre ou sont relevés respectivement 26 et 13%), que les valeurs notées durant les autres mois varient entre 47 et 100%.

Dans l'Oubeira, les coefficients de vacuités les plus élevés (100%) sont notés chez les spécimens dont la taille varie de 31 à 43cm et ceux qui mesure plus de 85cm. Les valeurs de ce coefficient montrent une légère baisse avec l'augmentation de la taille des individus pour atteindre une valeur proche de 84% chez les anguilles de 80cm (fig98).

5. 2. Variation du coefficient de vacuité (CV%) en fonction des classes de taille

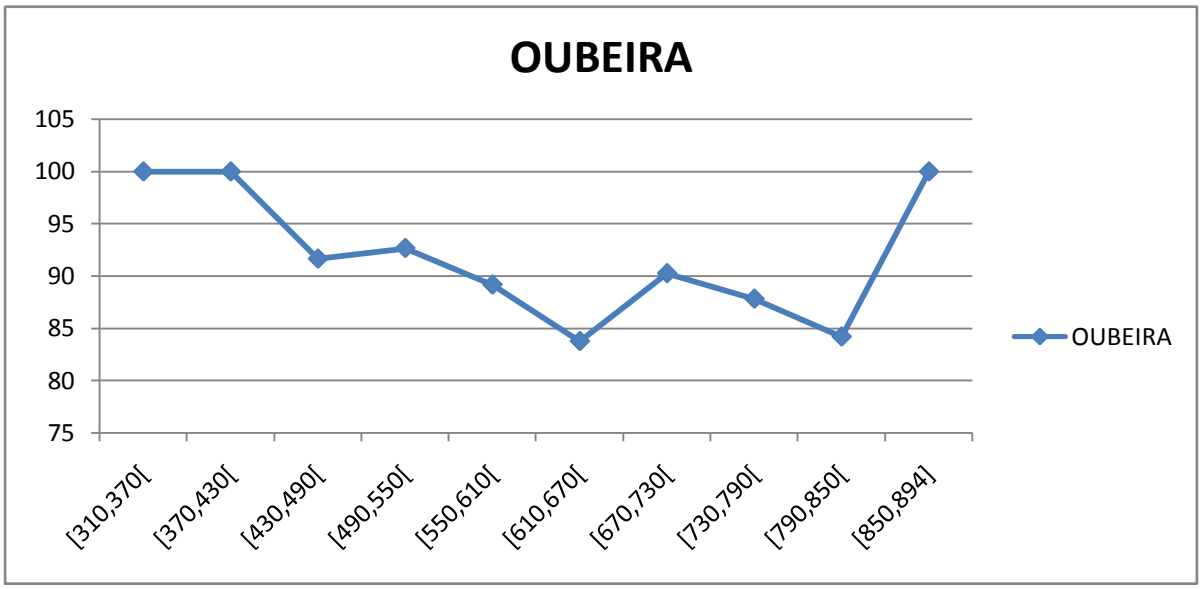


Figure 98 : Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la classe de taille des anguilles dans le lac Oubeïra

Chez les anguilles du Mafrag les coefficients de vacuité les plus bas (40%) sont enregistrés chez les individus de petites tailles (de 18 à 30 cm) ; les valeurs de ce coefficient montrent une légère hausse avec l'augmentation de la taille pour se stabiliser entre 62 et 66% chez les individus de taille comprise entre 36 et 66cm pour ensuite atteindre la valeur maximale (100%) chez les individus de plus grande taille (de plus de 66cm)(fig99)

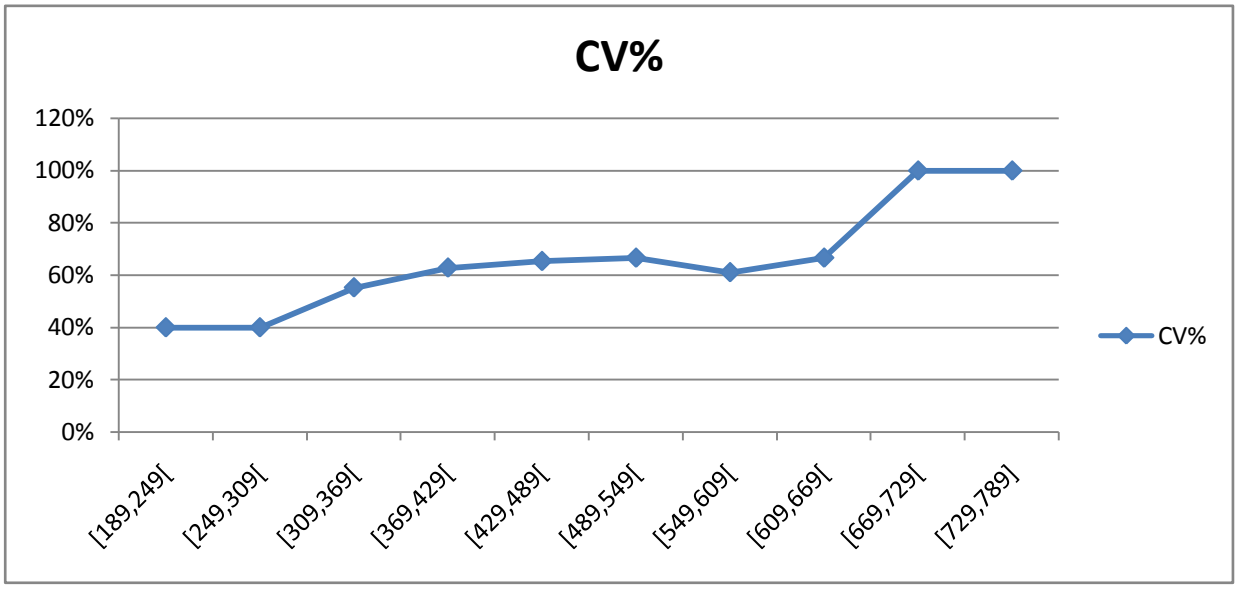


Figure 99 : Evolution du coefficient de vacuité en fonction de la classe de taille des anguilles dans l'estuaire du Mafrag

5. 3. Fréquences d'apparition des proies (F%) :

OUBEIRA

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

- Le contenu du tube digestif des anguilles de l'Oubeira comprend une forte proportion de poissons (46%) et d'aliments digérés (37%) ; la proportion d'insectes et de crustacés représente à peine 17% (fig100).

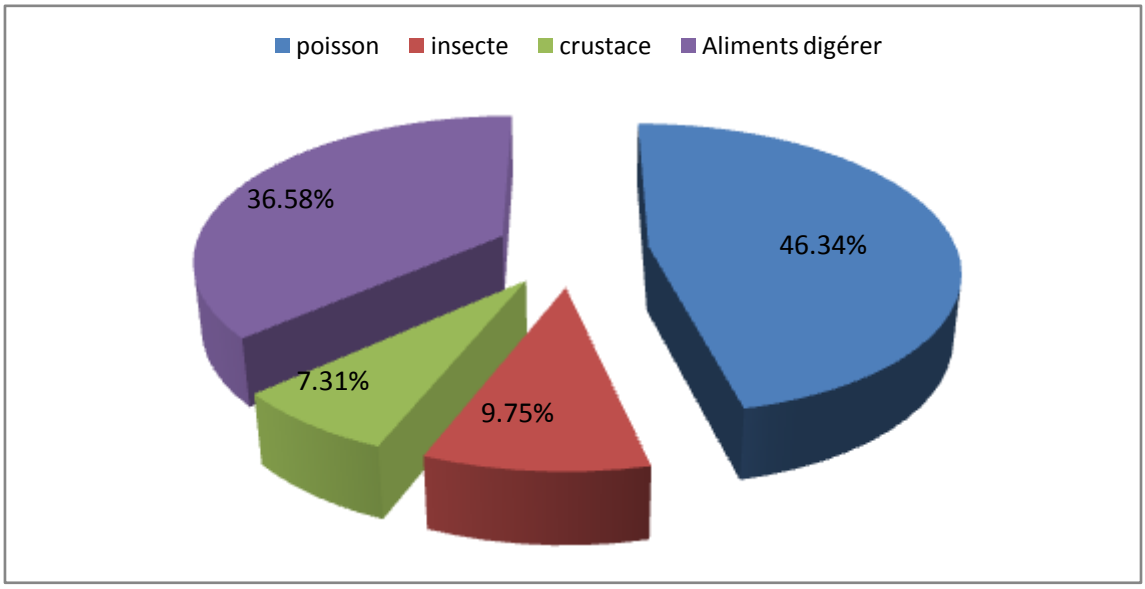


Figure 100 : Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles des différentes classes de taille (lac Oubeîra).

MAFRAG

- En milieu estuarien, le contenu du tube digestif des anguilles (fig101) est plus diversifié que celui des anguilles de l'Oubeira ; Dans le Mafrag, le régime alimentaire des anguilles examinées est constitué en majorité de proies animales (67%) regroupant des crustacés (plus de 35%), des poissons (plus de 21%), des insectes (plus de 10%) et des oiseaux (moins de 1%) ; la proportion de proies végétales est de l'ordre de 14% et représente ainsi le 1/9ème du contenu du tube digestif. En ce qui concerne les aliments digérés, ils représentent moins de 17% du contenu du tube digestif (fig101).

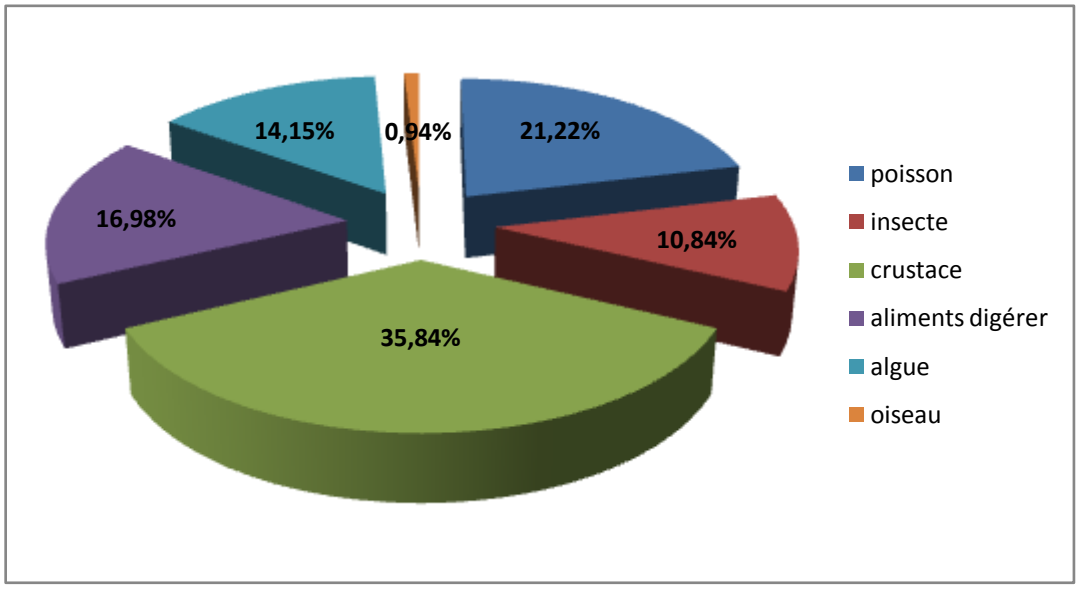


Figure 101 : Fréquence d'apparition des proies ingérées par les anguilles des différentes classes de taille (Estuaire Mafrag)

6. LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU

6. 1. Estuaire du Mafrag

- **Température**

La température de l'eau de l'estuaire du Mafrag varie de 10.2°C (en février) à 30°C (en août). L'écart de température entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid est de 19.2°C. La température de l'eau dépasse 20°C de mai à octobre ; durant les 6 autres mois de l'année la température est comprise entre 10 et 19°C (fig102).

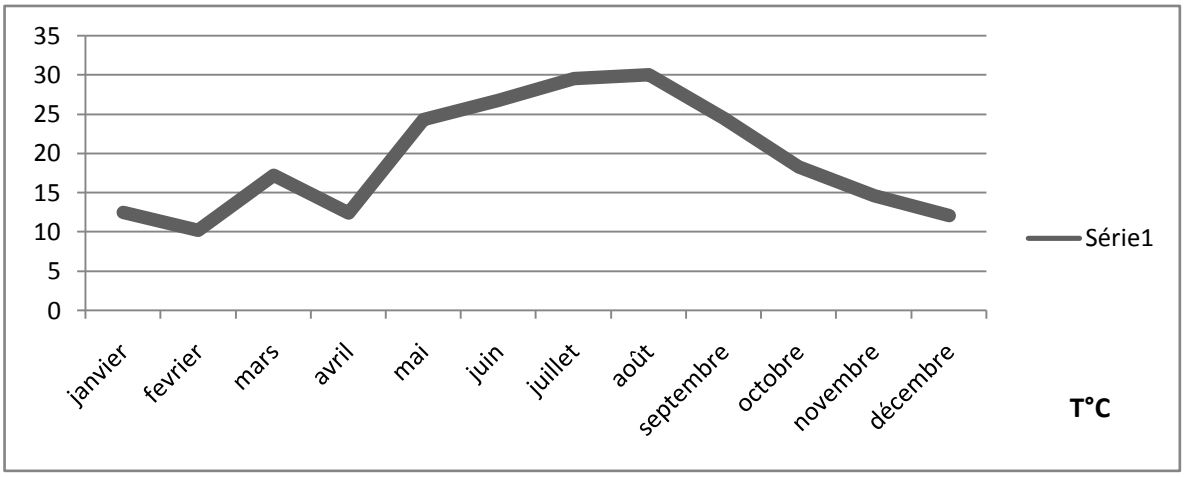


Figure 102: Variations mensuelles de la température (°C) de l'eau du Mafrag.

L'analyse statistique des données montre l'existence d'une corrélation positive hautement significative entre la température de l'eau et l'abondance de l'espèce parasite *Bothriocephalus claviceps* ($p \leq 0,01$).

- **pH**

Le pH de l'eau de l'estuaire est généralement alcalin; il montre des valeurs inférieures à 8 de février à juin ; mais en revanche de juillet à janvier les valeurs du pH dépassent la valeur 8 (fig103).

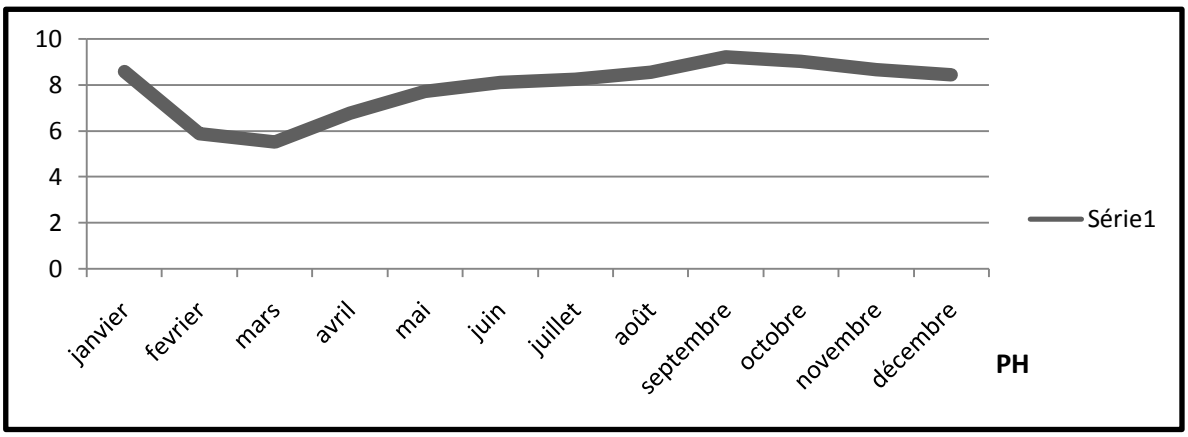


Figure 103: Variations mensuelles du pH de l'eau du Mafrag

L'analyse statistique des données montre l'existence d'une corrélation négative significative entre la prévalence de l'espèce parasite *Cucullanus sp.* et le pH de l'eau du Mafrag ($p \leq 0,05$).

- **Oxygène dissous**

Les teneurs en oxygène dissous de l'eau de l'estuaire du Mafrag varient de 6,3 mg/l (en mars) à 12,5 mg/l (en février). Les teneurs dépassent généralement 7 mg/l sauf en mars et juin ou elle chute à 6mg/l ; des pics de plus de 12mg/l sont relevés en février, avril et décembre (fig104).

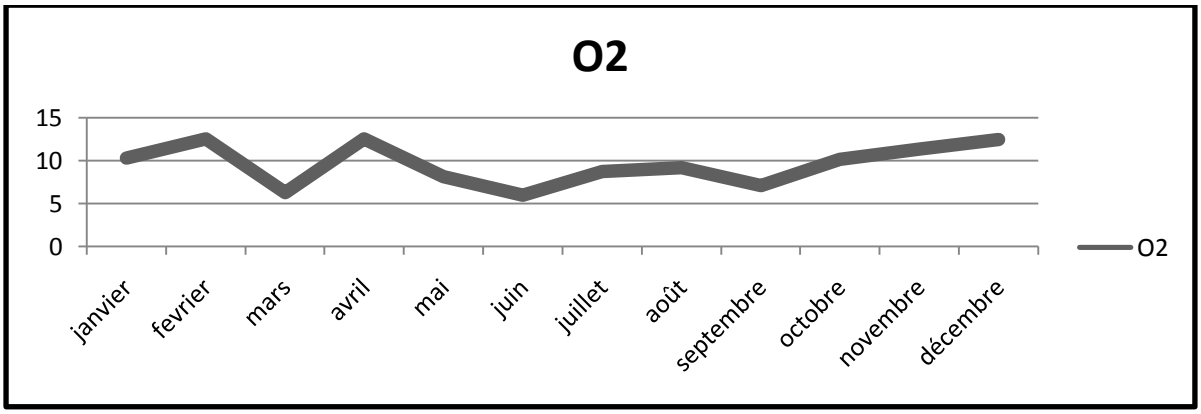


Figure 104: Variations mensuelles de la teneur en oxygène dissous (mg/l) de l'eau du Mafrag

L'analyse statistique des données fait apparaître l'existence d'une corrélation positive très hautement significative entre l'oxygène dissous de l'eau du Mafrag et l'abondance *d'Anguillicola crassus* ($p \leq 0{,}001$);

- **Salinité**

L'eau du Mafrag montre une salinité variant de 0,324g/l (en novembre) à 18,6 g/l (en aout); L'évolution de la salinité dans le Mafrag (fig105) est illustrée par des valeurs qui ne dépassent pas 4m/l durant presque toute l'année sauf en juillet, août et septembre ou des teneurs en sel de plus de 15g/l sont notés(fig105).

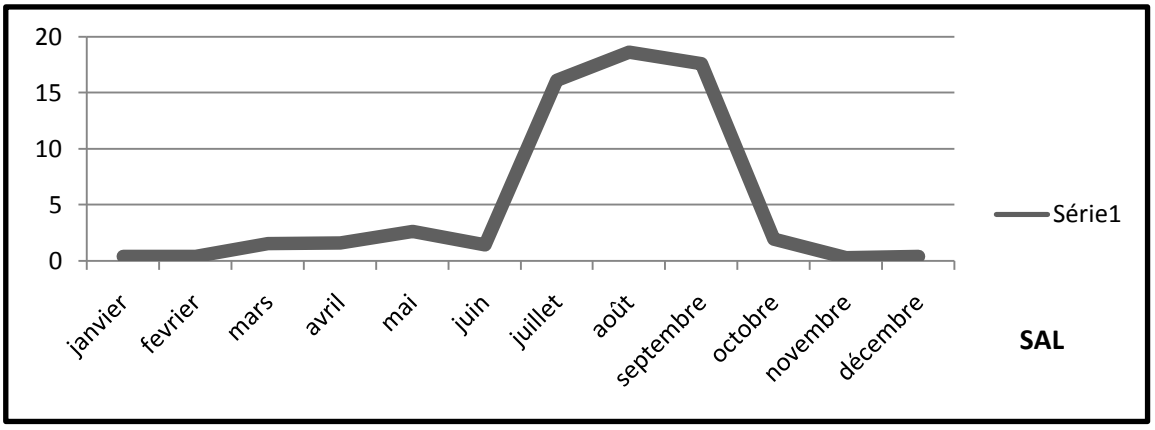


Figure 105: Variations mensuelles de la salinité (mg/l) de l'eau du Mafrag

L'analyse statistique des données montre l'existence d'une corrélation positive hautement significative entre la salinité de l'eau et l'abondance de l'espèce parasite *Bothriocephalus claviceps*($p \leq 0{,}01$).

6. 2. Lac Oubeira

- **Température**

La température de l'eau du lac Oubeira varie de 9°C (en février) à 29°C (en août). L'écart de température entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid est de 20°C. La température de l'eau est inférieure à 15°C de novembre à mars, mais durant la période s'étalant d'avril à octobre elle est comprise entre 15 et 29°C (fig106).

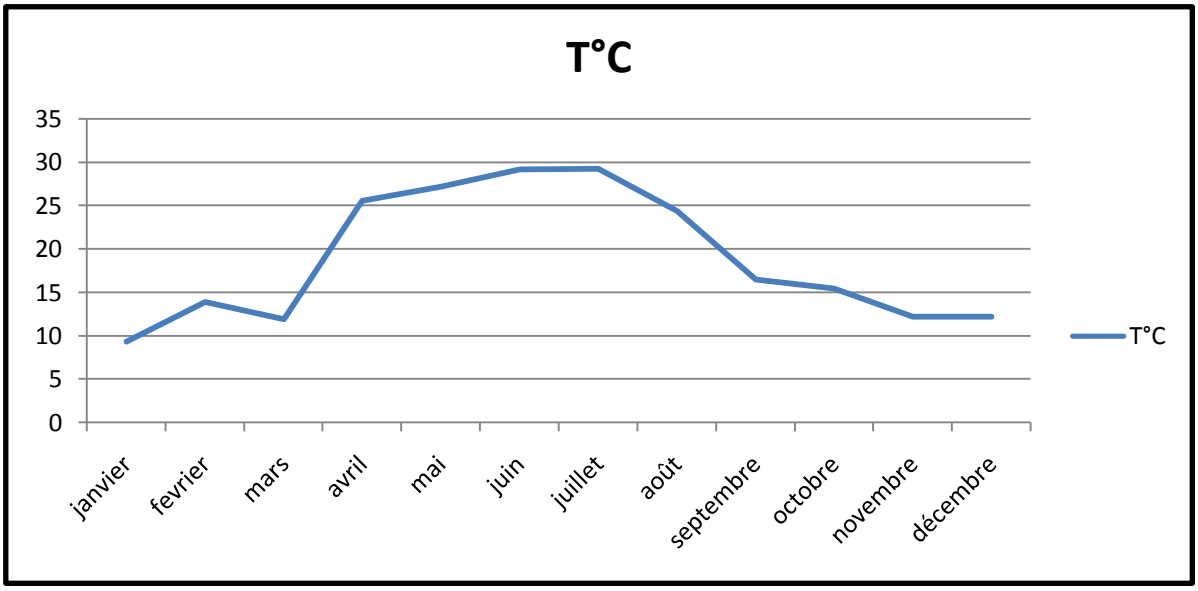


Figure 106: Variations mensuelles de la température (°C) de l'eau du lac oubeira.

- **pH**

Le pH de l'eau du lac est alcalin ; il est généralement compris entre 7 et 9. De février à mai le pH est proche de 7 mais durant la période s'étalant d'août à novembre les valeurs relevées sont proches de 9 (fig107).

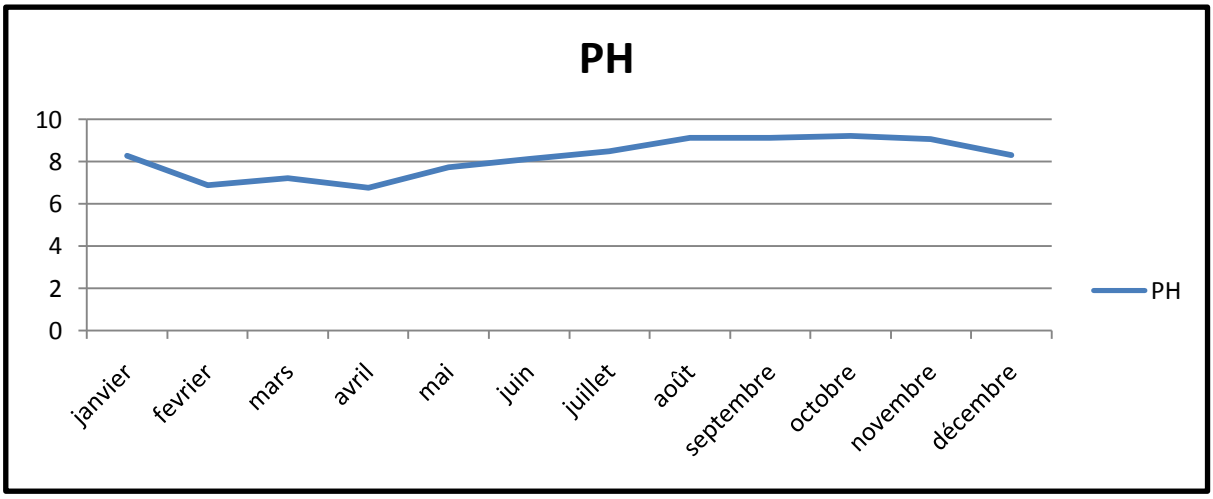


Figure 107: Variations mensuelles du pH de l'eau du lac Oubeira

L'analyse statistique des données révèle l'existence d'une corrélation négative hautement significative ($p \leq 0,01$) et très hautement significative ($P< 0,001$) respectivement entre l'abondance et l'intensité de l'espèce parasite *Anguillicola crassus* et le pH de l'eau de l'Oubeira.

- **Oxygène dissous**

Les teneurs en oxygène dissous de l'eau du lac Oubeira varient de 5 mg/l (en juillet) à 13 mg/l (en février); les valeurs comprises entre 5 et 8mg/l sont notées d'avril à juillet; durant le reste de l'année les teneurs en oxygène dissous de l'eau varient de 8 à 13 mg/l (fig108).

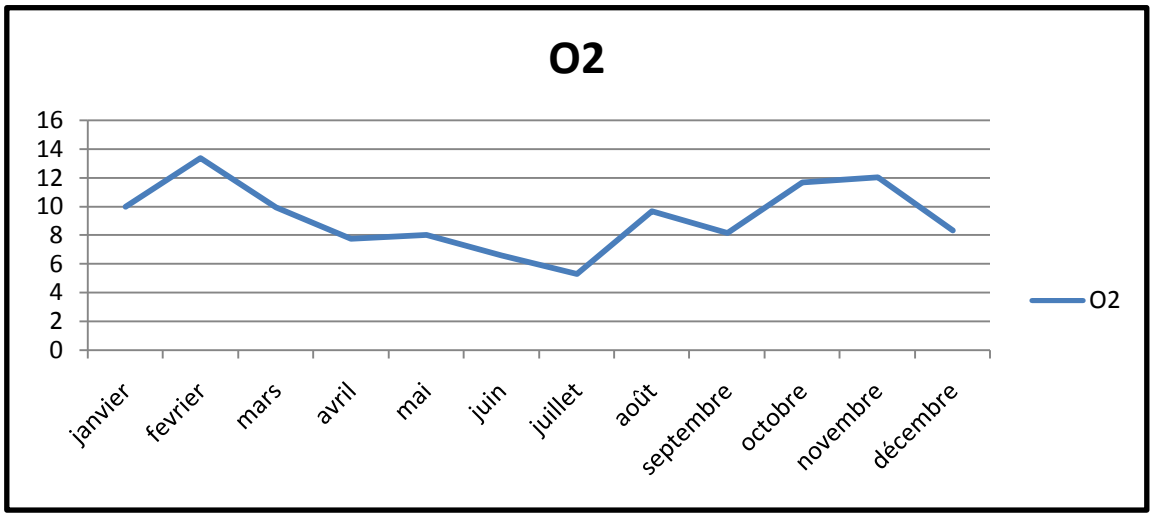


Figure 108: Variations mensuelles de la teneur en oxygène dissous (mg/l) de l'eau du lac Oubeira

7. ETUDE STATISTIQUE

Description des données : résultats statistiques.

Dans ce tableau, nous donnerons les résultats de la description des donnés obtenus pour chaque site ainsi que les variables mesurées (Tableau 06 et 07).

MAFRAG

Tableau 06: Description des données

	variable	n	$\bar{X}$	S	X_{min}	X_{max}
AC	PAC	12	48,33	15,99	23,33	70
	IAC	12	3,714	1,466	1,777	7,375
	AAC	12	1,905	0,957	0,533	3,933
ACTH	PACTH	12	0,278	0,41	0	1,111
	IACTH	12	4	9,34	0	33
	AACTH	12	0,1916	0,337	0	1,1
LIG	PLIG	12	1,11	2,169	0	6,66
	ILIG	12	0,25	0,452	0	1
	ALIG	12	0,011	0,02149	0	0,066
PB	PPB	12	7,5	11,29	0	40
	PPB	12	0,975	0,693	0	2
	PPB	12	0,0998	0,167	0	0,6
BC	PBC	12	15	13,74	3,33	46,66
	IBC	12	1,91	1,259	1	5,5
	ABC	12	0,3274	0,33	0,033	0,9
D	PD	12	1,39	4,81	0	16,66
	ID	12	0,1	0,346	0	1,2
	AD	12	0,0167	0,0577	0	0,2
CUCU	PCUCU	12	6,11	7,76	0	23,33
	ICUCU	12	1,456	1,555	0	5,142
	ACUCU	12	0,1719	0,3399	0	1,2
PARA	PPARA	12	5	8,47	0	30
	IPARA	12	0,866	0,992	0	2,5
	APARA	12	0,0914	0,1619	0	0,566
ASC	PASC	12	1,67	4,14	0	13,33
	IASC	12	0,167	0,389	0	1
	AASC	12	0,0166	0,0413	0	0,133
PARAMETRE	O_2	12	9,551	2,358	6,01	12,5
	PH	12	7,888	1,206	5,51	9,21
	T°	12	19,36	7,27	10,2	30
	SAL	12	5,27	7,39	0,324	18,6

OUBEÏRA

Tableau 07: Description des données

	variable	n	$\bar{X}$	S	X_{MIN}	X_{MAX}
AC	PAC	12	57,5	16,03	23,33	83,33
	IAC	12	6,041	2,428	2,714	9,714
	AAC	12	3,755	2,196	0,633	7,566
ACTH	PACTH	12	0,278	0,961	0	3,33
	IACTH	12	0,0833	0,2887	0	1
	AACTH	12	0,00275	0,00953	0	0,033
LIG	PLIG	12	1,388	3,001	0	10
	ILIG	12	0,306	0,576	0	1,666
	ALIG	12	0,0193	0,0479	0	0,166
PB	PPB	12	4,16	4,29	0	13,33
	IPB	12	0,993	0,929	0	3
	APB	12	0,058	0,0603	0	0,166
BCI	PBCI	12	37,77	12,97	23,33	73,33
	IBCI	12	1,511	0,3041	1,08	2,1
	ABCI	12	0,5858	0,2827	0,266	1,333
BCE	PBCE	12	3,887	3,433	0	10
	IBCE	12	0,833	0,577	0	2
	ABCE	12	0,0414	0,0351	0	0,1
PBC1	PPBC1	12	0,555	1,296	0	3,33
	IPBC1	12	0,25	0,622	0	2
	APBC1	12	0,0075	0,01865	0	0,06
D	PD	12	5,55	9,36	0	33,33
	ID	12	0,669	0,61	0	1,5
	AD	12	0,0665	0,1137	0	0,4
CUCU	PCUCU	12	3,608	2,998	0	6,66
	ICUCU	12	0,667	0,492	0	1
	ACUCU	12	0,03575	0,02971	0	0,066
PARA	PPARA	12	1,665	1,739	0	3,33
	IPARA	12	0,583	0,669	0	2
	APARA	12	0,01925	0,02206	0	0,066
ANIS	PANIS	12	41,11	16,78	23,33	76,66
	IANIS	12	1,49	0,379	1	2,25
	AANIS	12	0,6267	0,3262	0,233	1,233
PARAMETRE	O_2	12	9,223	2,35	5,27	13,38
	PH	12	8,179	0,881	6,75	9,2
	T°	12	18,91	7,52	9,35	29,2

Analyse de la variance univariée ANOVA : résultats statistiques.

Les résultats du test d'analyse de la variance univariée modèle fixe appliquée à chacune des variables mesurées. Il s'agit de comparer, entre les quatre saisons, l'égalité des moyennes de chaque caractéristique mesurée, pour chacun des deux sites.

L'analyse des données relatives aux variables mesurées dans l'estuaire du Mafrag (tableau8) montre :

- l'existence de différences très hautement significatives entre les valeurs de la salinité de l'eau relevées pendant les 4 saisons ;
- l'existence de différences hautement significatives entre les valeurs de l'abondance de l'espèce parasite *Echinorhynchus sp* enregistrées pendant les 4 saisons
- l'existence de différences hautement significatives entre les valeurs de la prévalence de l'espèce parasite *Bothriocephalus claviceps* enregistrées pendant les 4 saisons
- l'existence de différences significatives entre les valeurs de la prévalence de l'espèce parasite *Echinorhynchus sp* enregistrées pendant les 4 saisons ;
- l'existence de différences significatives entre les valeurs de l'intensité de l'espèce parasite *Cucullanus sp* enregistrées pendant les 4 saisons
- l'existence de différences significatives entre les valeurs de la température de l'eau relevées pendant les 4 saisons
- L'absence de différences significatives pour le reste des variables mesurées.

L'analyse des données relatives aux variables mesurées dans le lac Oubeira (tableau9) montre :

- l'existence de différences hautement significatives entre les valeurs de la température de l'eau enregistrées pendant les 4 saisons
- l'existence de différences hautement significatives entre les valeurs de l'intensité de l'espèce parasite *Anguillicola crassus* et le pH de l'eau enregistrée pendant les 4 saisons
- l'existence de différences significatives entre les valeurs de l'abondance et l'intensité de l'espèce parasite *Anguillicola crassus* enregistrées pendant les 4 saisons.
- L'absence de différences significatives pour le reste des variables mesurées.

MAFRAG

- **Tableau 8 :** Analyse de la variance univariée ANOVA

Variables	variation	ddl	SCE	CM	Fobs	P
PAC	SAISONS	3	99,967	33,322	0,098	0,959 NS
IAC	SAISONS	3	7,250	2,417	1,180	0,377 NS
AAC	SAISONS	3	2,273	0,758	0,777	0,539 NS
PACTH	SAISONS	3	1,235	0,412	5,333	0,026 *
IACTH	SAISONS	3	354,000	118,000	1,559	0,273 NS
AACTH	SAISONS	3	0,951	0,317	8,515	0,007 **
PLIG	SAISONS	3	7,393	2,464	0,444	0,728 NS
ILIG	SAISONS	3	0,250	0,083	0,333	0,802 NS
ALIG	SAISONS	3	0,001	0,000	0,444	0,728 NS
PPB	SAISONS	3	336,139	112,046	0,840	0,509 NS
IPB	SAISONS	3	0,622	0,208	0,356	0,786 NS
APB	SAISONS	3	0,068	0,023	0,752	0,551 NS
PBC	SAISONS	3	1544,389	514,796	7,725	0,010 **
IBC	SAISONS	3	2,088	0,696	0,363	0,782 NS
ABC	SAISONS	3	0,665	0,222	3,323	0,077 NS
PD	SAISONS	3	69,389	23,130	1,000	0,441 NS
ID	SAISONS	3	0,360	0,120	1,000	0,441 NS
AD	SAISONS	3	0,010	0,003	1,000	0,441 NS
PCUCU	SAISONS	3	196,215	65,405	1,121	0,396 NS
ICUCU	SAISONS	3	18,311	6,104	5,890	0,020 *
ACUCU	SAISONS	3	0,430	0,143	1,364	0,322 NS
PPARA	SAISONS	3	188,878	62,959	0,840	0,509 NS
IPARA	SAISONS	3	3,204	1,068	1,122	0,396 NS
APARA	SAISONS	3	0,061	0,020	0,713	0,571 NS
PASC	SAISONS	3	40,715	13,572	0,733	0,561 NS
IASC	SAISONS	3	0,333	0,111	0,667	0,596 NS
AASC	SAISONS	3	0,004	0,001	0,735	0,560 NS
O_2	SAISONS	3	14,640	4,880	0,839	0,510 NS
PH	SAISONS	3	8,778	2,926	3,239	0,082 NS
T°	SAISONS	3	400,583	133,528	5,911	0,020 *
SAL	SAISONS	3	593,709	197,903	240,260	0,0001 ***

OUBEÏRA

- **Tableau 9 :** Analyse de la variance univariée ANOVA

Variables	variation	ddl	SCE	CM	Fobs	P
PAC	mois	3	1788,248	596,083	4,599	0,038 *
IAC	mois	3	51,935	17,312	10,726	0,004 **
AAC	mois	3	35,737	11,912	5,507	0,024 *
PACTH	mois	3	2,772	0,924	1,000	0,441 NS
IACTH	mois	3	0,250	0,083	1,000	0,441 NS
AACTH	mois	3	0,000	0,000	1,000	0,441 NS
PLIG	mois	3	39,796	13,265	1,791	0,227 NS
ILIG	mois	3	1,583	0,528	2,036	0,187 NS
ALIG	mois	3	0,009	0,003	1,497	0,288 NS
PPB	mois	3	54,665	18,222	0,985	0,447 NS
IPB	mois	3	0,669	0,223	0,202	0,892 NS
APB	mois	3	0,011	0,004	1,056	0,420 NS
PBCI	mois	3	644,489	214,830	1,423	0,306 NS
IBCI	mois	3	0,065	0,022	0,183	0,905 NS
ABCI	mois	3	0,245	0,082	1,031	0,429 NS
PBCE	mois	3	11,111	3,704	0,250	0,859 NS
IBCE	mois	3	1,000	0,333	1,000	0,441 NS
ABCE	mois	3	0,002	0,001	0,391	0,763 NS
PPBC1	mois	3	11,089	3,696	4,000	0,052 NS
IPBC1	mois	3	2,250	0,750	3,000	0,095 NS
APBC1	mois	3	0,002	0,001	3,000	0,095 NS
PD	mois	3	355,378	118,459	1,560	0,273 NS
ID	mois	3	1,378	0,459	1,355	0,324 NS
AD	mois	3	0,049	0,016	1,391	0,314 NS
PCUCU	mois	3	2,772	0,924	0,077	0,971 NS
ICUCU	mois	3	0,000	0,000	0,000	1,000 NS
ACUCU	mois	3	0,000	0,000	0,077	0,971 NS
PPARA	mois	3	3,696	1,232	0,333	0,802 NS
IPARA	mois	3	0,917	0,306	0,611	0,627 NS
APARA	mois	3	0,001	0,000	0,611	0,627 NS
PANIS	mois	3	1873,993	624,664	4,088	0,049 NS
IANIS	mois	3	0,582	0,194	1,561	0,273 NS
AANIS	mois	3	0,830	0,277	6,496	0,015 NS
O_2	mois	3	33,599	11,200	3,297	0,079 NS
PH	mois	3	5,738	1,913	5,455	0,025 *
T°	mois	3	515,697	171,899	12,870	0,002 **

-$p > \alpha = 0,05$: (ns) différences non significatives ; - $p \leq \alpha = 0,05$: (*) différences juste significatives ;

-$p \leq \alpha = 0,01$: (**) différences hautement significatives ; -$p \leq \alpha = 0,001$: (***) différences très hautement significatives.

Corrélation : Résultats Statistiques.

Les corrélations linéaires obtenues pour toutes les variables prises deux à deux, ainsi que les valeurs des probabilités p correspondantes ;

L'analyse statistique bivariée fait apparaître l'existence :

- de corrélations négatives très hautement significatives entre le pH de l'eau de l'Oubeira et l'intensité d'infestation de l'espèce parasite *A. crassus* relevée dans le lac Oubeira ;

- de corrélations négatives hautement significatives entre le pH de l'eau de l'oubeira et l'abondance de l'espèce *A. crassus* relevée dans le lac Oubeira ;

- de corrélations négatives significatives entre le pH de l'eau du Mafrag et la prévalence de l'espèce parasite Cucullanus sp. notée chez les anguilles du Mafrag ;

- de corrélations positives hautement significatives entre la température de l'eau du Mafrag et l'intensité et la prévalence de l'espèce parasite *Bothriocephalus claviceps* trouvée chez les anguilles de l'estuaire ;

- de corrélations positives hautement significatives entre la salinité de l'eau du Mafrag et l'abondance de l'espèce parasite *Bothriocephalus claviceps* trouvée chez les anguilles de l'estuaire ;

- de corrélations positives très hautement significatives entre la teneur en oxygène dissous dans l'eau du Mafrag et l'abondance de l'espèce parasite *Anguillicola crassus* notée chez les anguilles de l'estuaire ;

- de corrélations positives très hautement significatives entre la salinité de l'eau du Mafrag et la prévalence de l'espèce parasite *Bothriocephalus claviceps* trouvée chez les anguilles de l'estuaire ;

Test de Newman-Keuls pour la recherche de groupes homogènes : Résultats Statistiques.

L'application du **Test de Newman-Keuls** à chacune des variables, pour lesquelles le test d'analyse de la variance univariée a montré l'existence de différences significatives entre les saisons, a permis de donner les groupes de stations homogènes. Il est bien évident que pour chacune des variables les saisons sont classées de gauche à droite dans un ordre croissant de leurs moyennes de la dite variable. Chaque soulignement indique un groupe de stations homogènes. L'examen nous, montre que le nombre de groupes de stations varie de 1 à 2 groupes selon la variable considérée. Ces groupes sont d'ailleurs repris par le tableau de l'ANOVA.

L'analyse des résultats du **Test de Newman-Keuls** nous permet de conclure que, pour la plupart des variables étudiées :

- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de la prévalence *d'A crassus* chez les anguilles de l'Oubeira, de 2 groupes homogènes : l'un représenté par l'été et l'autre regroupe les trois autres saisons (automne-hiver-printemps)
- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de l'intensité *d'A crassus* chez les anguilles de l'Oubeira, de 2 groupes homogènes : le premier, représenté par l'été et l'automne et le second par les trois saisons « automne-printemps-hiver »
- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de l'abondance du parasite *A crassus* chez les anguilles de l'Oubeira, de 2 groupes homogènes : le premier, représenté par l'été et l'automne et le second par les trois saisons «hiver-printemps-automne»
- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de l'abondance du parasite *Pseudoterranova decipiens* chez les anguilles de l'Oubeira, de 2 groupes homogènes: le premier, constitué de l'été-hiver-printemps et le second par les 2 saisons «printemps-automne»
- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de la température de l'eau de l'Oubeira, de 2 groupes homogènes : le premier, représenté par l'hiver-automne et le second par les 2 saisons «été-printemps»
- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de la prévalence et l'abondance du parasite E*chinorhynchus sp* chez les anguilles du Mafrag, de 2 groupes homogènes: le premier, constitué de « hiver-automne-été » et le second par le «printemps»
- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de l'abondance du parasite E*chinorhynchus sp* chez les anguilles du Mafrag, de 2 groupes homogènes: le premier, constitué de « hiver-automne-été » et le second par le «printemps»
- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de la prévalence du parasite *Botrhiocephalus claviceps* chez les anguilles du Mafrag, de 2 groupes homogènes: le premier, constitué de « hiver-printemps-automne » et le second par « l'été»
- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de l'intensité du parasite *Cucullanus sp.* chez les anguilles du Mafrag, de 2 groupes homogènes: le premier, constitué de « été-hiver -automne » et le second par «le printemps»
- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de la température de l'eau du Mafrag, de 2 groupes homogènes : le premier, représenté par l'hiver-automne-printemps et le second par les 2 saisons «printemps-été»

- l'existence, en ce qui concerne les valeurs saisonnières de la salinité de l'eau du Mafrag, de 2 groupes homogènes : le premier, représenté par l'hiver-automne-printemps et le second par «l'été»

OUBEÏRA

Tableau 10 : Groupes homogènes

Variable	Groupe homogènes			
PAC	36,66 ETE	61,11 AUT	65,55 PRT	66,66 HIV
IAC	3,007 ETE	5,22 AUT	7,96 PRT	7,97 HIV
AAC	1,12 ETE	3,29 AUT	5,28 HIV	5,31 PRT
AANIS	0,311 ETE	0,47 HIV	0,71 PRT	1,011 AUT
T°	11,74 HIV	13,3 AUT	23,33 ETE	27,24 PRT

MAFRAG

Tableau 11 : Groupes homogènes

Variable	Groupe homogènes			
PACTH	0,092 HIV	0,092 AUT	0,092 ETE	0,83 PRT
AACTH	0,011 HIV	0,677 AUT	0,066 ETE	0,011 PRT
PBC	6,66 HIV	7,77 PRT	34,44 AUT	11,06 ETE
ICUCU	0,33 ETE	0,94 HIV	1 AUT	3,547 PRT
T°	13,3 HIV	15 AUT	21,13 PRT	28 ETE
SAL	0,82 HIV	0,92 AUT	1,91 PRT	17,43 ETE

Test t de Student pour échantillons indépendants : résultats statistiques.

Le test t de Student, pour échantillons indépendants, utilisé pour comparer, entre les deux sites, les moyennes de chacune des 27 variables calculées durant les 12 mois de l'année, donne les résultats figurant dans le (tableau 12).

L'analyse des résultats contenus dans le tableau 14 montre:

- L'existence de différences hautement significatives entre les valeurs de l'intensité *d'Anguillicola crassus* et *Bucephalus anguillae* trouvées chez les anguilles des 2 sites ;
- L'existence de différences significatives entre les valeurs de l'abondance *d'Anguillicola crassus* trouvées chez les anguilles des 2 sites
- En ce qui concerne les autres variables, l'absence de différences significatives.

Tableau 12: Résultat du test t de Student de la comparaison, entre sites, des moyennes de chacune des variables

Variables	Moyennes par sites		Variable statistiques	
	MG	OB	T obs	P
PAC	48.3	57.5	1.4	0.175 NS
IAC	3.71	6.04	2.84	0.009 **
AAC	1.905	3.76	2.68	0.014 *
PACTH	0.278	0.278	0	0.999 NS
IACTH	4	0.083	1.45	0.161 NS
AACTH	0.192	0.00275	1.94	0.065 NS
PLIG	1.11	1.39	0.26	0.79 NS
ILIG	0.25	0.306	0.26	0.795 NS
ALIG	0.011	0.0193	0.55	0.588 NS
PPB	7.5	4.16	0.96	0.35 NS
IPB	0.975	0.993	0.05	0.959 NS
APB	0.1	0.058	0.81	0.42 NS
PBC	15	37.8	4.17	0.000 NS
IBC	1.91	1.511	1.07	0.297 NS
ABC	0.1	0.058	0.81	0.42 NS
PD	1.39	5.55	1.37	0.184 NS
ID	0.1	0.669	2.81	0.01 **
AD	0.0167	0.067	1.35	0.19 NS
PCUCU	6.11	3.61	1.04	0.309 NS
ICUCU	1.46	0.667	1.68	0.108 NS
ACUCU	0.172	0.0358	1.38	0.181 NS
PPARA	5	1.67	1.34	0.195 NS
IPARA	0.866	0.583	0.82	0.422 NS
APARA	0.091	0.0193	1.53	0.14 NS
O_2	9.55	9.22	0.34	0.736 NS
T°	19.36	18.91	0.15	0.882 NS
PH	7.89	8.179	0.68	0.506 NS

$p > \alpha = 0,05$: (ns) différences non significatives
$p \leq \alpha = 0,05$: (*) différences juste significatives
$p \leq \alpha = 0,01$: (**) différences hautement significatives
$p \leq \alpha = 0,001$: (***) différences très hautement significatives

DISCUSSION

- L'observation des caractères morpho anatomiques des endoparasites récoltés chez l'anguille *Anguilla anguilla* provenant des 2 plans d'eau nous a permis d'identifier 5 nématodes (*Cucullanus sp., Paraquimperia tenerrima, Pseudoterranova decipiens, Camallanus lacustris, Anguillicola crassus*), 4 cestodes («*Bothriocephalus claviceps, Parabothriocephalus psenopsis, Parabothriocephalus gracilis, Ligula intestinalis*), un Acanthocephale (*Echinorhynchus sp.*) et un digène (*Bucephalus anguillae*).

- L'ensemble des espèces parasites identifiées parasite le tube digestif, à l'exception d*'Anguillicola crassus* qui parasite la vessie natatoire.

- La plus grande diversité en espèces est notée chez les anguilles du lac Oubeira qui abritent 10 espèces sur les onze identifiées ; l'espèce *Camallanus lacustris* étant absente chez les anguilles de ce plan d'eau ; en ce qui concerne les anguilles du Mafrag, ces dernières n'hébergent pas les espèces *Parabothriocephalus gracilis* et *Pseudoterranova decipiens*.

En terme de richesse parasitaire des anguilles, les études menées sur les lagunes méditerranéennes montrent des résultas similaires aux nôtres: en France, Fazio et al., (2005) recensent 10 espèces, en Italie Kennedy et al., (1997) signalent 10 espèces et en Espagne Maillo et al., (2000) décrivent 11 espèces. Les résultats rapportés sont le fruit d'études très ponctuelles, car les suivis temporels sont rares. En Autriche, après 8 ans (de 1994 à 2001) d'étude de la composition et la richesse de la communauté d'helminthes d'une population d'anguilles de culture, Schabuss et al. (2005), trouvent des caractéristiques similaires avec celles des populations sauvages d'Angleterre illustrées par la présence de peu d'espèces et d'une espèce dominante. La disponibilité des hôtes intermédiaires, indispensable au déroulement des cycles hétéroxènes des parasites, en plus des conditions du milieu (température, salinité, vitesse du courant) qui agissent sur le développement des différents stades du parasite et de l'état des milieux (la pollution influe sur l'abondance des hôtes intermédiaires) jouent un rôle dans la variation des paramètres épidémiologiques (Barker & Cone, 2000; Gargouri Ben Abdallah & Maamouri, 2005; Maillo et al., 2005).

La plus grande diversité parasitaire est rencontrée chez les anguilles provenant de plans d'eau douce (Boudjadi et al, 2009) contrairement à celles de la lagune. L'augmentation de salinité est corrélée, selon Koie, (1988) et Kennedy et al,(1997 à une diminution de la diversité parasitaire.

C'est l'espèce *A. crassus* qui prédomine dans les deux plans d'eau, en enregistrant des prévalences de plus de 48 et 57% dans le Mafrag et l'Oubeira respectivement.

Dans l'Oubeira, les espèces parasites qui enregistrent des prévalences de plus de 40% sont *Bothriocephalus claviceps* (P=41,6%) et *Pseudoterranova decipiens* (P=41,1%).Les espèces recensées enregistrant des prévalences comprises entre 3 et 6% sont *Bucephalus anguillae* (P=5,55%), *Parabothriocephalus psenopsis* (P=4,16%) et *Cucullanus sp.*(P=3,6%). Les quatre autres espèces recensées montrent des prévalences de moins de 2% (*Echinorhynchus sp.* (P=0,27%), *Ligula intestinalis* (P=1,38%), *Parabothriocephalus gracilis* (P=0,55%) et *Paraquimperria tenerrima* (P=1,66%).

Dans l'estuaire du Mafrag, c'est l'espèce *Bothriocephalus claviceps* qui vient après *A. crassus* en enregistrant une prévalence de 14,99% ; elle est suivie par *Parabothriocephalus psenopsis* (P=7,49%), *Cucullanus sp.* (P=6,10%) et *Paraquimperia tenerrima* (P=4,99%). Les espèces *Echinorhynchus sp, Ligula intestinalis, Bucephalus anguillae* et *Camallanus lacustris* enregistrent des prévalences de moins de 1,7%.

Les valeurs de l'intensité d'infestation les plus élevées sont enregistrées par *A. crassus* dans l'Oubeira (I>6) et *Echinorhynchus sp*. dans le Mafrag (I=4); Dans l'estuaire, l'intensité d'infestation des anguilles par *A. crassus* n'excède pas 4 vers/poisson infesté.

Les valeurs de l'intensité d'infestation comprise entre 1 et 2 sont notées par *Bothriocephalus claviceps* (1,9 et 1,46 respectivement dans le Mafrag et l'Oubeira), *Cucullanus sp.* dans le Mafrag (I=1,45) et *Pseudoterranova decipiens* dans l'Oubeira (I=1,49). Les espèces dont l'intensité d'infestation varie entre 0,5 et 1 sont *Parabothriocephalus psenopsis* (I=0,99 et I=0,97 respectivement dans l'Oubeira et le Mafrag), *Paraquimperia tenerrima* (I=0,58 et I=0,86 respectivement dans l'Oubeira et le Mafrag), *Cucullanus sp.* dans l'oubeira (I=0,66) et *Bucephalus anguillae* dans le Mafrag (I=0,67). En ce qui concerne les autres espèces, leur intensité d'infestation ne dépasse pas 0,4 spécimens.

Dans l'Oubeira, les valeurs de l'abondance supérieures à 0,6 sont enregistrées par les espèces *A. crassus* (A=3,7), *Bothriocephalus claviceps* (A=0,64) et *Pseudoterranova decipiens* (A=0,62).Dans le Mafrag, les valeurs de l'abondance de plus de 0,19 sont relevées chez *A. crassus* (A=1,90), *Echinorhynchus sp* (A=0,19) et *Bothriocephalus claviceps* (A=0,32).

L'évaluation des taux d'infestation montre une nette prédominance du monogène *Pseudodactylogyrus sp.* dans le lac Tonga (Ladjama, 2010). En eau douce, des études menées sur la dynamique des communautés d'helminthes dans l'intestin de l'anguille européenne au Royaume-Uni et sur la rivière Tibre en Italie montrent des résultats similaires illustrés par une faible densité, une faible diversité et la prédominance d'une espèce, souvent un acanthocéphale (Kennedy et al., 1998b). Il est, par ailleurs, signalé que l'espèce dominante de parasites d'anguilles varie selon les sites: *Pseudodactylogyrus anguillae* (monogène) dans le delta de l'Èbre (Maillo et al., 2005), *Deropristis inflata* et *Bucephalus polymorphus* (digènes) dans les lagunes d'Italie (Kennedy et al., 1997; Di Cave et al., 2001), *A. crassus* dans les lagunes du Languedoc Roussillon (Benajiba, 1991) et *Bucephalus anguillae* dans les lagunes tunisiennes (Gargouri Ben Abdallah & Maamouri, 2005).

Anguillicola crassus

L'espèce *Anguillicola crassus* est rencontrée durant toute l'année dans les deux plans d'eau mais à des prévalences comprises entre 23 et 83% dans l'Oubeira et 23 et 70% dans le Mafrag.

Dans les plans d'eau de la zone humide du Par National d'El Kala, la présence du ver nématode *A. crassus,* est rapportée, par Meddour et al,, (1991), Djebarri et al, (2005 et 2009) et Loucif et al,(2009). Dans le lac Tonga, *A crassus* est présent toute l'année, mais, en revanche, en milieu lagunaire sa présence est limitée à huit mois sur douze (Ladjama, 2010). Cet auteur signale des prévalences de 40% chez les anguilles du lac Tonga et seulement 5% chez celles de la lagune El Mellah. Les valeurs de la prévalence relevées dans le lac Oubeira sont plus élevées que celles rapportées dans le lac Tonga (Ladjama, 2010); mais, en revanche, celles notées dans l'estuaire du Mafrag sont assez proche de celles signalées au Maroc dans l'estuaire Moulouya (Rahou et *al.*, 2001) et dans l'estuaire du Sebou (Loukili et Belghyti, 2007) et en France, dans le Delta du Rhône (Levebvre et *al.*, 2002). En Tunisie, les valeurs rapportées par Gargouri Benabdallah et Maamouri (2006) sont en revanche légèrement plus élevées que celles notées dans la lagune El Mellah mais sont nettement plus faibles que celles enregistrées dans le Mafrag.

Des variations mensuelles de la prévalence sont rapportées dans de nombreux biotopes; Dans le lac Tonga, les prévalences mensuelles varient de 20% (en juillet) à 63% (en décembre) et sont comprises entre 0 et 13% dans la lagune (Ladjama, 2010). Dans l'estuaire Moulouya, Rahou et *al.* (2001) signalent 0% (en août) et 70% (en avril) ; dans les lagunes tunisiennes, Gargouri Ben Abdallah et Maamouri, (2006) notent 4,35% (en juillet) et 35% (en mars);

dans le delta du Rhône, Lefebvre et *al.* (2002) enregistrent 40% (en octobre) et 72% (en juin). Cette variation mensuelle des indices parasitologiques serait liée aux fluctuations de la température; cette dernière aurait une influence aussi bien sur le développement larvaire du ver nématode dans l'eau et dans l'hôte intermédiaire (Petter et *al.*, 1989; de Charleroy et *al.*, 1989) que sur les anguilles fortement infestées (Lefebvre et *al.*, 2002).

Les valeurs de l'intensité d'infestation de l'anguille, par *A. crassus*, varient de 2,7 (en juin) à 9,7 (en janvier) dans l'Oubeira, et de 1,7 (en mai) à 7,37 (en novembre) dans le Mafrag ; L'anguille de l'Oubeira héberge plus de 7 vers (I=7,9) en hiver et au printemps, plus de 5 vers (5,2) en automne et seulement 3 vers en été. Dans le Mafrag, C'est en période automnale que l'intensité moyenne d'infestation est la plus élevée (I=4,9) et en période printanière qu'elle est la plus basse (I=2,7). Les valeurs de l'intensité relevées en hiver et en été sont de l'ordre de 3,4 et 3,7 respectivement. Les valeurs de l'abondance *d'A. crassus* suivent la même évolution que celles de l'intensité ; dans l'Oubeira, les valeurs les plus basses (A=1,1) sont obtenues en été et les plus élevées (A>5) en hiver et au printemps ;.mais en revanche, dans le Mafrag, *A. crassus* enregistre la valeur la plus basse (A=1,1) au printemps et la plus élevée (A=2,6) en automne. Les valeurs relevées dans l'Oubeira sont proches de celles rapportées dans le lac Tonga (Ladjama, 2010), les valeurs de l'intensité d'infestation des anguilles par *A. crassus* varient de 2,4 (en septembre) à 8,7 (en juillet) ; mais, en revanche, dans la lagune El Mellah, ces valeurs varient de 0 à 2 ; c'est, par ailleurs dans le Delta du Rhône que l'amplitude de variation la plus élevée et la plus proche de la notre est notée (1,5 à 7,7 vers/poisson infesté). Nos valeurs sont nettement plus élevées que celles rapportées par Gargouri Ben Abdallah et Maamouri (2006) dans les lagunes du nord-est de la Tunisie (de 1 à 1,5 vers/poisson infesté) et par El-Hilali et *al.* (2004-2005) dans l'estuaire du Sebou au Maroc (0,31 à 1,12 vers/poisson infesté). Dans ce même site, Loukili et Belghyti (2007) trouvent des valeurs de l'intensité d'infestation légèrement plus élevées que celles de 2004 (2,91 à 4 vers/poisson infesté) et similaires à celles enregistrées, dans la présente étude, dans l'estuaire du Mafrag.

Les prévalences saisonnières d'*A. crassus*, dans l'Oubeira, dépassent généralement 60% à l'exception de la période estivale ou moins de 40% des effectifs sont infestés, alors que dans le Mafrag les valeurs sont proches de 50% durant l'ensemble des saisons et légèrement basse en automne ou elles atteignent 44%. L'enregistrement en période hivernale et printanière de valeurs moyennes, de l'intensité et de l'abondance, élevées est conforté par les données obtenues dans des biotopes similaires au Maroc (Rahou et *al.*, 2001), en Tunisie (Gargouri Ben Abdallah et Maamouri, 2006) et en France (Levebvre et *al.*, 2002).

Chez les anguilles de l'Oubeira, *A. crassus* enregistre les prévalences les plus basses chez les anguilles de petite taille et les plus élevées chez celles de grande taille ; mais dans le Mafrag, ce ver nématode enregistre sa prévalence maximale chez les anguilles de petite taille. En ce qui concerne les charges parasitaires, elles augmentent de manière progressive avec l'augmentation de la taille de l'anguille aussi bien dans l'Oubeira que dans le Mafrag.

Les indices épidémiologiques (prévalence, intensité moyenne et abondance moyenne) du parasite *A. crassus* varient en fonction de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques.

Certaines études ont mis en évidence une diminution de l'intensité du parasite avec l'augmentation de la taille des anguilles (Loukili & Belghyti, 2007). Ce phénomène peut s'expliquer par le régime alimentaire des jeunes anguilles qui consomment plus d'hôtes intermédiaires comparativement aux grandes anguilles qui se nourrissent de petits poissons et crabes. Au contraire, Lefebvre et al. (2002a) trouvent une corrélation positive entre la taille de l'anguille et l'intensité et l'abondance du parasite, mais pas avec sa prévalence. Nos résultats relatifs à l'estuaire du Mafrag sont en accord avec ceux rapportés par Lefebvre et al., (2002a). Gargouri Ben Abdallah & Maamouri (2006) notent les plus fortes prévalences chez les individus de petites tailles (20-25cm) (corrélation négative), mais l'inverse pour les intensités,

les valeurs les plus fortes étant relevées chez les grands individus (Corrélation positive). Cette relation pourrait venir d'une exposition de l'hôte plus longue en milieu parasité, une surface à infester plus grande ou une consommation plus grande compte tenu de sa taille.

Le régime alimentaire joue certainement un rôle aussi pour expliquer la relation en cloche de l'abondance du parasite en fonction de la taille de l'hôte. En effet, les jeunes anguilles se nourrissent d'abord de crustacés puis deviennent de plus en plus piscivores. Le taux plus faible d'infestation sur des anguilles de grandes tailles peut indiquer, selon Blanc (1998), soit une diminution parallèle du taux d'infestation des hôtes paraténiques, soit l'acquisition d'une résistance au parasite. Benajiba et al., (1994) rapportent qu'une infestation plus grande (3 parasites) serait à corréler avec la phase intense d'alimentation de l'hôte. Les variations saisonnières des indices épidémiologiques seraient en relation avec les variations saisonnières de la température et l'alimentation; les explications proposées par Gargouri Ben Abdallah & Maamouri (2006), sont : en premier, les changements de températures, car les basses et hautes températures empêchent le développement du cycle parasitaire en rendant impossible le développement de la larve dans l'hôte intermédiaire copépode ; par ailleurs, l'anguille arrête de se nourrir en été lorsque la température est supérieure à 30°C et en hiver quand elle baisse à moins de 10°C; ce qui selon Lecomte-Finiger, (1983) limiterait l'arrivée des stades infestants et enfin le changement de proies.

Le développement du nématode *A. crassus* est dépendant de la température en milieu expérimental. A basse température (4C°), le développement larvaire se fait plus lentement, et les adultes, eux, sont sévèrement touchés avec une mortalité accrue et une baisse de la croissance et de la reproduction (Knopf et al.,1998). Un suivi de 4 ans en Camargue montre des variations saisonnières avec des pics réguliers au début de l'été et à la fin de l'hiver ; Il montre également qu'il n'y a pas d'influence de la localisation de l'échantillon et que l'importance de l'année semble secondaire (Lefebvre et al., 2002a).

Selon Kirk et al., (2000a), les niveaux d'infestation diminuent avec l'augmentation de la salinité. D'après Kennedy & Fitch, (1990), même en eau de mer, l'éclosion des oeufs des parasites montre une baisse mais n'est pas totalement inhibée. Lefebvre et al. (2003) mettent en évidence une relation négative entre les indices parasitaires (prévalence, intensité moyenne et abondance moyenne) des anguilles argentées et la salinité (prévalence de 52% en eau saumâtre à 77% en eau douce). Sauvaget et al., (2003) rapportent, dans le sud de la Bretagne, des prévalences élevées chez les anguilles vivant dans des milieux peu salés (plus de 90%) comparées à celles vivant dans des conditions estuariennes (à peine 15%). La même tendance est observée dans 4 lagunes de Tunisie par Gargouri Ben Abdallah & Maamouri, (2006).

Bothriocephalus claviceps

L'espèce *Bothriocephalus claviceps* est rencontrée chez les anguilles de l'Oubeira seulement 9 mois sur douze à des prévalences ne dépassant pas 10% ; Dans le Mafrag, ce cestode parasite infeste les anguilles durant toute l'année atteignant des prévalences de plus de 34% en période estivale. La valeur de l'intensité d'infestation la plus élevée (I=1,3) est relevée en période hivernale dans l'Oubeira et en période printanière et estivale (respectivement 2,5 et 2,1) dans le Mafrag.

Ce cestode est abondant en été (0,7) et très peu abondant (0,11) en hiver chez les anguilles de l'estuaire. Dans le lac Tonga, Ladjama (2010) rapporte que l'espèce *Bothriocephalus sp* infeste de 30 à 60% des effectifs en hiver et au printemps respectivement; mais touche moins de 20% des anguilles capturées en période estivale et automnale ; ce même auteur, signale, dans la lagune El Mellah, la présence de ce cestode qu'en octobre ou il n'infeste pas plus de 3,33% des effectifs d'anguille. Maillo et *al.* (2005) rapportent, en Espagne, que parmi les 3 lagunes étudiées, *Bothriocephalus claviceps* n'est présent qu'à 1,4% dans une seule d'entre elles (Encanyissada).

Dans les lagunes adriatiques, Di Cave et *al.* (2001) relèvent 9,1% d'infestation, alors qu'un taux d'infestation de 20% est rapporté par Caillot et *al.* (1999) en Corse. Des prévalences et des intensités plus élevées ont été rapportées dans la péninsule Ibérique (Saraiva et Eiras, 1996 ; Maillo et *al.*, 2001). La présence de ce cestode a été également signalée dans les eaux douces de plusieurs continents (Borgsteede et *al.*,1999).
Dans le Mafrag, les prévalences *Bothriocephalus claviceps* augmentent progressivement avec l'augmentation de la taille de l'anguille ; ce cestode enregistre une intensité d'infestation de plus de 2 vers/anguille infestée et une abondance de plus de 0,3 ver/individu examiné. Dans l'Oubeira, *B. claviceps* enregistre une prévalence de 30 à 45%, une intensité d'infestation maximale (2,5) chez les anguilles de grande taille et une abondance qui fluctue de 0,4 à 0,7 ver/individu examiné.

Bucephalus anguillae

Le digène *Bucephalus anguillae* est rencontré chez les anguilles de l'Oubeira durant 7 mois de l'année alors que dans le Mafrag il est seulement présent en novembre (P=16%). Dans l'Oubeira, ce digène est surtout présent en période estivale et automnale à des prévalences faibles (moins de 10%) mais montre, néanmoins, un pic de plus de 33% en novembre. Les valeurs de l'intensité d'infestation par *Bucephalus anguillae* varient de 1 à 1,5 chez les anguilles des deux plans d'eau. En ce qui concerne l'abondance, les valeurs relevées ne dépassent pas 0,4 digène par poisson examiné.

Dans l'Oubeira, le digène *Bucephalus anguillae* est présent dans l'ensemble des classes de taille mais en revanche, dans le Mafrag, il est présent chez seulement 3 classes de taille d'anguilles. Les valeurs maximales sont de 11% pour la prévalence, 2 spécimen/anguille infestée (intensité d'infestation) et 0,15 spécimen/poisson examiné (abondance).

Loucif et al, (2010) signalent des prévalences de* Bucephalus anguillae *de l'ordre de 47,31% ; ces auteurs rapportent, par ailleurs, l'existence d'une corrélation positive de la présence de* B. anguillae *avec* D. inflata *(0,59) et* Ergasilus sp. *(0,54). Dans les lagunes du Nord Est de la Tunisie Bucephalus anguillae enregistre des prévalences de 34,4% (Gargouri-BenAbdallah and Maamouri, 2002). En Espagne, Aguilar et al, (2005), rapportent des prévalences de *B. anguillae* proches des nôtres (14%)

Selon Outeiral (2001),* B. anguillae *a été assimilé à* B. polymorphus *von Baer, 1827 ; mais, actuellement ces 2 espèces sont considérées différentes l'une de l'autre (Špakulová et al, 2002). En Nouvelle Zélande, Moravec et Justine (2007) rapportent que 26 à 78% de la population d'Anguille* Anguilla australis *sont infestés par les digènes. D'autres auteurs rapportent des prévalences variant de 25 à 40% (Rid, 1973 ; Hine, 1980). Toujours en Nouvelle Zélande, Gonzaleza-Poulinb, (2005) rapporte qu'au Punta Arenas, l'abondance et la prévalence de Digenea sp.1 sont de l'ordre de 0.11 et 10.8% et celle de Digenea sp.2 est plus faible (0.03 et 2.7%).

Paraquimperia tenerrima

L'espèce *Paraquimperia tenerrima* est hébergée par les anguilles des deux plans d'eau pendant seulement six mois de l'année. Ce parasite montre des prévalences faibles (moins de de 3,33% et 7% dans l'Oubeira et dans le Mafrag) sauf en novembre, dans le Mafrag ou 30% des anguilles sont atteintes. Ce parasite montre une intensité d'infestation de l'ordre de 1 à 2 ver/poisson infesté dans l'Oubeira et 1 à 2,5 ver par anguille infestée dans le Mafrag. En ce qui concerne l'abondance, elle n'excède pas 0,03 et 0,5 parasite/poisson examiné respectivement dans l'Oubeira et le Mafrag.

L'espèce *Paraquimperia tenerrima*, infeste moins de 6% des effectifs d'anguilles de grande taille dans l'Oubeira, et jusqu'à 11% des anguilles de taille moyenne dans le Mafrag. Les valeurs maximales de l'intensité d'infestation (I=1,25) sont relevées dans l'Oubeira et celles de l'abondance (I=0,26) chez les anguilles du Mafrag.

Au Portugal, les taux d'infestation par *Paraquimperia tenerrima* sont de l'ordre de 10 à 20% (Saraiva et al, 2005).En Espagne, Aguilar et al,(2005) signalent des prévalence de ce parasite de l'ordre de 35%. En Afrique du sud, le parasite *Paraquimperia tenerrima* enregistre des valeurs de la prévalence pouvant atteindre 66% et une intensité moyenne d'infestation de l'ordre de 4 vers/anguille infestée.

Parabothriocephalus psenopsis

Les anguilles de l'Oubeira hébergent l'espèce *Parabothriocephalus psenopsis* pendant 8 mois de l'année et celles du Mafrag pendant 9 mois. Dans l'Oubeira, les taux d'infestation relevés n'excèdent pas 7% mais dans le Mafrag, les prévalences de ce parasite varient de 3 à 16% et atteignent un pic de 40% en novembre. Les valeurs de l'intensité varient de 1 à 3 et de 1 à 2 vers/poisson infesté respectivement dans l'Oubeira et le Mafrag. Les valeurs maximales de l'abondance sont notées en période hivernale dans l'Oubeira (0,16) et en automne dans le Mafrag (0,6). Dans l'Oubeira, l'espèce *Parabothriocephalus psenopsis*; infeste l'ensemble des classes de taille à l'exception de celle regroupant les petits spécimens mais en revanche dans le Mafrag elle est absente chez les anguilles de grande taille. Les prévalences maximales sont de 13% dans l'Oubeira et 16% dans le Mafrag. Les charges parasitaires maximales sont de l'ordre de 2 et 0,4 respectivement pour l'intensité d'infestation et pour l'abondance.

A Taiwan, Wang et al, (2004) décrivent l'espèce *Parabothriocephalus psenopsis* dans la liste des cestodes rencontrés en Chine.

Cucullanus sp.

Chez les anguilles des deux plans d'eau, l'espèce *Cucullanus sp*. est rencontrée 8 mois sur douze à des prévalences n'excédant pas 6,66%. ; Dans le Mafrag, des pics de plus de 20% sont toutefois notés en février et mars. Dans l'Oubeira, les anguilles infestées par *Cucullanus sp.*n'hébergent pas plus d'un ver mais en revanche dans le Mafrag ces dernières en hébergent jusqu'à 5,1. Les valeurs de l'abondance sont plus élevées dans le Mafrag (entre 0,03 et 1,2) que dans l'Oubeira (0,3 à 0,6).

Ladjama (2010) signale l'absence de l'espèce *Cucullanus sp.* chez les anguilles de la lagune El Mellah; ce parasite n'est rencontré que dans le tube digestif d'une seule anguille du lac Tonga au mois d'avril (P=0.3%). En Espagne Aguilar et *al.* (2005) signalent la présence de l'espèce *Cucullanus heterochrous*, à des taux d'infestation compris entre 9,29% et 17% et des intensités moyennes d'infestation variant de 3,30 à 4,32 parasites/poisson infesté. Koie (2000), a retrouvé l'espèce *Cucullanus cirratus* dans les caecums pyloriques et l'intestin de morues franches

Ligula intestinalis

La présence de l'espèce *Ligula intestinalis* est notée, chez les anguilles des deux plans d'eau durant seulement 3 mois de l'année à des prévalences n'excédant pas 7% dans le Mafrag et 10% dans l'Oubeira. Les valeurs maximales des charges parasitaires sont relevées dans l'Oubeira (I=1,6 ; A=0,16 contre seulement 1 et 0,06 dans le Mafrag).

L'espèce *Ligula intestinalis* est plus souvent rencontrée chez les anguilles de l'Oubeira ; dans le Mafrag, seules trois classes de taille d'anguilles (de moins de 50cm) sont infestées par ce parasite. Dans les deux plans d'eau les indices sont très faibles ; les valeurs maximales de la prévalence ne dépassent pas 6%, et celles de l'intensité et l'abondance sont égales à 2 et 0,05 respectivement.

Pseudoterranova decipiens

L'espèce *Pseudoterranova decipiens* est rencontrée, durant toute l'année, chez seulement les anguilles de l'Oubeira. Ce parasite infeste de 23 à plus de 76% des effectifs d'anguilles.

Les valeurs de l'intensité d'infestation varient de 1 à 2,25 et celles de l'abondance sont comprises entre 0,2 et 1,2 *Pseudoterranova decipiens* enregistre la valeur, des charges parasitaires, en été et la plus élevée en automne.

C'est seulement dans l'Oubeira, que l'espèce *Pseudoterranova decipiens* est rencontrée ; les indices parasitaires relevés par ce parasite montrent une augmentation progressive en fonction de l'augmentation de la taille. En Tunisie, Sarra et al, (2006), rapportent des prévalences de l'ordre de 53.75% pour les *Raniceps raninus* et 51.47%. En Italie, Costa et al, (2003) signalent une infestation par Anisakis de 69% avec une intensité de 2,6 vers. Adela et al, (2006) notent des indices, dans l'Atlantique (P=87,97% et I=4,69) plus élevés que ceux relevés en Méditerranée (P=4&,27% et I = 1,73). Au Brésil, *Pseudoterranova decipiens* infeste 5,4% des effectifs avec une intensité de 1,25 (Marcelo et al, 2007).

En juin 2006 l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments, signalent chez les poissons commercialisés des taux d'infestation par *Anisakis sp* de l'ordre de, 80% pour les anchois, 30% pour les maquereaux, 70% pour les merlans, 90% pour les merlus et 60% pour les chinchards rapport de l' AFSS 2006

Echinorhynchus sp

Un seul spécimen de l'espèce *Echinorhynchus sp.* a été récolté en novembre chez une anguille de l'Oubeira Dans le Mafrag, l'espèce *Echinorhynchus sp*. est présente chez les anguilles de 4 classes de taille (taille inférieure à 44 cm) à des taux d'infestation n'excédant pas 6%. Ce sont les anguilles de la classe de taille [309-369[qui enregistrent les valeurs maximales de l'intensité d'infestation et de l'abondance (respectivement 9 et 0,54).

Marja et al, (2009) signalent la présence du parasite *Echinorhynchus sp.* dans l'intestin de l'anguille du Mafrag qu'au mois de mars avec une prévalence de 10%. En 1974, Kennedy a signalé 7 espèces d'acanthocéphales chez les poissons d'eau douce des îles britanniques. Une autre espèce d'acanthocéphale *Echinorhynchus borealis* a été également cité par Borgsteede (1999) dans les pays bas avec un taux d'infestation de 0,3%. Au Nord de la mer baltique Wayland et al. (2004) ont signalé la présence de l'espèce *E. salmonis* chez *Coregonus lavaretus* L. et *Osmerus eperlaus* (L.).

Parabothriocephalus gracilis

La présence de ce cestode, chez les anguilles de l'Oubeira, est seulement notée en septembre et en octobre à des prévalences de moins de 4%, une intensité d'infestation de l'ordre de 1 à 2 parasite/poisson infesté et une abondance de moins de 0,06 parasite/poisson examiné. En Califronie, dans la partie sud et centrale, la prévalence de *Parabothriocephalus gracilis* est de l'ordre de 84% (Louritz et Jensen, 1967). La présence de cette espèce est signalée à Taiwan (Wang et al., 2004).

Camallanus lacustris

Les espèces du genre *Camallanus* sont présentes au Brésil à des prévalences de l'ordre de 82% et une intensité de 2,8 (Martins et al, 2007).

Les associations parasitaires rencontrées chez l'anguille

L'examen des anguilles, la récolte et l'identification des espèces parasites rencontrées nous a permis de noter que ce poisson peut héberger une seule espèce parasite ou deux, trois, même quatre et plus.

Le groupe d'anguilles qui hébergent une seule espèce hôte à la fois est composé de 45% et 70% des effectifs de poissons infestés dénombrés respectivement dans l'Oubeira et le Mafrag. L'espèce *A. crassus* prédomine dans les 2 plans d'eau (43% et 73% respectivement dans l'Oubeira et le Mafrag) ; elle est suivie par l'espèce *Bothriocephalus claviceps* (26% à Oubeira et 12% à Mafrag) et *Pseudoterranova decipiens* (24% à Oubeira).

Nous notons respectivement dans l'Oubeira et le Mafrag 34% et 18% des effectifs d'anguilles infestées simultanément par 2 espèces parasites ; Dans l'Oubeira les combinaisons les plus fréquentes sont *Anguillicola crassus* et *Pseudoterranova decipiens* (42%), *Anguillicola crassus* et *Bothriocephalus clavicep*(35%) et *Bothriocephalus claviceps* et *Pseudoterranova decipiens* (14%). Dans le Mafrag, c'est la présence d'*Anguillicola crassus* avec *Bothriocephalus claviceps* qui est la plus fréquent (50% des effectifs) ; les combinaisons *d'Anguillicola crassus* avec *Cucullanus sp.* et *d'Anguillicola crassus* avec *Parabothriocephalus psenopsis* sont notées chez plus de 30% des effectifs concernés.

Les proportions d'anguilles abritant 3 espèces parasites sont de l'ordre de 19% dans l'Oubeira et moins de 9% dans le Mafrag. La combinaison la plus fréquente est celle associant *Anguillicola crassus* à *Bothriocephalus claviceps* et *Pseudoterranova decipiens*(56%) dans l'Oubeira et celle ou *Anguillicola crassus* est associé à *Echinorhynchus sp* et *Cucullanus sp.*; (16%) dans le Mafrag. Les anguilles qui hébergent jusqu'à 4 espèces parasites sont au nombre de 6 dans l'Oubeira et 4 dans le Mafrag.

Régime alimentaire

Les valeurs moyennes du coefficient de vacuité enregistrées sont de l'ordre de 90% et 63% respectivement chez les anguilles de l'Oubeira et du Mafrag ; En milieu estuarien, les coefficients de vacuité les plus bas (40%) sont enregistrés chez les individus de petites tailles mais en revanche, dans l'Oubeira, ce sont les anguilles de taille moyenne qui enregistrent les coefficients de vacuité les plus bas.

Les résultats de l'analyse qualitative du contenu du tube digestif de l'anguille, provenant des 2 plans d'eau, montrent la présence de proies d'origine animale et végétale. Le contenu du tube digestif des anguilles de l'Oubeira comprend une forte proportion de poissons (46%) et d'aliments digérés (37%) ; la proportion d'insectes et de crustacés représente à peine 17%. En milieu estuarien, le contenu du tube digestif des anguilles (fig.) est plus diversifié ; il est constitué en majorité de proies animales (67%) regroupant des crustacés (plus de 35%), des poissons (plus de 21%), des insectes (plus de 10%) et des oiseaux (moins de 1%) ; la proportion de proies végétales est de l'ordre de 14% et représente ainsi le 1/9ème du contenu du tube digestif. En ce qui concerne les aliments digérés, ils représentent moins de 17% du contenu du tube digestif.

L'alimentation de l’anguille dépend de son stade d’évolution. C'est un prédateur au régime alimentaire varié. Selon Lecomte-Finiger (1983), l’anguille sélectionne ses proies d’après leur accessibilité et son comportement nutritionnel s’adapte aux disponibilités du milieu. En eau douce, ses proies sont constituées principalement de larves d’insectes, de crustacés, de poissons mais également de rongeurs chez les individus de grande taille. En mer, l'anguille se nourrit de petits poissons et de crustacés. Au cours de leur migration vers la mer des Sargasses, les adultes ne s’alimentent pas et vivent des réserves accumulées pendant le stade d’anguille jaune.

CONCLUSION

Il ressort de cette étude :

- Que l'anguille abrite 11 espèces d'helminthes parasites : 4 cestodes, 5 nématodes, 1 acanthocéphale et 1 digène.

- Que la plus grande diversité en espèces est notée chez les anguilles du lac Oubeira qui abritent 10 espèces sur les onze identifiées.

- Que c'est l'espèce *A. crassus* qui prédomine dans les deux plans d'eau, en enregistrant des prévalences de plus de 48 et 57% dans le Mafrag et l'Oubeira respectivement.

- Que les valeurs de l'intensité d'infestation les plus élevées sont enregistrées par *A. crassus* dans l'Oubeira (I>6) et *Echinorhynchus sp*. dans le Mafrag (I=4) ;

- Que les variations saisonnières des indices parasitologiques calculés semblent être liées à des paramètres abiotiques (température et salinité de l'eau) et biotiques (taille du poisson et comportement alimentaire) ;

- Les proportions d'anguilles abritant une seule espèce (45% dans l'Oubeira et 70% dans le Mafrag), deux espèces (34% dans l'Oubeira et 18% dans le Mafrag) et 3 espèces (19% dans l'Oubeira et moins de 9% dans le Mafrag).

- Que l'anguille sélectionne ses proies d'après leur accessibilité et son comportement nutritionnel s'adapte aux disponibilités du milieu ;

En perspectives, il serait intéressant :

- De reprendre des études similaires sur plusieurs cycles et dans divers biotopes;
- D'identifier les hôtes intermédiaires des espèces parasites rencontrées ;
- De rechercher les facteurs abiotiques et biotiques susceptibles d'avoir un impact sur le cycle évolutif des parasites ;
- D'évaluer l'impact de certaines espèces parasites sur l'hôte.

Adela V., Maria D., Rocio B. and Francisco J. A. 2006. *Anisakis spp*. in European hake, *Merluccius merluccius (L.)* from the Atlantic off north-west Africa and the Mediterranean off southern Spain. Parasitologica, 51, pp. 209–212.

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

Amine F. 1995. Contribution à l'étude des Trématodes de Poissons Téléostéens de la côte algéroise: Systématique, approche écologique. Thèse de Magistère, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, 166 p.

Amin O.M. 1975. Variability in* Acanthocephalus parksidei *Amin,1974(Acanthocephala: Echinorhynchidae). Journal of Parasitology, 61, pp. 307-317.

Amin O.M., Redlin M.J. 1980. The effect of host species on growth and variability of Echinorhynchus salmonis Maeller, 1784 (Acanthocephala: Echinorhynchidae), with special reference to the status of the genus. Systematic Parasitology, 2, pp. 9-20.

Anderson J. M. 1997. Continuous Profiling: Where Have All the Cycles Gone ? In *Sixteenth ACM Symposium on Operating Systems Principles*, St Malo, France. ACM Press. 6p.

Andersson J., Sandstrom, O. and Hansen, H. J. M. 1991. Elver (*Anguilla anguilla*) stockings in a Swedish thermal effluent recaptures, growth and body condition. J. Appl. Ichthyol, 7, pp.78-89.

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

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

Baker M. R. 1978a. Transmission of *Cosmocercoides dukae* (Nematoda: Cosmocercoidea) to amphibians. Journal of Parasitology, 64, pp.765-766.

Baker M. R. 1978b. Development and transmission of *Oswaldocruzia pipiens Walton, 1929* (Nematoda: Trichostrongylidea) in amphibians. Canadian Journal of Parasitology, 56, pp.1026-1031.

Baker M. R. 1979a. The-free living and parasitic development of *Rhabdias spp.* (Nematoda: Rhabdiasidea) in amphibians. Canadian Journal of Parasitology, 57, pp.161-178.

Baker M. R. 1979b. Seasonal population changes in *Rhabdias ranae* Walton. 1929 (Nematoda: Rhabdiasidea) in *Rana sylvatica* of Ontario. Canadian Journal of Zoology, 57, pp.179-183.

Baker M. R. 1987. Synopsis of the Nematoda Parasitic in Amphibians and Reptiles. Occasional Papers in Biology, Memorial University of Newfoundland, St John's, Newfoundland, Canada. 325pp

Baras E., Salmon B. et Phillipart J.C. 1994. Evaluation de l'efficacité d'une méthode d'échantillonnage par nasses des anguilles jaunes (*Anguilla anguilla* L.) en migration dans la Meuse. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 335, pp.7-16.

Bauer O.N. 1991. Spread of parasites and diseases of aquatic organisms by acclimatisation: a short review. Journal of Fish Biology, 39, pp. 679-686.

Belpaire C. , De Charleroy D., Grisez L. et Ollevier F. 1989b. Spreading mechanisms of the swimbladder parasite *Anguillicola crassus* in the European eel *Anguilla anguilla*, and its distribution in Belgium and Europe. EIFAC Working Group on Eel Porto, May 29th - June 3rd 1989, 12 p.

Belpaire C., De Charleroy D. et Thomas K. 1987. Effects of restocking eels on the distribution of the Nematode *Anguillicola crassa* in Flanders, Belgium. EIFAC Working Party on Eel, Bristol, United Kingdom, 13-16 Avril.

Belpaire C., De Charleroy D., Thomas K., Damme Van P. et Ollevier E. 1989. Effects of eel restocking on the distribution of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus* in Flanders, Belgium. J. Appl. Ichthyol, 5, pp. 151-153.

Bertin L. 1951. Les anguilles, variation, croissance, euryhalinité, toxicité, hermaphrodisme, juvénile, sexualité, migrations, métamorphoses Paris.Nature 56p.

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

Blanc G., Bonneau S., Biagianti S. et Petter A. J. 1992. Description of the larval stages of *Anguillicola crassus* (Nematode, Dracunculoidea) using light and scanning electron microscopy. Aquat. Living Ressour, 5, pp. 307-318.

Borgsteede F. H. M., Haenen O. L. M., De Bree J. et Lisitsina O. I. 1999. Parasitic infections of european eel (*Anguilla anguilla* L.) in the Netherlands. Helminthologia, 36, pp. 251-260.

Brunsdon R.V. 1953. A systematic study of the nematodes parasitic in New Zealand marine fish, with an account of the life history and culture of *Stomachus marinus (Linn., 1767)*. thesis: Victoria University of Wellington, New Zealand, 167 p.

Brunsdon R. V. 1956. Studies on nematodes of New Zealand fishes. A systematic and parasitological study of the nematodes occurring in New Zealand marine and freshwater fishes, including biological studies on the genus Anisakis Dujardin, 1845. thesis: Victoria University of Wellington, New Zealand, 356 p.

Bush A. O., Lafferty K. D., Lotz J. M. et Shostak A. W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et *al*. revisited. *J. Parasitol*, 83, pp. 575-583.

Caillot C., Morand S., MüllerGraf C. M., Faliex E. et Marchand B. 1999. Parasites of *Dicentrarchus labrax, Anguilla anguilla* and *Mugil cephalus* from a pond in Corcica, France. J. Helminthol. Soc. Wash, 66, 95-98.

Can Estri-Trotti G. 1987. Occurrence of the Nematode *Anguillicola crassa* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974 in eels from the Po delta, Italy. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., 7 (5), 109-111.

Cannon L. R. G. 1977a: Some larval ascaridoids from south-eastern Queensland marine fishes. International journal for parasitology, 7, 233-243.

Charleroy D., Thomas K. et Belpaire C. 1987. Problems concerning the species determination, biology and diagnostical methods of *Anguillicola*, a swimbladder nematode in the European Eel (*Anguilla anguilla*). Eifac Working Party on Eel, Bristol. 7 p.

Charleroy D., Thomas K., Belpaire C. et Ollivier F. 1989. The viability of the free living larvae of *Anguillicola crassus*. J. Appl. Ichthyol, 5, pp.154-156.

Cone D.K., Marcogliese D.J., Watt W.D. 1993. Metazoan parasite communities of Yellow eels (*Anguilla rostrata*) in acidic and limed rivers of Nova Scotia. J. Zool, 71, pp. 177-184.

Cooper A.R. 1918. North American pseudophyllidean cestodes from fishes. Monogr, 4, 243p.

Cooper A. R. 1919. North American pseudophyllidean cestodes from fishes. Illinois Biological Monographs, 8, pp. 1–243.

Costa G.P., Santos M.J., Costa L. Biscoito M., Pinheiro D., Melo M. 2003. Evidence for a new species of *Anisakis* Dujardin, 1845: morphological description and genetic relationships between congeners (Nematoda: Anisakidae). Systematic Parasitology,61, pp.157–171.

Daniel V. I., Timi J. T. et Sardella N. H. 2002. *Cucullanus marplatensis* sp. nov. (Nematoda, Cucullanidae) parasitizing *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes, 1835) (Pisces: Atherinidae) from Argentinean waters. Acta Parasitologica, 47, 41–46.

Dagnelie E. P. 1970. Théorie et méthode statistiques. Tome 2. Duculot, Gembloux, 451 p.

Dagnelie P. 2006. Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. Bruxelles, De Boeck et Larcier, 734 p.

Dagnelie P. 2007. Statistique théorique et appliquée. Tome 1. Statistique descriptive et bases de l'inférence statistique. Bruxelles, De Boeck et Larcier, 511 p.

Deelder C. L. 1960. The Atlantic eel problem. Nature, 185, pp. 589-590.

Desaunay Y. et Guérault D. 1997. Seasonal and long-term changes in biometrics of eel larvae: a possible relationship between recruitment variation and North Atlantic ecosystem productivity. Journal of Fish Biology, 51, pp. 317-339.

Djebari N. et Bensouilah M. 2005. Les parasites de poissons Téléostéens peuplant un écosystème lagunaire situé dans le Nord Est algérien; 8èmes journées Tunisiennes des Sciences de la Mer; Hammamet du 16 au 19 décembre 2006.

Dufour S. 1994. Neuroendocrinologie de la reproduction de l'anguille : de la recherche fondamentale aux problèmes appliqués. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 335, pp. 187-211.

Dufour S. et Fontaine Y. 1985. La migration de reproduction de l'Anguille européenne : un rôle probable de la pression hydrostatique dans la stimulation de la fonction gonadotrope. Bulletin de la Société Zoologique de France, 110, pp. 291-299.

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

Durif C. 2003. La migration d'avalaison de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* : Caractérisation des fractions dévalantes, phénomène de migration et franchissement d'obstacles. Université Paul Sabatier,Toulouse. 173p.

Ege V. 1939. A revision of the genus Anguilla Shaw: a systematic, phylogenetic and geographical study, Copenhagen. Aquaculture, 41p.

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

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

Elie P., Lecomte-Finiger R., Cantrelle I. et Charlon N. 1982. Définition des limites des différents stades pigmentaires durant la phase civelle d'*Anguilla anguilla* L. (poisson téléostéen anguilliforme). Vie Milieu, 32, pp. 149-157.

Evans B. et Lester R. (2001). Parasites of ornamental fish imported into Australia. Fish Pathol, 21, pp.51-55.

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

Ferraz E. et Thatcher V. E. 1988. *Bacudacuitis grandistomis* gens. et sp. nov (Nematoda : Cucullanidae) parasita intestinal de um bagre *Pseudodoras niger* (Valenciennes) da Amazonia Brasileira. Amazoniana, 10, pp. 249-253.

Ferraz E. et Thatcher V. E. 1990. *Camallanus acaudatus sp.* (Nematoda : Cucullanidae) e uma descricao do macho de *Camallanus tridentatus* (Drasche, 1884), parasitas de peixes da Amazonia Brasileira. Amazoniana, 11, pp. 135-145.

Ferraz E. et Thatcher V. E. 1991. *Paracamallanus amazonensis sp.* (Nematoda : Cucullanidae) um parasita de bagre, *Hypophthalmus edentatus* (Pisces: Hypopthalmidae) da Amazonia Brasileira. Amazoniana, 12, pp. 2-6.

Fontaine M., Delerue-Le Belle N., Lallier F. et Lopez E. 1982. Biologie générale. Toutes les anguilles succombent-elles après la reproduction et frayent-elles nécessairement en mer ? Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Séries III-Sciences de la Vie, 294, pp. 809-811.

Fontaine M. 1976. Les mécanismes physiologiques des migrations des poissons. Océanis, 2, pp. 343-363.

Fontaine M. 1975. Physiological mechanisms in the migration of marine and amphihaline fish. Adv. Mar. Biol, 13, pp. 241-355.

Fontaine Y.A. 1994. L'argenture de l'anguille: Métamorphose, Anticipation, Adaptation. Bulletin Français de la Pêche et Pisciculture, 335, pp. 171-185.

Gargouri-BenAbdallah L. et Maamouri F. 2002. Cycle évolutif de Bucephalus anguillae. Spakulova. Macko. Berrilli et Dezfuli, 2002 (Digenea, Bucephalidae) parasite de Anguilla anguilla (L.). Systematique parasitology, 53, pp. 207-217

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

Gross M. R. 1987. Evolution of diadromy in fishes. Am. Fish. Soc. Symp, 1, pp. 14-25.

Haenen O. L. M., Grisez L., De Charleroy D., Belpaire C. et Ollevier F. 1989. Experimentally induced infections of European eel Anguilla anguilla with Anguillicola crassus (Nematoda, Dracunculoidea) and subsequent migration of larvae. Dis Aquat Org, 7, pp. 97–101.

Hanek G., Molnar K. et Fernando C. H. 1974. Three new genera of Dactylogyridae (Monogenea) from freshwaterfishes of Trinidad. Journal of Parasitology, 60, pp. 911–913.

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

Hasegawa H. 1991. Nematodes of the family Heligmonellidae (Trichostrongyloidea) collected from rodents of the Ryukyu Archipelago and Taiwan. Journal Parasitol, 76, pp. 470–480.

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

Höglund J. et Thomas K. 1992. The black goby *Gobius niger* as a potential paratenic host for the parasitic nematode *Anguillicola crassus* in a thermal effluent of the Baltic. Diseases of Aquatic organisms, 13, pp. 175–180.

Hulet W. H. et Robins C. R. 1989. The evolutionary significance of the leptocephalus larva. of the Western North Atlantic, Sears Foundation for Marine, 2, pp. 669-677.

Hurst R. J. 1984b. Marine invertebrate hosts of New Zealand Anisakidae (Nematoda). New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 18, pp.187-196.

Hurst R. J., Bagley N.W. 1989. Movements and possible stock relationships of the New Zealand barracouta, Thrysites atun, from tag returns. New Zealand Journal of Marine and Freshwater, 23, pp. 105-111.

Ishikawa S., Aoyama J., Tsukamoto K. and Nishida, M. 2001. Population structure of the Japanese eel *Anguilla japonica* as examined by mitochondrial DNA sequencing. Fish. Sci, 67 , pp. 246-253.

Inoue J. G., Miya M., Tsukamoto K. and Nishida M. 2004. Mitogenomic evidence for the monophyly of elopomorph fishes (Teleostei) and the evolutionary origin of the leptocephalus larva. Mol. Phylogenet. Evol, 32, pp. 274-286.

Jackson P.B. 1978. Health and disease in intensive aquaculture. Vet. Ass, 49, pp. 57–59.

Karve J.N. 1941. Some parasitic Nematodes of fishes. Univ Bombay, 10, pp. 9-42.

Keene J.L., Noakes, D.G., Moccia, R.D. and Soto, C.G.1998. The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, Onchorhynchus mykiss(Walbaum). Aquaculture Research, 29, pp.89–101.

Kennedy A. 2006. Colonisation, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. J. Fish Biol,36, pp. 117-131.

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

Kennedy C. R., Berrilli F., Di Cave D., De Liberato C. et Orecchia P. 1998b. Composition and diversity of helminth communities in eels *Anguilla anguilla* in the river tiber: Long-term changes and comparison with insular Europe. Journal of Helminthology, 72, pp. 301–306.

Kennedy C. R. et Di Cave D. 1998a. *Gyrodactylus anguillae* (Monogenea): the story of an appearance and a disappearance. Folia Parasitologica, 45, pp. 77–78.

Kennedy C.R., Burrough R.J. 1981. The establishment and subsequent history of a population of *Ligula intestinalis* in roach *Rutilus rutilus (L.).* Journal of Fish Biology, 19, pp. 105-126.

Kennedy C. R. et Fitch D. J. 1990. Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. J. Fish Biol, 36, pp. 117-131.

Kennedy C.R., Shears J.A. 2005. Life cycle of **Paraquimperia tenerrima**: a parasite of the European eel **Anguilla anguilla,** Journal of Helminthology, 79, pp.169-176.

Khan R.A., Thulin J. 1991. Influence of pollution on parasites of aquatic animals. Advances in Parasitology, 30, pp.202–238.

Knopf K., Wurtz J., Sures B., et Taraschewski H. 1998. Impact of low water temperature on the development of *Anguillicola crassus* in the final host *Anguilla anguilla*. Dis Aquat Organ, 33, pp.143-149.

Koie M. 1988. Parasites in eels, *Anguilla anguilla (L.)* from eutrophic Lake Esrum (Denmark). Acta parasitol, 33, pp. 89-100.

Koie M. 1988a. Parasites in european eels, *Anguilla anguilla* (L.) from Danish freshwater, brackish and marine localities. Ophelia 29, 93-118..

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

Koie M. 2000. Life cycle and seasonal dynamics of *Cucullanus cirratus* O.F. Müller, 1777 (Nematoda, Ascaridida, Seuratoidea, Cucullanidae) in Atlantic cod, *Gadus morhua* L. Can. J. Zool,78, 182–190.

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

Koyama T., Kobayashi A., Kumada M., Komiya Y., Oshima T., Kagei N., Ishii T., Machida M. 1969. Morphological and taxonomical studies on Anisakidae larvae found in marine fishes and squids. Japanese journal of parasitology, 18, pp.466-487.

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

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

Lanfranchi A.L., Timi J.T., Sardella N.H. 2003. **Cucullanus bonaerensis *n. sp.* *(Nematoda: Cucullanidae) parasitising Uro-phycis brasiliensis (Pisces: Phycidae) from Argentinean waters. Journal Parasitol, 90, pp.808–812.***

Lecomte-Finige R.R. 1983. Contribution à la connaissance de l'écobiologie de l'anguille, *Anguilla anguilla* L. 1758, des milieux lagunaires méditerranéens du Golfe du Lion. Thèse d'Etat, Univ. Perpignan, 203 p.

Lecomte-Finige R.R , Bruslé J. 1984 . L'anguille *Anguilla anguilla* des lagunes du Langue doc-Roussillon : intérêt biologique et valeur halieutique. Vie Milieu, 34, pp.185-194.

Lee T. W. 1979. Dynamique des populations d'anguilles (*Anguilla anguilla* L.) des lagunes du bassin d'Arcachon. Thèse 3ème cycle, Université Montpellier, France, 218 p.

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

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

Loucif N., Meddour A. et Samraoui B. 2010. Biodiversité des parasites chez *Anguilla anguilla* Linnaeus, 1758 dans le Parc National d'El Kala-Algérie. Eur. J. of Sci, 25, pp. 300-309.

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

Louritz A. J. 1976. *Parabothriocephalus sagitticeps* (Sleggs 1927) comb. N. (Cestoda : Parabothriocephalidae) from sebastes paucispinis of southern and central California. The journal of Parasitology, 62, pp. 560-562.

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

Maillo P. A., Amigo J. M., Salvado H. et Gracia M. P. 2001. Principales parasitos de La anguila europea (*Anguilla anguilla* L., 1758) en el delta del Ebro (Trragona). Ser. Monogr. ICCM, 4, pp. 496-499.

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

Martins M.L., Ghiraldelli L., Gracia, F. 2007. Experimental infection in *Notodiaptomas* sp. (Crustacea: Calanoida) with larvae of *Camallanua* sp. (Nematoda: Camallanidae).Vet. Zoote, 59, pp. 382-386,

McCleave J.D., Brickley K.M., O'Brien D.A., Kistner M.W., Wong M. et Watson M. S. 1998. Do leptocephali of the European eel swim to reach continental waters? Status of the question. J. Mar. Biol. Assoc. U.K, 78, pp. 285-306.

McCleave J. D., Kleckner, R. C., and Castonguay, M. 1987. Reproductive sympatry of American and European eels and implications for migration and taxonomy. Am. Fish. Soc. Symp, 1, pp. 286-297.

McCleave J. D. and Wippelhauser G. S. 1987. Behavioural aspects of selective tidal stream transport in juvenile American eels. Am. Fish. Soc. Symp, 1, pp. 138-150.

McDowall R. M. 1987. The occurence and distribution of diadromy among fishes. Am. Fish. Soc. Symp, 1, pp. 1-13.

McDowall R. M. 1997. The evolution of diadromy in fishes (revisited) and its place in phylogenetic analysis. Rev. Fish. Biol. Fish, 7, pp. 443-462.

McDowall R. M. 1999. Different kinds of diadromy: Different kinds of conservation problems. ICES J. Mar. Sci, 56, pp.410-413.

Meddour A., Meddour-Bouderda K. et Bensouilah M., 1999. Bilan d'une pisciculture extensive et parasites des poissons de la lagune Mellah et du lac oubeira (Parc National d'El Kala). Procceding de J'NESMA 99, Alger du 29 au 31 mai 1999; pp. 657-670.

Maes G. E., Dannewitz, J., Johansson, L., Wickström, H., Jarvi, T. and Volckaert, F. A. M. 2003. Population structure and decline within the European eel: A spatial approach based on Microsatellites. Use of genetic markers for management and conservation, Quebec, Canada. American Fisheries Symposium, 17, 189p.

Marcelo K., Sérgio C., Michelle C., Caroline D., Rodrigo D. Et Delir C. 2007. Anisakidae parasitos de congro-rosa, Genypterus brasiliensis Regan, 1903 comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil de interesse na saúde publica. Parasitol Latinoam, 62, pp. 127 – 133.

Moravec E., Cave D., Orecchia P., Paggi L. 1993. Studies on the development of *Anguillicola crassus.* Fish. Sci, 76 , pp. 1246-153.

Moravec F. 1994. Parasitic Nematodes of Freshwater Fishes of Europe, Academia and Kluwer Acad. Boston, London, 473 p.

Moravec F. 1998. Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region, Academia, Prague, 464 p.

Moravec F., Kohn A., Fernandes B. 1993. *Travassosnema travassosi paranaensis* subsp. n. and first description of the female of *Guyanema raphiodoni* Moravec, Kohn and Fernandes, 1993 (Nematoda: Guyanemidae), dracunculoid parasites of characid fishes in Brazil. *Parasitol Hum Comp*, 68, pp. 229-233.

Moravec F., Koie M. 1987. *Daniconema anguillae* gen. et sp. n., a new nematode of a new family Daniconematidae fam. n. parasitic in European eels. *Folia Parasitol, 34*, pp. 335-340.

Moravec F., Molnár K., Székely C. 1998. *Lucionema balatonense* gen. et sp. n., a new nematode of a new family Lucionematidae fam. n. (Dracunculoidea) from the swimbladder of the *European pikeperch, Stizostedion lucioperca* (Pisces). *Folia Parasitol,* 45, pp. 57-61.

Moravec F. et Taraschewski H. 1988. Revision of the genus *Anguillicola* Yamaguti, 1935 (Nematoda, Anguillicolidae) of the swimbladder of eels, including descriptin of two new species. A. novaezelandiea sp. N. and A. papernai sp. N. Folia Parasitologica, 35: 125-146.

Moravec F., Vidal-Martínez V., Aguirre-Macedo L. 1999. Branchiurids (*Argulus*) as intermediate hosts of the daniconematid nematode *Mexiconema cichlasomae*. Folia Parasitol, 46. 79p.

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

Morgan D.L. 2003. Distribution and biology of Galaxias truttaceus (Galaxiidae) in south-western Australia, including first evidence of parasitism of fishes in Western Australia by *Ligula intestinalis* (Cestoda). Environmental Biology of Fishes, 66, pp. 155-167.

Mounaix B. and Fontenelle, G. 1994. Anguilles estuariennes et fluviales - Contribution de l'otolithométrie. Pêch. Piscic, 335, pp. 67-80.

Murai E. 1989. Ceratozetes gracilis (Michael, 1884) (Acari: Oribatida), an intermediate host of Vampirolepis asymmetrica (Janicki, 1904) (Cetsoda: Hymenolepididae). Misc Zool Hung, 5, pp. 13-19.

Myers G. S. 1949. Usage of anadromous, catadromous and allied terms for migratory fishes. Copeia, pp. 89-97.

Naidu T.1983. Records of some nematode parasites of fishes of Vidarbha region, Maharashtra State, India. Rivista di Parassitologia, 44, pp.143–146.

Near T.J., Garey J.R., Nadler S.A. 1998. Phylogenetic relationship of the Acanthocephala inferred from 18S ribosomal DNA sequences. Phylogenet. Evol, 10, pp. 287–298.

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

Nie P. et Kennedy C. R. 1991. Population biology of *Proteocephalus macrocephalus* (Creplin) in the European eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus), in two small rivers. Journal of fish Biology, 38, pp. 921-927.

Nilo P. et Fortin R. 2001. Synthèse des connaissances et établissement d'une programmation de recherche sur l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*). Université du Québec à Montréal, Département des Sciences biologiques pour la Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 771. 284p

Ollevier F. Thoma S. K. 1992. Paratenic hosts of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus*. Dis. Aquat. Org, 13, pp. 165-174.

Orr T. 1967. Distribution of the plerocercoid of *Ligula intestinalis*. Journal of the Zoological Society of London, 153, pp. 91–97.

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

Pedersen B. H. 2003. Induced sexual maturation of the European eel *Anguilla anguilla* and fertilisation of the eggs. Aquaculture, 224, pp. 323-338.

Petter A. J. 1974. Essai de classification de la famille des Cucullanidae. Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle Zoologie,117, pp. 1469–1490.

Petter A.J., ***Cassone J***. et France B.M. 1974. Un nouveau Nematode **Camallanus** pathogène dans des élevages de poissons exotiques. ***Parasitol, 49, pp.677-683.***

Petter A. J., France B. M. et Cassone J. 1974***. Un Nématode Camallanidae responsable de la mort de Poissons dans un élevage exotique. Aquarial, 23, 3p.***

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

Pfeiler E. 1999. Developmental physiology of elopomorph leptocephali. Comparative Biochemestry and Physiologie A- Molecular and Integrative Physiology,123, pp. 113-128.

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

Pippy J. H. And Van Banning P. 1975. Identification of Anisakis larva as Anisakis simplex (Rudolphi, 1809 det. Krabbe 1878) (Nematoda: Ascaridata). J. Fish, 32, pp. 29-32.

Porcher J.P. 1992. Poissons migrateurs : Contrat “Retour aux Sources”, Propositions d’Action. CSP, Ministère de l’Environnement, 169 p.

Porcher J.P. 1992. Les passes à anguilles. Pêche Piscic,114, pp. 326-327.

Porcher J.P, Travade F. 1992. Les dispositifs d e franchissement : bases biologiques, limites et rappels réglementaires. Pêche Piscic, 14, pp. 326-327.

Prokhorchik G. A. 1986. Postembryonic development of European eel, *Anguilla anguilla*, under experimental conditions. Journal of Ichthyology, 26, pp. 121-127.

Punt A. 1941. Recherches sur quelques nématodes parasites de poissons de la Mer du Nord. Mémoires du Musée. D’histoire naturelle de Belgique, 98. 110 p.

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

Rahhou S., Morand R., Lecomte-Finiger And Pierre S. 2005. Biogeographical relationships of the eel parasite *Anguillicola crassus* revealed by random amplified polymorphic DNA markers. Pêche Piscic, 87, pp. 378-379.

Robins C. R., Cohen D. M. et Robins C. H. 1979. The eels, *Anguilla* and *Histiobranchus*, photographed on the floor of the deep Atlantic in the Bahamas. Bulletin of Marine Science, 29, pp. 401-405.

Rosen F. 1918. Recherches sur le développement des cestodes I. Le cycle évolutif des Bothriocéphales. Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles, 43, pp. 241-300.

Saraiva A. 1994. Contribuiçao para o conhecimento da parasitofauna da enguia europei Anguilla Anguilla L. Ph. D. Thesis, Faculd. Ciene. Univ., Porto (In Portuguese), 183p.

Saraiva A., Chubb J.C. 1989. Preliminary observations on the parasites of *Anguilla Anguilla (L.)* from Portugal. Fish Pathol, 9, pp. 88-89.

Saraiva A. et Eiras J.C. 1996. Parasite community of European eel, Anguilla anguilla (L.) in the river Este, Northern Portugal. Parasitol, 56, pp. 179-183.

Sardella N. H, Navone G.T. et Timi J.T. 1998. Larvae and adults of *Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi, 1802) (Nematoda: Anisakidae) in fishes and crustaceans in the South West Atlantic. *Parasite*, 5, pp. 127-136.

Sarra F., Ben S. B., Hager B., Nabil A., Khaled S. 2006. Anisakid parasites of two forkbeards (Phycis blennoides and Phycis phycis) from the eastern Mediterranean coasts in Tunisia. J. Parasitology ,100, pp. 11-17

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

Schmidt J. 1906. Contribution to the life history of the eel (*Anguilla vulgaris*, Flem). Rapport des Procès Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 5, pp. 137-264.

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

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

Seoka M., Yamada S., Iwata Y., Yanagisawa T., Nakagawa T. et Kumai H. 2003. Differences in the biochemical content of buoyant and non-buoyant eggs of the Japanese eel, *Anguilla japonica*. Aquaculture, 216, pp. 355-362.

Shiraki T. 1974. Larval nematodes of family Anisakidae (Nematoda) in the Northern Sea of Japan as a causative agent of eosinophilic phlegmone or granuloma in the human gastro intestinal tract. Biologica, 22, pp.57-98.

Shiraki T. Otsuru M. 1968. Morphological observations on the Anisakinae larvae found in marine fishes especially on Terranova sp. larva and Contracaecum-type larva. Japanese journal of parasitology, 17. 36p.

Smith P. J., Benson P. G., Stanger C., Chisnall B. L. and Jellyman D. J. 2001. Genetic structure of New Zealand eels *Anguilla dieffenbachii* and *A. australis* with allozyme markers. Ecol. Freshw, 10, pp. 132-137.

Spakulova F., Macko C., Berrilli H., et Dezfuli I. 2002. (Digenea, Bucephalidae) parasite de *Anguilla anguilla (L.)*. Systematic Parasitology, 53, pp. 207-217.

Strubberg A. 1913. The metamorphosis of elvers as influenced by outward conditions. Some experiments. Komm. Havund. Fisk,3, pp. 1-11.

Székely C., Lang M., Csaba G. 1991. First occurrence of *Anguillicola crassus* in Hungary. Fish Pathol, 11, pp. 162-163.

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

Tanzola R.D., Guagliardo S.E., Brizzola S.M., Arias M.V. 1997.Helminth fauna of Porichthys porosissimus (Pisces: Batra-choidiformes) in the estuary of Bahia Blanca, Argentina. Helminthologia, 34, pp. 221-227.

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

Tesch F. W. 1993. The eel. Blackwell Science Ltd, London. The Journal of Parasitology, 78, pp.11-14

Thiel A. 1955. Occurrence and survival of the larval nematode *Anisakis sp.* In the flesh of fresh, Frozen, Brined, and Frozen, Brined, and Smoked pacific Herring, Clupea Harengus Pallasi. The Journal of Parasitology, 63, pp. 515-519

Thomas K. et Ollevier F. 1992. Paratenic hosts of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus*. Diseases of Aquatic Organisms, 13, pp.165-174.

Thomas K. R., et Fitch D. J. 1990. Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. J.Fish. Biol., 36, pp. 117-131.

Torres P., Cabezas X., Arenas J., Miranda JC., Jara C., Gallardo C. 1991. Ecological aspects of nematode parasites of introduced salmonids from Valdivia River Basin, Chile. Oswaldo, 86, pp. 115-122.

Torres P. Pequeno G. Figueroa, L. 1978. Preliminary research on Anisakidae (Raillet & Henry 1912) Skrjabin & Karokhin (1945) in some fish of habitual consumption for the human population from Valdivia, Chile. Boletin Chileno de Parasitologia, 33, pp. 39-46.

Tsukamoto K., Nakai I. et Tesch F. W. 1998. Do all freshwater eels migrate? Nature, 396, pp. 635-636.

Tzeng W.N., Iizuka Y., Shiao J.C., Yamada Y. and Oka H. P. 2003. Identification and growth rates comparison of divergent migratory contingents of Japanese eel (*Anguilla japonica*). Aquaculture, 216, pp.77-86.

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

Van Banning P., Haenen O.L.M. 1990. Detection of larvae of *Anguillicola crassus* in freshwater fish species. Aquaculture, 87, pp. 103-109.

Van Ginneken V. J. T. and van den Thillart, G. E. E. J. M. 2000. Physiology - Eel fat stores are enough to reach the Sargasso. Nature, 403, pp.156-157.

Ventura M.T., Tummolo R.A., Di Leo E. 2008. Immediate and Cell-Mediated Reactions in Parasitic Infections by Anisakis simplex. J. Investig Allergol Clin Immunol, 18, pp. 253-259.

Vigier J. F. 1997. Les pathologies des anguilles : synthèse des connaissances sur la pathologie des différentes espèces du genre Anguilla. Cemagref. 198 p.

Vladykov V. D. et March H. 1975. Distribution of leptocephali of the two species of *Anguilla* in the western North Atlantic based on collections made between 1933 and 1968. Syllogeus, 6, pp. 1-38.

Vollestad L. A. et Jonsson B. 1988. A 13-year study of the population dynamics and growth of the European eel *Anguilla anguilla* in Norwegian river: Evidence for density dependent mortality and development of a model for predicting yield. Journal of Animal Ecology, 57, pp. 983-997.

Vollestad L. A. et Jonsson B. 1986. Life history characteristics of the european eel *Anguilla anguilla* in the Imsa River. Norway Trans. Am. Fish, 115, pp. 864-871.

Wang Y., Liu S., Yang Y. 2004. Parabothriocephalus psenopsis n. sp . (Eucestoda : Pseudophyllidea) dans anomala Psenopsis du détroit de Taiwan , en Chine. J parasitologie , 90, pp. 623-625.

Wang W.S., Hung S.W., Lin Y.H., Shih C.W., Tung B.R., and Ooi H.K. 2006. Parasitosis of Short-finned eel, Anguilla australis schmidti, in Taiwan. Fish Pathol, 26. 106p.

Wardle R.A., McLeod J.A. 1952. The zoology of tapeworms. The University of Minnesota Press, Mineapolis, 750 pp.

Wayland M. T., Gibson D. I. et Sommerville C. 2004. *Echinorhynchus salmonis* Müller, 1784 (Acanthocephala:Echinorhynchidae) from the Bothnian Bay, Baltic Sea: morphological variability and radial asymmetry of proboscis hooks. Systematic Parasitology, 58, pp. 149–158.

Weeks P.J., Penlington B. 1986. First records of *Ligula intestinalis* (Cestoda) in rainbow trout, Salmo gairdneri, and common bully, Gobiomorphus cotidianus, in New Zealand. Journal of Fish Biology, 28, pp.183-190.

Wirth T. et Bernatchez L. 2003. Decline of North Atlantic eels: a fatal synergy?. Proceedings of the Royal Society of London Series B, 270, pp. 681-688.

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

Site internet:

www.anguille-loire.com

www.fao.org

www.scielo.cl

www.cemagref.fr

ANNEXES

MAFRAG

Description des valeurs: PAC; IAC; AAC; O2; PH; T°C; SAL

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
PAC	12	0	48.33	4.61	15.99	23.33	31.67	53.33	61.66	70.00
IAC	12	0	3.714	0.423	1.466	1.777	2.723	3.579	4.468	7.375
AAC	12	0	1.905	0.276	0.957	0.533	1.608	1.750	2.216	3.933
O2	12	0	9.551	0.681	2.358	6.010	7.385	9.645	12.125	12.500
PH	12	0	7.888	0.348	1.206	5.510	6.993	8.335	8.638	9.210
T°C	12	0	19.36	2.10	7.27	10.20	12.43	17.75	26.15	30.00
SAL	12	0	5.27	2.13	7.39	0.324	0.453	1.62	12.74	18.60

Description des valeurs: PACTH; IACTH; AACTH

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
PACTH	12	0	0.278	0.118	0.410	0.000000000	0.000000000	0.139	0.278	1.111
IACTH	12	0	4.00	2.70	9.34	0.000000000	0.000000000	0.500	3.63	33.00
AACTH	12	0	0.1916	0.0973	0.3370	0.000000000	0.000000000	0.0165	0.3748	1.1000

Description des valeurs: PLIG; ILIG; ALIG

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
PLIG	12	0	1.110	0.626	2.169	0.000000000	0.000000000	0.000000000	2.498	6.660
ILIG	12	0	0.250	0.131	0.452	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.750	1.000
ALIG	12	0	0.01100	0.00620	0.02149	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.02475	0.06600

Description des valeurs: PPB; IPB; APB

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
PPB	12	0	7.50	3.26	11.29	0.000000000	0.833	3.33	9.17	40.00
IPB	12	0	0.975	0.200	0.693	0.000000000	0.250	1.000	1.425	2.000
APB	12	0	0.0998	0.0482	0.1670	0.000000000	0.00825	0.0495	0.0915	0.6000

Description des valeurs: PBC; IBC; ABC

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
PBC	12	0	15.00	3.97	13.74	3.33	4.16	11.67	19.17	46.66
IBC	12	0	1.910	0.363	1.259	1.000	1.000	1.864	2.250	5.500
ABC	12	0	0.3274	0.0953	0.3300	0.0330	0.0413	0.2495	0.6498	0.9000

Description des valeurs: PD; ID; AD

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1
PD	12	0	1.39	1.39	4.81	0.000000000	0.000000000
ID	12	0	0.100	0.100	0.346	0.000000000	0.000000000
AD	12	0	0.0167	0.0167	0.0577	0.000000000	0.000000000

Variable	Median	Q3	Maximum
PD	0.000000000	0.000000000	16.66
ID	0.000000000	0.000000000	1.200
AD	0.000000000	0.000000000	0.2000

Description des valeurs: PCUCU; ICUCUC; ACUCU

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median
PCUCU	12	0	6.11	2.24	7.76	0.000000000	0.000000000	3.33
ICUCUC	12	0	1.456	0.449	1.555	0.000000000	0.000000000	1.000
ACUCU	12	0	0.1719	0.0981	0.3399	0.000000000	0.000000000	0.0660

Variable	Q3	Maximum
PCUCU	6.66	23.33
ICUCUC	2.375	5.142
ACUCU	0.1495	1.2000

Description des valeurs: PPARA; IPARA; APARA

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median
PPARA	12	0	5.00	2.44	8.47	0.000000000	0.000000000	1.67
IPARA	12	0	0.866	0.286	0.992	0.000000000	0.000000000	0.500
APARA	12	0	0.0914	0.0467	0.1619	0.000000000	0.000000000	0.0165

Variable	Q3	Maximum
PPARA	6.66	30.00
IPARA	1.972	2.500
APARA	0.1330	0.5660

Description des valeurs: PASC; IASC; AASC

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1
PASC	12	0	1.67	1.20	4.14	0.000000000	0.000000000
IASC	12	0	0.167	0.112	0.389	0.000000000	0.000000000
AASC	12	0	0.0166	0.0119	0.0413	0.000000000	0.000000000

Variable	Median	Q3	Maximum
PASC	0.000000000	0.000000000	13.33
IASC	0.000000000	0.000000000	1.000
AASC	0.000000000	0.000000000	0.1330

Corrélations: PAC; IAC; AAC; O2; PH; T°C; SAL

	PAC	IAC	AAC	O2	PH	T°C
IAC	-0.169					
	0.599					
AAC	0.224	0.876				
	0.483	0.000				
O2	0.393	0.653	0.850			
	0.206	0.021	0.000***			
PH	-0.076	0.219	0.032	-0.058		
	0.816	0.494	0.922	0.858		
T°C	-0.028	-0.458	-0.561	-0.705	0.375	
	0.930	0.135	0.058	0.010	0.230	
SAL	0.058	-0.014	-0.200	-0.353	0.385	0.756
	0.858	0.965	0.533	0.261	0.217	0.004

Cell Contents: Pearson correlation

P-Value

Corrélations: PACTH; IACTH; AACTH; O2; PH; T°C; SAL

	PACTH	IACTH	AACTH	O2	PH	T°C
IACTH	0.138					
	0.668					
AACTH	0.511	0.914				
	0.089	0.000				
O2	0.040	-0.477	-0.365			
	0.902	0.116	0.243			
PH	-0.331	0.023	-0.086	-0.058		
	0.294	0.944	0.789	0.858		
T°C	-0.000	0.380	0.314	-0.705	0.375	
	1.000	0.223	0.321	0.010	0.230	
SAL	-0.220	-0.122	-0.193	-0.353	0.385	0.756
	0.491	0.707	0.548	0.261	0.217	0.004

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PLIG; ILIG; ALIG; O2; PH; T°C; SAL

	PLIG	ILIG	ALIG	O2	PH	T°C
ILIG	0.926					
	0.000					
ALIG	1.000	0.926				
	*	0.000				
O2	0.064	-0.151	0.064			
	0.844	0.639	0.844			
PH	-0.169	-0.334	-0.169	-0.058		
	0.600	0.289	0.600	0.858		
T°C	-0.225	-0.124	-0.225	-0.705	0.375	
	0.481	0.702	0.481	0.010	0.230	
SAL	-0.301	-0.303	-0.301	-0.353	0.385	0.756
	0.341	0.339	0.341	0.261	0.217	0.004

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PPB; IPB; APB; O2; PH; T°C; SAL

	PPB	IPB	APB	O2	PH	T°C
IPB	0.375					
	0.230					
APB	0.991	0.394				
	0.000	0.205				
O2	0.272	-0.239	0.274			
	0.392	0.454	0.389			
PH	0.185	-0.509	0.142	-0.058		
	0.565	0.091	0.660	0.858		
T°C	-0.135	-0.028	-0.167	-0.705	0.375	
	0.676	0.932	0.604	0.010	0.230	
SAL	0.017	-0.209	-0.047	-0.353	0.385	0.756
	0.957	0.514	0.884	0.261	0.217	0.004

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PBC; IBC; ABC; O2; PH; T°C; SAL

	PBC	IBC	ABC	O2	PH	T°C
IBC	0.260					
	0.415					
ABC	0.896	0.646				
	0.000	0.023				
O2	-0.262	-0.341	-0.327			
	0.411	0.279	0.299			
PH	0.376	-0.003	0.278	-0.058		
	0.229	0.992	0.381	0.858		
T°C	0.760	0.398	0.782	-0.705	0.375	
	0.004**	0.200	0.003**	0.010	0.230	
SAL	0.871	0.150	0.755	-0.353	0.385	0.756
	0.000***	0.643	0.005**	0.261	0.217	0.004

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PD; ID; AD; O2; PH; T°C; SAL

	PD	ID	AD	O2	PH	T°C
ID	1.000					
	*					
AD	1.000	1.000				
	*	*				
O2	0.380	0.380	0.380			
	0.222	0.222	0.222			
PH	0.142	0.142	0.142	-0.058		
	0.661	0.661	0.661	0.858		
T°C	-0.314	-0.314	-0.314	-0.705	0.375	
	0.320	0.320	0.320	0.010	0.230	
SAL	-0.205	-0.205	-0.205	-0.353	0.385	0.756
	0.522	0.522	0.522	0.261	0.217	0.004

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: AD; PCUCU; ICUCUC; ACUCU; O2; PH; T°C; SAL

	AD	PCUCU	ICUCUC	ACUCU	O2	PH	T°C
ICUCUC	0.110	0.752					
	0.733	0.005					
ACUCU	-0.098	0.874	0.834				
	0.762	0.000	0.001				
O2	0.380	0.031	0.062	0.237			
	0.222	0.924	0.848	0.458			
PH	0.142	-0.600	-0.342	-0.465	-0.058		
	0.661	0.039*	0.276	0.128	0.858		
T°C	-0.314	-0.348	-0.172	-0.313	-0.705	0.375	
	0.320	0.268	0.594	0.323	0.010	0.230	
SAL	-0.205	-0.370	-0.412	-0.258	-0.353	0.385	0.756
	0.522	0.236	0.184	0.419	0.261	0.217	0.004

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PPARA; IPARA; APARA; O2; PH; T°C; SAL

	PPARA	IPARA	APARA	O2	PH	T°C
IPARA	0.628					
	0.029					
APARA	0.989	0.660				
	0.000	0.020				
O2	0.280	0.009	0.298			
	0.377	0.979	0.347			
PH	0.223	0.192	0.172	-0.058		
	0.485	0.549	0.594	0.858		
T°C	-0.173	0.208	-0.160	-0.705	0.375	
	0.591	0.517	0.620	0.010	0.230	
SAL	-0.074	0.150	-0.093	-0.353	0.385	0.756
	0.819	0.642	0.775	0.261	0.217	0.004

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PASC; IASC; AASC; O2; PH; T°C; SAL

	PASC	IASC	AASC	O2	PH	T°C
IASC	0.939					
	0.000					
AASC	1.000	0.938				
	0.000	0.000				
O2	-0.081	-0.185	-0.080			
	0.802	0.564	0.804			
PH	0.435	0.475	0.434	-0.058		
	0.158	0.118	0.158	0.858		
T°C	0.061	0.131	0.060	-0.705	0.375	
	0.851	0.684	0.853	0.010	0.230	
SAL	0.114	0.286	0.112	-0.353	0.385	0.756
	0.725	0.368	0.728	0.261	0.217	0.004

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

OUBEIRA

Description des valeurs: PAC; IAC; AAC; O2; PH; T°C

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
PAC	12	0	57.50	4.63	16.03	23.33	45.00	60.00	70.00	83.33
IAC	12	0	6.041	0.701	2.428	2.714	3.380	6.746	7.764	9.714
AAC	12	0	3.755	0.634	2.196	0.633	1.525	3.950	5.208	7.566
O2	12	0	9.223	0.679	2.350	5.270	7.810	8.980	11.243	13.380
PH	12	0	8.179	0.254	0.881	6.750	7.338	8.280	9.090	9.200
T°C	12	0	18.91	2.17	7.52	9.35	12.21	15.95	26.73	29.20

Description des valeurs: PACTH; IACTH; AACTH

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1
PACTH	12	0	0.278	0.278	0.961	0.000000000	0.000000000
IACTH	12	0	0.0833	0.0833	0.2887	0.000000000	0.000000000
AACTH	12	0	0.00275	0.00275	0.00953	0.000000000	0.000000000

Variable	Median	Q3	Maximum
PACTH	0.000000000	0.000000000	3.330
IACTH	0.000000000	0.000000000	1.0000
AACTH	0.000000000	0.000000000	0.03300

Corrélations: PAC; IAC; AAC; O2; PH; T°C

	PAC	IAC	AAC	O2	PH
IAC	0,841				
	0,001				
AAC	0,918	0,967			
	0,000	0,000			
O2	0,393	0,225	0,253		
	0,206	0,482	0,428		
PH	-0,459	-0,839	-0,728	-0,005	
	0,133	0,001	0,007	0,989	
T°C	-0,342	-0,105	-0,128	-0,702	-0,083
	0,277	0,745	0,692	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PACTH; IACTH; AACTH; O2; PH; T°C

	PACTH	IACTH	AACTH	O2	PH
IACTH	1,000				
	*				
AACTH	1,000	1,000			
	*	*			
O2	-0,121	-0,121	-0,121		
	0,708	0,708	0,708		
PH	0,040	0,040	0,040	-0,005	
	0,903	0,903	0,903	0,989	
T°C	-0,281	-0,281	-0,281	-0,702	-0,083
	0,377	0,377	0,377	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PLIG; ILIG; ALIG; O2; PH; T°C

	PLIG	ILIG	ALIG	O2	PH
ILIG	0,958				
	0,000				
ALIG	0,985	0,894			
	0,000	0,000			
O2	0,519	0,439	0,547		
	0,084	0,153	0,066		
PH	-0,454	-0,397	-0,471	-0,005	
	0,138	0,201	0,123	0,989	
T°C	-0,326	-0,371	-0,286	-0,702	-0,083
	0,301	0,235	0,367	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PLIG; ILIG; ALIG; O2; PH; T°C

	PLIG	ILIG	ALIG	O2	PH
ILIG	0,958				
	0,000				
ALIG	0,985	0,894			
	0,000	0,000			
O2	0,519	0,439	0,547		
	0,084	0,153	0,066		
PH	-0,454	-0,397	-0,471	-0,005	
	0,138	0,201	0,123	0,989	
T°C	-0,326	-0,371	-0,286	-0,702	-0,083
	0,301	0,235	0,367	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PLIG; ILIG; ALIG; O2; PH; T°C

	PLIG	ILIG	ALIG	O2	PH
ILIG	0,958				
	0,000				
ALIG	0,985	0,894			
	0,000	0,000			
O2	0,519	0,439	0,547		
	0,084	0,153	0,066		
PH	-0,454	-0,397	-0,471	-0,005	
	0,138	0,201	0,123	0,989	
T°C	-0,326	-0,371	-0,286	-0,702	-0,083
	0,301	0,235	0,367	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PLIG; ILIG; ALIG; O2; PH; T°C

	PLIG	ILIG	ALIG	O2	PH
ILIG	0,958				
	0,000				
ALIG	0,985	0,894			
	0,000	0,000			
O2	0,519	0,439	0,547		
	0,084	0,153	0,066		
PH	-0,454	-0,397	-0,471	-0,005	
	0,138	0,201	0,123	0,989	
T°C	-0,326	-0,371	-0,286	-0,702	-0,083
	0,301	0,235	0,367	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PLIG; ILIG; ALIG; O2; PH; T°C

	PLIG	ILIG	ALIG	O2	PH
ILIG	0,958				
	0,000				
ALIG	0,985	0,894			
	0,000	0,000			

O2	0,519	0,439	0,547		
	0,084	0,153	0,066		
PH	-0,454	-0,397	-0,471	-0,005	
	0,138	0,201	0,123	0,989	
T°C	-0,326	-0,371	-0,286	-0,702	-0,083
	0,301	0,235	0,367	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PPBC1; IPBC1; APBC1; O2; PH; T°C

	PPBC1	IPBC1	APBC1	O2	PH
IPBC1	0,939				
	0,000				
APBC1	0,939	1,000			
	0,000	*			
O2	0,521	0,478	0,478		
	0,082	0,116	0,116		
PH	0,504	0,485	0,485	-0,005	
	0,095	0,110	0,110	0,989	
T°C	-0,314	-0,264	-0,264	-0,702	-0,083
	0,320	0,407	0,407	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PD; ID; AD; O2; PH; T°C

	PD	ID	AD	O2	PH
ID	0,563				
	0,056				
AD	0,997	0,574			
	0,000	0,051			
O2	-0,178	-0,251	-0,225		
	0,580	0,432	0,483		
PH	0,217	0,399	0,221	-0,005	
	0,498	0,199	0,490	0,989	
T°C	-0,317	-0,177	-0,280	-0,702	-0,083
	0,316	0,581	0,379	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Corrélations: PCUCU; ICUCUC; ACUCU; O2; PH; T°C

	PCUCU	ICUCUC	ACUCU	O2	PH
ICUCUC	0,889				
	0,000				
ACUCU	1,000	0,889			
	*	0,000			
O2	0,191	0,196	0,191		
	0,553	0,542	0,553		
PH	-0,031	0,081	-0,031	-0,005	
	0,924	0,802	0,924	0,989	
T°C	0,250	0,194	0,250	-0,702	-0,083
	0,434	0,546	0,434	0,011	0,798

Cell Contents: Pearson correlation

```
               P-Value
```

Corrélations: PPARA; IPARA; APARA; O2; PH; T°C

```
         PPARA   IPARA   APARA      O2      PH
IPARA    0,911
         0,000

APARA    0,911   1,000
         0,000       *

O2      -0,074  -0,016  -0,016
         0,820   0,961   0,961

PH      -0,349  -0,422  -0,422  -0,005
         0,267   0,172   0,172   0,989

T°C     -0,062  -0,174  -0,174  -0,702  -0,083
         0,849   0,588   0,588   0,011   0,798


Cell Contents: Pearson correlation
               P-Value
```

Corrélations: PANIS; IANIS; AANIS; O2; PH; T°C

```
         PANIS   IANIS   AANIS      O2      PH
IANIS    0,261
         0,413

AANIS    0,920   0,594
         0,000   0,042

O2       0,114   0,327   0,232
         0,723   0,299   0,468

PH       0,047  -0,324  -0,027  -0,005
         0,885   0,305   0,933   0,989

T°C     -0,092  -0,361  -0,240  -0,702  -0,083
         0,775   0,248   0,453   0,011   0,798


Cell Contents: Pearson correlation
               P-Value
```

Comparaison des moyennes : PAC; PAC2

```
Two-sample T for PAC vs PAC2

       N  Mean  StDev  SE Mean
PAC   12  57.5   16.0      4.6
PAC2  12  48.3   16.0      4.6


Difference = mu (PAC) - mu (PAC2)
Estimate for difference:  9.16917
95% CI for difference:  (-4.38255; 22.72089)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.40  P-Value = 0.175  DF = 22
Both use Pooled StDev = 16.0062
```

Comparaison des moyennes: PAC; PAC_1

```
Two-sample T for PAC vs PAC_1

        N  Mean  StDev  SE Mean
PAC    12  48.3   16.0      4.6
PAC_1  12  57.5   16.0      4.6


Difference = mu (PAC) - mu (PAC_1)
Estimate for difference:  -9.16917
95% CI for difference:  (-22.72089; 4.38255)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.40  P-Value = 0.175 NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 16.0062
```

Comparaison des moyennes: IAC; IAC_1

```
Two-sample T for IAC vs IAC_1

        N  Mean  StDev  SE Mean
IAC    12  3.71   1.47     0.42
IAC_1  12  6.04   2.43     0.70


Difference = mu (IAC) - mu (IAC_1)
Estimate for difference:  -2.32683
95% CI for difference:  (-4.02481; -0.62886)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -2.84  P-Value = 0.009**  DF = 22
Both use Pooled StDev = 2.0055
```

Comparaison des moyennes: AAC; AAC_1

```
Two-sample T for AAC vs AAC_1

        N   Mean  StDev  SE Mean
AAC    12  1.905  0.957     0.28
AAC_1  12   3.76   2.20     0.63


Difference = mu (AAC) - mu (AAC_1)
Estimate for difference:  -1.85042
95% CI for difference:  (-3.28448; -0.41635)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -2.68  P-Value = 0.014*  DF = 22
Both use Pooled StDev = 1.6938
```

Comparaison des moyennes: PACTH; PACTH_1

```
Two-sample T for PACTH vs PACTH_1

          N   Mean  StDev  SE Mean
PACTH    12  0.278  0.410     0.12
PACTH_1  12  0.278  0.961     0.28


Difference = mu (PACTH) - mu (PACTH_1)
Estimate for difference:  0.000250
95% CI for difference:  (-0.625480; 0.625980)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.00  P-Value = 0.999NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.7391
```

Comparaison des moyennes: IACTH; IACTH_1

```
Two-sample T for IACTH vs IACTH_1

          N   Mean  StDev  SE Mean
IACTH    12   4.00   9.34      2.7
IACTH_1  12  0.083  0.289    0.083


Difference = mu (IACTH) - mu (IACTH_1)
Estimate for difference:  3.91667
95% CI for difference:  (-1.67773; 9.51106)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.45  P-Value = 0.161NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 6.6076
```

Comparaison des moyennes: AACTH; AACTH_1

```
Two-sample T for AACTH vs AACTH_1

          N     Mean    StDev  SE Mean
AACTH    12    0.192    0.337    0.097
AACTH_1  12  0.00275  0.00953   0.0028


Difference = mu (AACTH) - mu (AACTH_1)
Estimate for difference:  0.188833
95% CI for difference:  (-0.012998; 0.390664)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.94  P-Value = 0.065NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.2384
```

Comparaison des moyennes: PLIG; PLIG_1

```
Two-sample T for PLIG vs PLIG_1

         N  Mean  StDev  SE Mean
PLIG    12  1.11   2.17     0.63
PLIG_1  12  1.39   3.00     0.87


Difference = mu (PLIG) - mu (PLIG_1)
Estimate for difference:  -0.278333
95% CI for difference:  (-2.494950; 1.938284)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0.26  P-Value = 0.797NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 2.6181
```

Comparaison des moyennes: ILIG; ILIG_1

```
Two-sample T for ILIG vs ILIG_1

         N   Mean  StDev  SE Mean
ILIG    12  0.250  0.452     0.13
ILIG_1  12  0.306  0.576     0.17


Difference = mu (ILIG) - mu (ILIG_1)
Estimate for difference:  -0.055500
95% CI for difference:  (-0.494159; 0.383159)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0.26  P-Value = 0.795NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.5181
```

Comparaison des moyennes: ALIG; ALIG_1

```
Two-sample T for ALIG vs ALIG_1

         N    Mean   StDev  SE Mean
ALIG    12  0.0110  0.0215   0.0062
ALIG_1  12  0.0193  0.0479    0.014


Difference = mu (ALIG) - mu (ALIG_1)
Estimate for difference:  -0.008333
95% CI for difference:  (-0.039770; 0.023103)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0.55  P-Value = 0.588NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.0371
```

Comparaison des moyennes: PPB; PPB_1

```
Two-sample T for PPB vs PPB_1

        N  Mean  StDev  SE Mean
PPB    12   7.5   11.3      3.3
PPB_1  12  4.16   4.29      1.2


Difference = mu (PPB) - mu (PPB_1)
Estimate for difference:  3.33333
95% CI for difference:  (-3.89932; 10.56598)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.96  P-Value = 0.350NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 8.5426
```

Comparaison des moyennes: IPB; IPB_1

```
Two-sample T for IPB vs IPB_1

        N   Mean  StDev  SE Mean
IPB    12  0.975  0.693     0.20
IPB_1  12  0.993  0.929     0.27


Difference = mu (IPB) - mu (IPB_1)
Estimate for difference:  -0.017500
95% CI for difference:  (-0.711455; 0.676455)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0.05  P-Value = 0.959NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.8196
```

Comparaison des moyennes: APB; APB_1

```
Two-sample T for APB vs APB_1

        N    Mean   StDev  SE Mean
APB    12   0.100   0.167    0.048
APB_1  12  0.0580  0.0603    0.017


Difference = mu (APB) - mu (APB_1)
Estimate for difference:  0.041750
95% CI for difference:  (-0.064569; 0.148069)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.81  P-Value = 0.424NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.1256
```

Comparaison des moyennes PBC; PBCI

```
Two-sample T for PBC vs PBCI

       N  Mean  StDev  SE Mean
PBC   12  15.0   13.7      4.0
PBCI  12  37.8   13.0      3.7


Difference = mu (PBC) - mu (PBCI)
Estimate for difference:  -22.7783
95% CI for difference:  (-34.0934; -11.4633)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -4.17  P-Value = 0.000***  DF = 22
Both use Pooled StDev = 13.3644
```

Comparaison des moyennes: ABC; ABCI

```
Two-sample T for ABC vs ABCI

       N   Mean  StDev  SE Mean
ABC   12  0.327  0.330    0.095
ABCI  12  0.586  0.283    0.082


Difference = mu (ABC) - mu (ABCI)
Estimate for difference:  -0.258417
95% CI for difference:  (-0.518539; 0.001706)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -2.06  P-Value = 0.051NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.3072
```

Comparaison des moyennes: PD; PD_1

```
Two-sample T for PD vs PD_1

       N  Mean  StDev  SE Mean
PD    12  1.39   4.81      1.4
PD_1  12  5.55   9.36      2.7


Difference = mu (PD) - mu (PD_1)
Estimate for difference:  -4.16500
95% CI for difference:  (-10.46266; 2.13266)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.37  P-Value = 0.184NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 7.4383
```

Comparaison des moyennes: ID; ID_1

```
Two-sample T for ID vs ID_1

       N   Mean  StDev  SE Mean
ID    12  0.100  0.346     0.10
ID_1  12  0.669  0.610     0.18


Difference = mu (ID) - mu (ID_1)
Estimate for difference:  -0.569417
95% CI for difference:  (-0.989246; -0.149588)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -2.81  P-Value = 0.010**  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.4959
```

Comparaison des moyennes: AD; AD_1

```
Two-sample T for AD vs AD_1

       N    Mean   StDev  SE Mean
AD    12  0.0167  0.0577    0.017
AD_1  12   0.067   0.114    0.033


Difference = mu (AD) - mu (AD_1)
Estimate for difference:  -0.049833
95% CI for difference:  (-0.126184; 0.026518)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.35  P-Value = 0.190NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.0902
```

Comparaison des moyennes: PCUCU; PCUCU_1

```
Two-sample T for PCUCU vs PCUCU_1

          N  Mean  StDev  SE Mean
PCUCU    12  6.11   7.76      2.2
PCUCU_1  12  3.61   3.00     0.87


Difference = mu (PCUCU) - mu (PCUCU_1)
Estimate for difference:  2.50083
95% CI for difference:  (-2.48117; 7.48283)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.04  P-Value = 0.309NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 5.8843
```

Comparaison des moyennes: ICUCUC; ICUCUC_1

```
Two-sample T for ICUCUC vs ICUCUC_1

           N   Mean  StDev  SE Mean
ICUCUC    12   1.46   1.56     0.45
ICUCUC_1  12  0.667  0.492     0.14


Difference = mu (ICUCUC) - mu (ICUCUC_1)
Estimate for difference:  0.789583
95% CI for difference:  (-0.186973; 1.766140)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.68  P-Value = 0.108NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 1.1534
```

Comparaison des moyennes: ACUCU; ACUCU_1

```
Two-sample T for ACUCU vs ACUCU_1

          N    Mean   StDev  SE Mean
ACUCU    12   0.172   0.340    0.098
ACUCU_1  12  0.0358  0.0297   0.0086


Difference = mu (ACUCU) - mu (ACUCU_1)
Estimate for difference:  0.136167
95% CI for difference:  (-0.068111; 0.340445)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.38  P-Value = 0.181NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.2413
```

Comparaison des moyennes: PPARA; PPARA_1

```
Two-sample T for PPARA vs PPARA_1

          N  Mean  StDev  SE Mean
PPARA    12  5.00   8.47      2.4
PPARA_1  12  1.67   1.74     0.50


Difference = mu (PPARA) - mu (PPARA_1)
Estimate for difference:  3.33250
95% CI for difference:  (-1.84299; 8.50799)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.34  P-Value = 0.195NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 6.1129
```

Comparaison des moyennes: IPARA; IPARA_1

```
Two-sample T for IPARA vs IPARA_1

          N   Mean  StDev  SE Mean
IPARA    12  0.866  0.992     0.29
IPARA_1  12  0.583  0.669     0.19


Difference = mu (IPARA) - mu (IPARA_1)
Estimate for difference:  0.282400
95% CI for difference:  (-0.433746; 0.998546)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.82  P-Value = 0.422NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.8459
```

Comparaison des moyennes: APARA; APARA_1

```
Two-sample T for APARA vs APARA_1

          N    Mean   StDev  SE Mean
APARA    12   0.091   0.162    0.047
APARA_1  12  0.0193  0.0221   0.0064


Difference = mu (APARA) - mu (APARA_1)
Estimate for difference:  0.072167
95% CI for difference:  (-0.025675; 0.170009)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.53  P-Value = 0.140NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.1156
```

Comparaison des moyennes: O2; O2_1

```
Two-sample T for O2 vs O2_1

       N  Mean  StDev  SE Mean
O2    12  9.55   2.36     0.68
O2_1  12  9.22   2.35     0.68


Difference = mu (O2) - mu (O2_1)
Estimate for difference:  0.328333
95% CI for difference:  (-1.665077; 2.321743)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.34  P-Value = 0.736NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 2.3545
```

Comparaison des moyennes: PH; PH_1

```
Two-sample T for PH vs PH_1

       N   Mean  StDev  SE Mean
PH    12   7.89   1.21     0.35
PH_1  12  8.179  0.881     0.25


Difference = mu (PH) - mu (PH_1)
Estimate for difference:  -0.291667
95% CI for difference:  (-1.186021; 0.602688)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0.68  P-Value = 0.506NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 1.0563
```

Comparaison des moyennes: T°C; T°C_1

```
Two-sample T for T°C vs T°C_1

        N   Mean  StDev  SE Mean
T°C    12  19.36   7.27      2.1
T°C_1  12  18.91   7.52      2.2


Difference = mu (T°C) - mu (T°C_1)
Estimate for difference:  0.452500
95% CI for difference:  (-5.810465; 6.715465)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.15  P-Value = 0.882NS  DF = 22
Both use Pooled StDev = 7.3973
```

Comparaison des moyennes: IBC; IBCI

Two-sample T for IBC vs IBCI

	N	Mean	StDev	SE Mean
IBC	12	1.91	1.26	0.36
IBCI	12	1.511	0.304	0.088

Difference = mu (IBC) - mu (IBCI)
Estimate for difference: 0.399333
95% CI for difference: (-0.376185; 1.174852)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.07 P-Value = 0.297NS DF = 22
Both use Pooled StDev = 0.9160

Résumé

Dans cette étude nous nous sommes intéressés aux helminthes parasites du tube digestif et de la vessie natatoire de l'anguille *Anguilla anguilla* peuplant un milieu estuarien « l'estuaire du Mafrag » et un lac d'eau douce « le lac Oubeira ».

Les résultats de l'observation des caractères morpho anatomiques des parasites récoltés nous a permis de recenser 11 espèces parasites : 4 cestodes, 5 nématodes et 1 acanthocéphale et 1 digène. La plus grande diversité en espèces est notée chez les anguilles du lac Oubeira qui abritent 10 espèces sur les onze identifiées.

C'est l'espèce *A. crassus* qui prédomine dans les deux plans d'eau, en enregistrant des prévalences de plus de 48 et 57% dans le Mafrag et l'Oubeira respectivement. Dans l'Oubeira, les espèces parasites qui enregistrent des prévalences de plus de 40% sont *Bothriocephalus claviceps* (P=41,6%) et *Pseudoterranova decipiens* (P=41,1%). Dans l'estuaire du Mafrag, c'est l'espèce *Bothriocephalus claviceps* qui vient après *A. crassus* en enregistrant une prévalence de 14,99% ; elle est suivie par *Parabothriocephalus psenopsis* (P=7,49%). Les valeurs de l'intensité d'infestation les plus élevées sont enregistrées par *A. crassus* dans l'Oubeira (I>6) et *Echinorhynchus sp*. dans le Mafrag (I=4); Dans l'estuaire, l'intensité d'infestation des anguilles par *A. crassus* n'excède pas 4 vers/poisson infesté. Dans l'Oubeira, les valeurs de l'abondance supérieures à 0,6 sont enregistrées par les espèces *A. crassus* (A=3,7), *Bothriocephalus claviceps* (A=0,64) et *Pseudoterranova decipiens* (A=0,62).Dans le Mafrag, les valeurs de l'abondance de plus de 0,19 sont relevées chez *A. crassus* (A=1,90), *Echinorhynchus sp* (A=0,19) et *Bothriocephalus claviceps* (A=0,32).

Les variations saisonnières des indices parasitologiques calculés semblent être liées à des paramètres abiotiques (température et salinité de l'eau) et biotiques (taille du poisson et comportement alimentaire).L'analyse statistique bivariée fait apparaître l'existence de corrélations négatives entre le pH de l'eau de l'Oubeira et l'intensité et l'abondance d'*A. crassus* et de corrélations positives entre la température et la salinité de l'eau du Mafrag et les indices parasitologiques (prévalence, intensité et abondance) de l'espèce parasite *Bothriocephalus claviceps.* Les résultats du Test de Newman-Keuls viennent appuyer les observations relatives aux fluctuations saisonnières de la température et la salinité de l'eau et celles des indices parasitologiques d'*A. crassus, Botrhiocephalus claviceps, Pseudoterranova decipiens,* E*chinorhynchus sp* et *Cucullanus sp*..

Les proportions d'anguilles abritant une seule espèce (45% dans l'Oubeira et 70% dans le Mafrag), deux espèces (34% dans l'Oubeira et 18% dans le Mafrag) et 3 espèces (19% dans l'Oubeira et moins de 9% dans le Mafrag).

L'analyse qualitative du contenu du tube digestif de l'anguille de l'Oubeira montre une forte proportion de poissons (46%) et d'aliments digérés (37%) ; mais en milieu estuarien, le contenu du tube digestif comprend : 35% de crustacés, 21% de poissons et10% d'insectes. Ces résultats montrent que l'anguille sélectionne ses proies d'après leur accessibilité et son comportement nutritionnel s'adapte aux disponibilités du milieu.

Les données obtenues permettent elles d'affirmer que le parasitisme serait un moyen de mieux suivre les déplacements des anguilles dans les eaux continentales?

Mots clés : Parastisme ; *Anguilla anguilla* ; diversité parasitaire ; Estuaire du Mafrag ; lac Oubeira.

Summary

In this study we were interested in the parasitic helminths of the digestive tract and the swim bladder of the eel Anguilla anguilla populating a medium estuarien “the estuary of Mafrag” and a lake of fresh water “the lake Oubeira”.

The results of the observation of the morpho- anatomical characters of the collected parasites enabled us to count 11 parasitic species: 4 cestodes, 5 nematodes and 1 acanthocéphale and 1 digene. Greatest diversity in cash is noted in the eels of the lake Oubeira which shelter 10 identified species out of the eleven.

It is the species *A. crassus* which prevails in the two water levels, by recording prevalence of more than 48 and 57% in Mafrag and Oubeira respectively. In Oubeira, the parasitic species which record prevalence of more than 40% are *Bothriocephalus claviceps* (P=41,6%) and *Pseudoterranova decipiens* (P=41,1%). In the estuary of Mafrag, it is the species *Bothriocephalus claviceps* which comes after *A. crassus* by recording a prevalence from 14.99%; it is followed by *Parabothriocephalus psenopsis* (P=7,49%). The highest values of the intensity of infection are recorded by *A. crassus* in Oubeira (I>6) and *Echinorhynchus sp.* in Mafrag (I=4); In the estuary, the intensity of infection of eels by *A. crassus* does not exceed 4 worms/infested fish. In Oubeira, the values of abundance higher than 0.6 are recorded by the species *A. crassus* (A=3,7), *Bothriocephalus claviceps* (A=0,64) and *Pseudoterranova decipiens* (A=0,62). In Mafrag, the values of the abundance of more than 0.19 are recorded at *A. crassus* (A=1,90), *Echinorhynchus sp* (A=0,19) and *Bothriocephalus claviceps* (A=0,32).

The parasitologic seasonal variations of the calculated indices seem to be related to abiotic parameters (temperature and salinity of water) and biotic (size of fish and food behavior). The bivariée statistical analysis reveals the existence of negative correlations between the pH of the water of Oubeira and the intensity and the abundance of *A. crassus* and positive correlations between the temperature and the salinity of the water of Mafrag and the indices parasitologic (prevalence, intensity and abundance) of the species parasitis *Bothriocephalus claviceps*. The results of the Test of Newman-Keuls come to support the observations relating to the seasonal fluctuations of the parasitologic temperature and the salinity of the water and those of the indices of *A. crassus*, *Botrhiocephalus claviceps, Pseudoterranova decipiens, Echinorhynchus sp* and *Cucullanus sp.*

The qualitative analysis of the contents of the digestive tract of eel of Oubeira shows a strong proportion of fish (46%) and digested food (37%); but in estuarien medium, the contents of the digestive tract understand: 35% from shellfish, 21% of fish et10% of insects. These results show that the eel selects its preys according to their accessibility and its nutritional behavior adapts to the availabilities of the medium.

The results of the Test of Newman-Keuls come to support the observations relating to the seasonal fluctuations of the parasitologic temperature and the salinity of the water and those of the indices of *A. crassus, Botrhiocephalus claviceps, Pseudoterranova decipiens, Echinorhynchus sp and Cucullanus sp.*

Do the data obtained make it possible they to affirm that parasitism would be a means of better following displacements of eels in continental water?

Key words: Parastism; *Anguilla anguilla*; parasitic diversity; Estuary of Mafrag; lake Oubeira.

الملخص

في هذه الدراسة اهتممنا بالبحث عن الطفيليات الموجودة في الجهاز الهضمي و المثانة لمسلك الأنقليس المتواجد بمصب المفرغ و القاطنة أيضا ببحيرة أوبيرة.

النتائج المحصل عليها بعد المعاينة التشريحية و المظهرية للطفيليات سمحت لنا بجمع 11 نوع من الطفايات : 4 أنواع من الديدان الشريطية, 5 أنواع من الديدان الخيطية,نوع من أكونتوصفال وأخيرا نوع من الديجان. أكبر مجموعة من أنواع الطفيليات متواجدة ببحيرة أوبيرة التي تحتوي على 10 طفيليات من المجموع المتحصل عليهم.

إ *A. crassus* يسود هذان الوسطان, تقدر نسبة انتشاره بأكثر من48 و 57% بالمصب والمفرغ على التوالي.

تسجل الطفيليات أكثر انتشارا ببحيرة أوبيرة و تقدر بأكثر من 40% و المتد *Bothriocephalus claviceps* يأتي في *Pseudoterranova decipiens* و41.6% *Bothriocephalus claviceps* 1 مقارنة مع *A. crassus* في مصب المفرغ و *Parabothriocephalus psenopsis* بنسبة 7.94%؛ أما المقادير ا *A. crassus* من طرف الطفيلي *Echinorhynchus sp* (6 و (ك=4) في المصب.

في المفر *A. crassus* لا تتعدى 4 ديدان في الأنقليس الواحد,القيم التى تتوفر بقيمة0.6 قد سجلت *A. crassus* = *Bothriocephalus claviceps* = *Pseudoterranova decipiens* (0.62 = أما في المفرغ القيم التي تتعدى (و= 0.19) *A. crassus* *Echinorhynchus sp* *Bothriocephalus claviceps* (0.32=).

إن التغيرات الموسمية للنسب و الأعداد المحصل عليها للطفيليات تبدو أنها متعلقة بالمعلومات الاحيائية (درجة الحرارة, ملوحة المياه) و الحيائية (حجم السمك, سلوكاتها الغذائية). كشف التحليل الإحصائي للمتغيرين عن وجود الارتباطات سلبية بين قيمة الهيدروجين ب *A. crassus* ة ووفرة و علاقات إيجابية متبادلة بين درجة الحرارة و الملوحة في مياه *Bothriocephalus claviceps* (الانتشار, الوفرة, الكثافة), نتائج نيومان إكلز تأتي لدعم هذه النتائج والملاحظات المتعلقة بالتغيرات الموسمية *Bothriocephalus claviceps* *A. crassus* *Cucullanus sp* *Echinorhynchus sp* *Pseudoterranova decipiens*

تقدر نسبة الأنقليس التي تحتوي على: طفيلي واحد ب(45%بأوبيرا و 70%في المفرغ), طفيلين (34% بأوبيرا و 18 % في المفرغ) و ثلاث طفيلات (19% بأوبيرا و 9 % في المفرغ).

التحليل النوعي لمكونات الجهاز الهضمي بينت وجود نسبة عالية من الاسماك بنسبة (46%) و طعام مهضوم مقدر ب (37%) في حين محتوى الانبوب الهضمي لانقليس المفرغ تمثل في (35%) من القشريات, (21%) من الاسماك و (10%) من الحشارات. هذه النتائج تبين أن الانقليس يختار فريسته و يتكيف على حسب السلوكات الغذائية للبيئة.

هل النتائج المحصل عليها تسمح لنا بالتأكد من أن الطفيليات هي الوسيلة الأفضل لتتبع تحركات الأنقليس في المياه الداخلية؟

مفتاح: طفيليات, الانقليس, التنوع الطفيلي, مصب المفرغ, بحيرة أوبيرا