

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE DJILLALI LIABES SIDI BEL ABBES



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement
Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de
Doctorat en Sciences

Par : Mme HASSANI-SMAIL Maya Meriem

Spécialité : Sciences de l'environnement

Option : Ecologie Marine

Intitulée :

Inventaire des Nématodes des Poissons Gadidés : *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) et *phycis phycis* (Linné, 1758) du littoral oranais (ouest algérien)

Soutenue publiquement le 05/04/2015 devant les membres du jury :

Mr HAMEL L.	Professeur. Université de Sidi Bel Abbés	Président
Mme DENIS F.	Maitre de conférences. Université du Maine	Examinatrice
Mlle KOUDACHE F.	Maitre de conférences A. Université de Sidi Bel Abbés	Examinatrice
Mr HOUHAMDI M.	Professeur. Université de Guelma	Examineur
Mr ABI-AYAD S.M.A.	Professeur. Université d'Oran	Examineur
Mr KERFOUF A.	Professeur. Université de Sidi Bel Abbés	Rapporteur

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur HAMEL Laid

Professeur à l'université de Sidi Bel Abbès. Directeur du laboratoire d'écodéveloppement des espaces. Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse, et que j'assure en outre de ma très haute considération.

A Madame le Docteur DENIS Françoise

Maître de conférences à l'université du Maine et chercheur à la station de biologie marine de Concarneau. Je suis très touchée par l'honneur que vous me faites en vous déplaçant de Bretagne pour participer à ce jury, veuillez accepter mes plus vifs remerciements et croyez en ma profonde gratitude.

A Mademoiselle le Docteur KOUDACHE Fatiha

Maître de conférences à l'université de Sidi Bel Abbès et responsable de la formation des Masters en éco-ingénierie des zones humides, qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner mon travail, veuillez recevoir l'expression de ma reconnaissance infinie.

A Monsieur le Professeur HOUHAMDI Moussa

Professeur à l'université de Guelma. Directeur du laboratoire biologie, eau et environnement. Ce travail est l'occasion pour moi de vous exprimer toute ma gratitude pour avoir accepté de siéger à ce jury, je vous en remercie très sincèrement.

A Monsieur le Professeur ABI-AYAD Sidi Mohammed el-Amine

Professeur de l'université d'Oran, Directeur du laboratoire d'aquaculture et de bioremédiation. Vous me faites un grand honneur d'avoir accepté de juger mon travail, soyez en très chaleureusement remercié.

A Monsieur le Professeur KERFOUF Ahmed,

Professeur à l'université de Sidi Bel Abbès, Je crains que toutes ces pages soient insuffisantes pour vous exprimer toute ma reconnaissance, ce travail n'aurait jamais pu être mené à bien sans vos multiples initiatives et conseils avisés. Votre compétence incontestable, votre humilité, votre disponibilité constante et votre souci du travail sérieux et bien fait ont été pour moi autant de motivations pour toujours faire de mon mieux. Je vous en remercie et soyez assuré de mon éternelle gratitude.

Mes remerciements ne seraient pas complets s'ils ne se tournaient pas vers Monsieur le professeur **Frantiesek MORAVEC**, de l'institut de parasitologie de république Tchèque, pour sa contribution discrète et efficace et pour ses précieux conseils en taxinomie des Nématodes, ainsi que vers Monsieur le professeur **Jean Lou JUSTINE**, du muséum national d'histoire naturelle de Paris, pour la riche bibliothèque virtuelle qu'il a mis à ma disposition.

A la mémoire de ma mère...

**A mon père, mon mari, mes enfants, mes frères et toute ma famille, que
vous dire que vous ne sachiez déjà sur les sentiments que j'ai à votre
égard...**

RESUME

Cette investigation helminthologique de deux poissons congénères : la Mostelle de fond *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) et la Mostelle de roche *Phycis phycis* (Linné, 1758), sur une période allant d'octobre 2011 à juillet 2014 et portant sur plusieurs sites de la côte ouest algérienne, a permis d'identifier neuf espèces de Nématodes parasites dont :

Des stades larvaires d' *Hysterothylacium fabri*, *Hysterothylacium* sp, *Anisakis simplex* et *Anisakis physeteris*, exception faite d'*Hysterothylacium* sp, tous les autres Nématodes sont communs chez les deux poissons hôtes.

Des stades adultes de *Cucullanus cirratus*, *Hysterothylacium aduncum* et *Capillaria gracilis*, ont également été rencontrés chez les deux espèces de Mostelles.

Philometra globiceps au stade adulte n'a été cependant rencontrée que chez *Phycis phycis*, ainsi de même pour *Ascarophis collaris* qui se montre spécifique à *Phycis blennoides*.

Nous signalons la présence d' *Hysterothylacium* sp, *Anisakis simplex*, *Anisakis physeteris*, *Cucullanus cirratus*, *Capillaria gracilis*, *Ascarophis collaris* et de *Philometra globiceps* pour la première fois sur la côte ouest algérienne.

Le calcul des indices parasitaires ainsi que ceux de la diversité spécifique a permis l'analyse du mode d'infestation de ces différentes espèces de Nématode au sein de chaque poisson hôte.

Mots clés : Nématodes ; Parasites ; *Phycis blennoides* ; *Phycis phycis* ; côte ouest algérienne; indices parasitaires.

هذه الدراسة على فحص نوعين من الأسماك البحرية (*Phycis phycis* و *Phycis blennoides*) الديدان الطفيلية الأسطوانية المرتبطة بكل نوع من النوعين المذكورين.

الدراسة من شهر أكتوبر 2011 الى غاية شهر جويلية 2014 ومست مواقع عديدة من الساحل

مكتنتنا هذه الأخيرة من عزل تسعة أنواع من الديدان الأسطوانية الطفيلية والتي تمثلت فيما يلي :

وار يرقية من نوع *Hysterothylacium fabri* ، *Hysterothylacium sp* و *Anisakis simplex* .

لاحظنا أن كل هذه الأنواع من الديدان كانت مشتركة التواجد عند فئتي الأ *Phycis blennoides* الذي ينفرد بالضيف

أطوار ديدان بالغة *Cucullanus cirratus* ، *Hysterothylacium aduncum* و *Capillaria gracilis* تم جردها في كلا نوعي الأسماك.

أما فيما يخص طور البلوغ *Ascarophis collaris* فكان توأجهما خصيصا المضيف *Phycis blennoides*.

اللافت للإنتباه إحصاء لأول مرة في الساحل الغربي الجزائري للأنواع التالية من الديدان الأسطوانية الطفيلية:

Anisakis physeteris ، *Cucullanus cirratus* ، *Capillaria gracilis* ، *Ascarophis collaris* ، *Philometra globiceps*

حساب علامات التطفل الى جانب علامات التنوع البيئي الخاص سمح لنا بتحليل مقبول فيما يخص كيفية التطفل عند مختلف الديدان الأسطوانية بالنسبة لكل نوع من الأسماك المضيضة.

الكلمات المفتاحية: ديدان إسطوانية، الطفيليات، ال *Phycis blennoides* و *Phycis*.

ABSTRACT

The aims of this work is to draw up an inventory of the biodiversity of the Nematodes parasites of two phylogenitically related fishes: the greater forkbeard *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) and the forkbeard *Phycis phycis* (Linné, 1758), fished in many localities of the Western Algerian coast. From October 20011 to July 2014, the 120 fishes were investigated showing the presence of 9 Nematodes parasites species.

At the larval stages: *Hysterothylacium fabri*, *Hysterothylacium sp*, *Anisakis simplex* and *Anisakis physeteris*, except *Hysterothylacium sp*, all other species were recorded in both of the two hosts.

Adult stages of *Cucullanus cirratus*, *Hysterothylacium aduncum* and *Capillaria gracilis* were also common to the two hosts.

Adult stages of *Ascarophis collaris* were found only from the greater forkbeard, while those of *Philometra globiceps* were specific to *Phycis phycis*.

We announce for the first time the occurrence of *Hysterothylacium sp*, *Anisakis simplex*, *Anisakis physeteris*, *Cucullanus cirratus*, *Capillaria gracilis*, *Ascarophis collaris* and *Philometra globiceps* off the Western Algerian coasts.

The calculated specific parasitic indices inform about the modalities of infestation of the Nematodes parasites species identified from these two hosts.

Keywords: Nematodes ; Parasites ; *Phycis blennoides* ; *Phycis phycis* ; Western Algerian coasts ; parasitic indices.

TABLE DES MATIERES

	INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	Nématodes parasites de poissons : Caractéristiques générale	
	1. Morpho-anatomie des Nématodes	4
	1.1. Caractères externes	4
	1.2. Caractères internes	7
	2. Ecologie des Nématodes parasites de poissons	11
	3. Méthodes d'étude des Nématodes	12
CHAPITRE II	Habitats biologiques	
	1. Morphologie de <i>Phycis blennoides</i> et de <i>Phycis phycis</i>	13
	2. Répartition géographique et bathymétrique	16
	3. Régime alimentaire	18
	4. Reproduction et croissance	19
	5. Pêche et importance économique	21
	6. Valeur nutritive	22
CHAPITRE III	Présentation de la zone d'étude	
	Caractéristiques générales de la zone d'étude	23
	1. Localisation géographique	23
	2. Sites des prélèvements	23
	3. Géomorphologie et sédimentologie	25
	4. Hydrodynamisme	26
	5. Climatologie	27
	5.1. Pluviométrie	27
	5.2. Température	28
	5.3. Salinité	28
	6. Sources de pollution	28
CHAPITRE IV	Matériel & méthodes	
	1. Echantillonnage des poissons hôtes	29
	2. Echantillonnage des populations de parasites	29
	3. Fixation et conservation des Nématodes	30
	4. Observation et identification des Nématodes	30
	5. Taxinomie et clés d'identification des Nématodes	32
	6. Traitement des données	32
CHAPITRE V	Résultats & discussion : Présentation des Nématodes recensés	
	1. Famille des Anisakidae Railliet et Henry, 1912	36
	1.1. <i>Hysterothylacium fabri</i> Rudolphi, 1819	36
	1.2. <i>Hysterothylacium aduncum</i> Rudolphi, 1802	40
	1.2. <i>Hysterothylacium</i> sp	43
	1.3. <i>Anisakis simplex</i> Rudolphi, 1809	49
	1.4. <i>Anisakis physeteris</i> Baylis, 1923	54
	2. Famille des Cucullanidae Cobbold, 1864	
	<i>Cucullanus cirratus</i> Müller, 1777	57

3. Famille des Philometridae Baylis et Daubney	
<i>Philometra globiceps</i> Rudolphi, 1819	64
4. Familles des Cystidicolidae Skryabin, 1964	
<i>Ascarophis collaris</i>	72
5. Famille des Capillaridae Railliet, 1915	
<i>Capillaria garcilis</i> Bellingham, 1849 ; Travassos, 1915	79
Résultats & discussion : Cinétique du parasitisme	
1. Parasitisme et facteurs biotiques	88
1.1. Dynamique des infrapopulations parasitaires et tailles des hôtes	88
1.2. Ségrégation spatiale des espèces parasitaires au niveau viscérale	95
1.3. Structure de la communauté parasitaire dans l'espace des hôtes	99
2. Parasitisme et facteurs abiotiques	104
2.1. Influence des milieux géographiques	104
2.2. Influence des saisons	109
CONCLUSION & PERSPECTIVES	112
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	116
ANNEXES	145
TRAVAUX EN RAPPORT AVEC LA THESE	

TABLE DES ILLUSTRATIONS

CARTES

Carte 1	Répartition géographique de <i>Phycis blennoides</i>	17
Carte 2	Répartition géographique de <i>Phycis phycis</i>	17
Carte 3	Sites de pêche de <i>Phycis blennoides</i> et de <i>Phycis phycis</i>	25

FIGURES

Figure 1	Morphologie d'un Nématode mâle et femelle	5
Figure 2	Ouverture buccale d'un Nématode Cucullanidae	6
Figure 3	Extrémités antérieures et structures œsophagiennes des Nématodes	8
Figure 4	Extrémités postérieures d'un Nématode Cucullanidae	10
Figure 5	Œufs de Nématodes	11
Figure 6	Dessin et photo des la Mostelle de fond <i>Phycis blennoides</i>	14
Figure 6 suite	Dessin et photo des la Mostelle de roche <i>Phycis phycis</i>	15
Figure 7	Cycle de vie d' <i>Hysterothylacium aduncum</i>	48
Figure 8	Cycle de vie d' <i>Anisakis simplex</i>	56
Figure 9	Cycle de vie de <i>Cucullanus cirratus</i>	63
Figure 10	Cycle de vie de <i>Philometra abdominalis</i>	71
Figure 11	Cycle de vie des Cystidicolidae	78
Figure 12	Cycle de vie de <i>Capillaria gracilis</i>	86
Figure 13	Schéma synthétique de l'organisation des espèces parasites	88
Figure 14	Prévalences des infrapopulations parasites par secteurs de sites	108

GRAPHIQUES

Graphiques 1 (a-d)	Variations des valeurs de prévalences des Nématodes en fonction des classes de tailles de <i>Phycis blennoides</i>	89
Graphiques 2 (e-g)	Variations des valeurs de prévalences des Nématodes en fonction des classes de tailles de <i>Phycis phycis</i>	93
Graphique 3	Répartition des abondances des espèces de Nématodes dans le microhabitat chez <i>Phycis blennoides</i>	95
Graphique 4	Répartition des abondances des espèces de Nématodes dans le microhabitat chez <i>Phycis phycis</i> .	96
Graphique 5	Prévalences des espèces de Nématodes dans l'espace des espèces hôtes	99
Graphique 6	Histogrammes des valeurs des quatre indices de diversité parasitaire chez les espèces hôtes	102
Graphique 7	Calcul de l'indice de Shannon H' des sites de prélèvements pour les deux poissons hôtes en comparaison avec la diversité maximale théorique H_{max}	105
Graphique 8	Variations des abondances des espèces de Nématodes en fonction des saisons	109

PLANCHES

Planche I	<i>Hysterothylacium fabri</i> Rudolphi, 1819, larve du 4 ^e stade	39
Planche II	<i>Hysterothylacium aduncum</i> Rudolphi, 1802, stade adulte	42
Planche III	<i>Hysterothylacium</i> sp. Stade larvaire	44
Planche IV	<i>Anisakis simplex</i> Rudolphi, 1809, larve du 3 ^e stade	51
Planche V	<i>Anisakis physeteris</i> Baylis, 1923, larve du 3 ^e stade	53
Planche VI	<i>Cucullanus cirratus</i> Müller, 1777, stade adulte	59
Planche VII	<i>Philometra globiceps</i> Costa, 1845, stade adulte	66
Planche VIII	<i>Ascarophis collaris</i> Petter, 1970, stade adulte	74
Planche IX	<i>Capillaria garcilis</i> Bellingham, 1840 Travassos, 1915, stade adulte	81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Teneur en acides gras polyinsaturés à longues chaînes dans 100 g de lipides de <i>Phycis blennoides</i>	22
Tableau 2	Formules des différents indices de diversité	33
Tableau 3	Nématodes recensés chez <i>Phycis blennoides</i> et <i>Phycis phycis</i>	35
Tableau 4	Biométrie d' <i>Hysterothylacium fabri</i> Rudolphi, 1819	37
Tableau 5	Biométrie d' <i>Hysterothylacium aduncum</i> Rudolphi, 1802	41
Tableau 6	Biométrie d' <i>Anisakis simplex</i> Rudolphi, 1809	50
Tableau 7	Biométrie de <i>Cucullanus cirratus</i> Müller, 1777	60
Tableau 8	Biométrie de <i>Philometra globiceps</i> Costa, 1845	67
Tableau 9	Biométrie d' <i>Ascarophis collaris</i> Petter, 1970	73
Tableau 10	Biométrie de <i>Capillaria gracilis</i> Bellingham, 1840 Travassos, 1915	82
Tableau 11	Calcul du coefficient de Bravais-Pearson r et du coefficient de Spearman r' chez <i>Phycis blennoides</i>	88
Tableau 12	Calcul du coefficient de Bravais-Pearson r et du coefficient de Spearman r' chez <i>Phycis phycis</i>	90

GLOSSAIRE

- **Ailes latérales longitudinales:** replis paires de la cuticule parcourant toute la longueur du corps et situés de part et d'autre de ce dernier.
- **Allotype:** individu parasite femelle sur lequel la description s'est basée.
- **Amphides:** organes sensoriels céphaliques sous forme de larges pores.
- **Appendice œsophagien:** excroissance de l'œsophage glandulaire qui fait généralement suite à l'œsophage musculaire.
- **Appendice terminal:** petite excroissance située sur la pointe de la queue.
- **Bandes bacillaires :** rangées circulaires de petites cellules de l'hypoderme, s'ouvrant sur la cuticule par de nombreux petits pores.
- **Bouchons ou boutons polaires:** petites structures cylindriques situées sur chacun des deux pôles de l'œuf.
- **Caecum intestinal:** excroissance de l'intestin qui remonte au voisinage de l'œsophage musculaire, dans le sens contraire de celui de l'appendice œsophagien.
- **Capsule buccale:** structure musculaire faisant immédiatement suite à l'ouverture buccale.
- **Deirides:** organes sensoriels de l'extrémité céphalique, ils ont la forme de petites griffes.
- **Dent chitinoïde:** dent située dans l'ouverture buccale constituée de chitine.
- **Filaments polaires:** fins fils reliant les œufs à la muqueuse utérine.
- **Gubernaculum:** structure généralement de forme triangulaire reliant la partie proximale des Spicules afin de diriger leurs mouvements pendant la copulation.
- **Holotype:** individu parasite mâle sur lequel la description s'est basée.
- **Interlabia:** petite excroissance située entre les deux lèvres de l'ouverture buccale.
- **Isthme:** espace entre les deux lèvres de l'ouverture buccale.
- **Mucron terminal:** petit bouton situé sur la pointe de la queue.
- **Oesophastome:** capsule buccale.
- **Œufs embryonnés:** contenant une larve.
- **Paratype:** individu parasite mâle ou femelle à partir duquel des mensurations sont prises, soit afin d'avoir moyenne de ces dernière ou bien parce qu'il n'a pas été possible de les effectuer sur l'holotype ou l'allotype.
- **Rugosa area:** zone située sur la partie ventrale de la queue et dont la cuticule a un aspect rugueux.
- **Spicules:** organes copulateurs du mâle.
- **Stichocytes:** suite de glandes œsophagiennes de forme rectangulaires contenant un gros noyau.
- **Ventouse précloacale:** ventouse située ventralement et précédant immédiatement le cloaque des mâles.
- **Ventricule:** renflement situé à la fin de l'œsophage musculaire et séparant Appendice œsophagien et caecum intestinal.

Introduction

Le déficit méthodologique et conceptuel de l'écologie parasitaire est la définition de la structuration spatiale et temporelle des peuplements (dynamique, adaptation et évolution), dont la composition, tant bien sur le plan quantitatif que sur le plan taxinomique, est le résultat de nombreux compromis évolutifs où de nombreux paramètres entrent en ligne de compte. L'analyse classique de « l'équation multifactorielle » s'intéressait à l'interaction des facteurs biotiques et abiotiques auxquelles s'ajoute l'action anthropique. Cependant, les stratégies que les parasites mettent en œuvre afin d'assurer leur pérennité, trouver des conditions propices à leur développement et contourner les barrières défensives élaborées par leurs hôtes, augmentent la complexité de cette équation, mais également et surtout son niveau de compréhension (Lafferty et *al.*, 2006). Les parasites ne sont donc plus tels qu'ils l'ont été considérés depuis longtemps : ces « associés du vivant » ou ces « invités passifs » dépendant de la chaîne trophique pour assurer leur transmission, mais ont la véritable capacité de manipuler leurs hôtes (Kaldonski et *al.*, 2007).

Au cours de l'histoire évolutive des parasites, certains cycles de vie directs (monoxènes) ont progressé vers des cycles plus complexes (hétéroxènes), ce qui est le cas des deux tiers des Nématodes parasites de poissons. Ces cycles impliquent généralement des invertébrés benthiques en tant qu'hôtes intermédiaires ou de transport et des vertébrés en tant qu'hôtes définitifs. En effet, opter pour un vertébré comme hôte définitif permettrait aux parasites d'accroître considérablement leur taux de transmission dans des hôtes dont la taille et la durée de vie est bien supérieure à celle des invertébrés (Parker et *al.*, 2003).

Combes (1995), décrit la stratégie « k » mise en œuvre par les parasites à cycles de vie dits : « à dispersion portée ». Les larves de ces derniers, modifient le comportement de l'hôte intermédiaire qui les véhicule vers l'hôte suivant (Poulin, 1998). Il est désormais bien connu, que les hôtes intermédiaires des parasites dépendant d'une telle transmission trophique, présentent souvent des altérations du comportement ou de l'apparence qui augmenteraient leurs chances de prédation par l'hôte définitif (Moore, 2002). C'est notamment le cas pour de nombreux parasites intestinaux à cycle complexe comme les Nématodes (Dobson, 1988). Ainsi, les parasites ne considèrent plus la probabilité de rencontre avec l'hôte comme un événement aléatoire (Price, 1974 ; 1980)

L'autre aspect important de la stratégie parasitaire est celui de la conquête de plusieurs nouveaux hôtes. Alors que le destin des parasites spécialistes est étroitement lié à celui de leurs hôtes, les parasites généralistes persistent après l'extinction de leurs hôtes et ce en exploitant alternativement d'autres espèces (Poulin et Keeney 2008). Cependant, la spécificité ne doit pas être simplement déterminée par le nombre d'espèces de poissons hôtes que les parasites exploitent mais aussi par la proximité géographique et phylogénique de leurs logeurs (Poulin et Morand 2004).

De tout cela nous déduisons le potentiel des parasites dans la collecte d'informations écologiques souvent inaccessibles par d'autres moyens, et les parasites apparaissent comme de solides moyens dans les études de traçabilité des relations des réseaux trophiques, de même que pour témoigner de l'état de la biodiversité de leurs habitats (Font et Pichod-Vidal, 2004; Marcogliese et Cone, 1997; Marcogliese, 2001).

Les Nématodes parasites de poissons représentent le taxon d'endoparasites le plus important, aussi bien d'un point de vue taxinomique que d'un point de vue pratique. Ils sont en effet, beaucoup plus robustes, plus faciles à manipuler, et ne nécessitent pas de longs procédés fastidieux de colorations tels que les autres groupes de parasites (Trématodes et Cestodes). Mais en dépit de leur importance, ils font l'objet de moins en moins de travaux. Ce manque d'intérêt croissant pourrait être justifié par le fait qu'il n'y aurait actuellement que très peu de spécialistes en nématologie, qui de plus seraient capables d'identifier un nouveau matériel (Moravec, 2007).

Plus qu'ailleurs, en Algérie, les travaux publiés sur les Nématodes des poissons marins (Hassani et Kerfouf, 2014; Hassani et *al.*, 2015), ainsi que ceux sur les poissons d'eau douce sont très peu nombreux (Djebbari et *al.*, 2009; Loucif et *al.*, 2009). C'est pour cette raison, que dans le travail que nous présentons ici, nous essayerons de fournir des éléments de réponses visant à renforcer les connaissances sur les Nématodes parasites de deux espèces profondes « deep sea fish species » phylogéniquement proches : la Mostelle de fond *Phycis blennoides* et la Mostelle de roche *Phycis phycis*. En effet, ces deux Gadidés ont déjà fait l'objet de deux études méditerranéennes : en Espagne (Valero et *al.*, 2005) et en Tunisie

(Farjallah et *al.*, 2006). Cependant, ces deux études n'ont cerné que la famille des Nématodes Anisakidae.

Nous tenterons également d'établir d'éventuelles liaisons, entre les structures des populations parasitaires et le statut phylogénique de chaque poisson hôte, de sa taille, de son microhabitat (facteurs biotiques), puis des saisons et des sites de prélèvements (facteurs abiotiques). Nous accorderons une attention particulière à ce dernier facteur, car si l'état de pollution des zones côtières n'est plus à prouver, nous ne pouvons en dire autant des eaux profondes... (Moya-Alcover et *al.*, 2014).

Dans notre document, nous commencerons par un chapitre introductif, quelques notions fondamentales sur les Nématodes parasites de poissons y seront présentées. Cette partie permettra une meilleure compréhension des descriptions des Nématodes inventoriés. Une présentation des principales propriétés biologiques des espèces hôtes suivra ensuite en chapitre II. Une brève description des milieux géographiques en chapitre III. Toute la méthodologie relative aux procédures des échantillonnages sera décrite en chapitre IV. Nos résultats seront présentés en chapitre V. Celui-ci comprend deux parties : dans la première, toutes les espèces de Nématodes recensées y seront présentées, classées selon leur ordre systématique, leur attribution au genre et à l'espèce considérés sera justifiée, leurs caractères internes et externes seront décrits (mesures biométriques et dessins). Ainsi que leur biogéographie et leur cycle de développement et de transmission, il en suivra enfin un commentaire sur leur taxinomie. La deuxième partie du chapitre est entièrement consacrée à l'écologie parasitaire, nous y évaluerons et nous y discuterons les interactions Nématodes-milieu (hôtes ou géographiques), tests statistiques appropriés et littérature à l'appui.

Nous terminerons enfin, par une réflexion générale imbriquant l'ensemble des apports de notre étude, diverses perspectives ainsi que des propositions de cadres expérimentaux optimisés pour des voies de recherches futures.

CHAPITRE I

Les Nématodes parasites de poissons : Caractéristiques générales

Des 16000 espèces connues de Nématodes, environ 40% sont des parasites d'animaux (l'homme y compris) dont 8% sont des parasites d'invertébrés (Anderson et *al.*, 2010). Les Nématodes représentent un grand groupe de métazoaires invertébrés caractérisés par la présence d'une seconde cavité corporelle : le pseudocoel ainsi qu'un tube digestif complet ou pas à tous les stades du développement. Leur corps allongé, vermiforme et cylindrique est recouvert d'une cuticule rigide et sans cils. Les Nématodes ne possèdent pas de protonéphridies, de système circulatoire ni de système respiratoire. Ils possèdent pour la plupart une corde hypodermique, un pharynx à trois parties (généralement appelé œsophage), un anneau nerveux, des spicules copulateurs et une ou deux ouvertures gonadiques séparées chez la femelle et situées dans l'anus pour le mâle.

Les Nématodes parasites de poissons présentent des problèmes de taxinomie et de systématique, la solution ne peut être obtenue uniquement par leur étude morphologique mais aussi par l'étude de leur écologie, immunologie, biochimie et aussi par les données de la paléontologie et de la biogéographie de leurs hôtes. Malgré tout, la morphologie reste le principal moyen d'identification de ces parasites et constitue la base de leur taxinomie (Moravec, 1994).

1. Morpho-anatomie des Nématodes

1.1. Caractères externes

Les Nématodes parasites de poissons possèdent généralement un long corps cylindrique qui en coupe transversale apparaît circulaire, il existe deux formes de corps : **fusiforme** et **filiforme**. Les Nématodes fusiformes ont l'aspect d'un long fuseau élargi au milieu et effilé aux extrémités (Figure 1), l'extrémité caudale étant plus pointue que l'extrémité antérieure. Ce type est représenté par de nombreuses espèces de Nématodes parasites de poissons tels que les Anisakidae et les Cucullanidae. Les Nématodes filiformes sont moins communs et sont semblables à un fil dont le diamètre reste égal de l'extrémité antérieure à l'extrémité postérieure, tels les Capillaridae, les Cystidicolidae et quelques Philometridae.

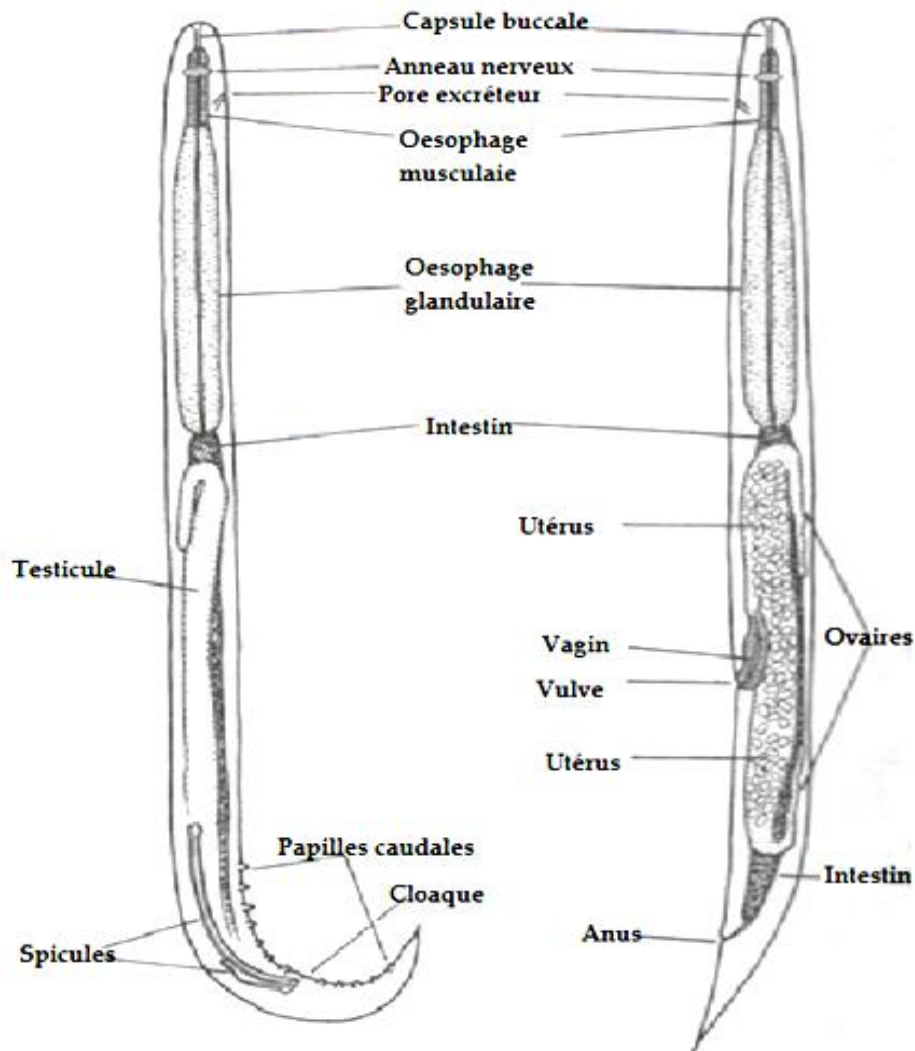


Figure 1. Morphologie d'un Nématode mâle et femelle (Moravec, 1994).

La longueur du corps des Nématodes peut être extrêmement variable (de près de 1mm chez les Nématodes libres à presque 10mètres chez les Placentonémas parasites des baleines). La majorité des Nématodes parasites de poissons ont une longueur qui varie de 1mm à quelques cm. Les femelles des Philometridae parasites des poissons marins peuvent néanmoins atteindre 45 cm comme l'espèce *Philometra managatuwo*.

Le corps des Nématodes est recouvert d'une **cuticule** épaisse élastique et coriace, elle est parfois lisse mais généralement rayée de fins sillons transversaux à intervalles réguliers, appelés **striations**. Lorsqu'elles sont profondes et prononcées, les striations sont appelées **annulations**, il peut également y avoir des striations longitudinales.

Sur la cuticule, différentes structures peuvent exister : des épines, des cordons, des tubercules, des crêtes et des **bandes bacillaires**. La cuticule peut être longitudinalement épaissie afin de former de part et d'autre du corps des bourrelets, ce sont les **ailes** latérales longitudinales, qui longent tout le corps. Les **ailes cervicales** ou **caudales** sont limitées à la partie antérieure ou postérieure, en réalité, les ailes caudales des mâles ne font pas partie des ailes latérales longitudinales, elles sont employées dans la copulation, elles portent souvent des papilles génitales modifiées en une **bourse génitale** (la bursa copulatrix).

L'**ouverture buccale** occupe le centre de l'extrémité antérieure (Figure 2). Elle est généralement circulaire, ovale ou bien en fente entourée de deux ou trois lèvres qui parfois sont rudimentaires. Chez certains Anisakidae, il existe également une excroissance cuticulaire appelée **interlabia**, prenant naissance à la base des lèvres puis s'étendant entre elles. Les lèvres portent souvent différentes structures cuticulaires comme des petites dents, des papilles, des amphides...etc.

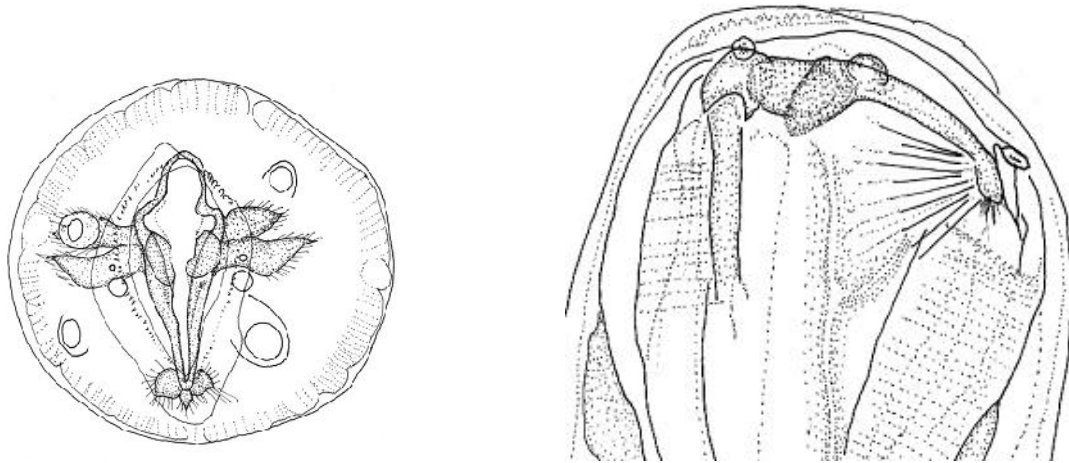


Figure 2. Ouverture buccale d'un Nématode Cucullanidae, (vue apicale et latérale) (Mejia-Madrid et Aguirre-Macedo, 2011).

Les **phasmides** sont souvent paire, ce sont des organes glandulaires sensoriels situés latéralement dans la région caudale et s'ouvrant à la surface par une fente ou un pore, une papille de surface y est souvent associée.

Les amphides sont également des organes glandulaires, sensoriels, situés latéralement dans la région céphalique et s'ouvrent à travers la cuticule par des petits pores.

Les papilles sont des élévations cuticulaires de différentes formes et tailles, elles se trouvent un peu partout sur le corps. Des terminaisons nerveuses y sont raccordées, elles confèrent aux papilles une fonction tactile ou chémoréceptrice. Selon leur position, les papilles peuvent être : labiales, céphaliques, caudales ou génitales.

Les deirides sont des papilles céphaliques, ils ont la forme de griffes ou de fourches et sont situés au voisinage de l'anneau nerveux chez la majorité des espèces. Chez les Cucullanidae, en plus des deirides, il peut y avoir des papilles similaires appelées **post deirides**, situées latéralement dans la région postérieure du corps.

La face ventrale des Nématodes est reconnaissable par la présence du **pore excréteur**, du **gonopore** (vulve chez la femelle) et de l'anus. Le pore excréteur a une position antérieure, la vulve est situé dans la moitié du corps mais peut se trouver n'importe où sur la ligne ventrale.

L'anus sert de cloaque au mâle et se trouve à proximité de l'extrémité caudale, toute cette région post-anale est communément appelée queue. Chez certains groupes de Nématodes, l'anus peut être très rudimentaire comme chez les femelles gravides des Philometridae.

1.2. Caractères internes

L'ouverture buccale mène à la cavité buccale dont la paroi épaisse lui vaut le nom de **capsule buccale** (vestibule). Cette partie peut contenir des structures sclérosées en forme de petites dents. La cavité buccale est suivie par **l'œsophage** dont la structure diffère selon les groupes de Nématodes, il peut être cylindrique ou claviforme (Cucullanidae), entièrement ou partiellement musculaire. L'œsophage est parfois subdivisé en une partie antérieure étroite et musculaire : **l'œsophage musculaire**, et en une partie postérieure large et globulaire : **l'œsophage glandulaire**.

La structure de l'œsophage et de ses glandes annexes est un critère taxinomique très important, le terme œsophage est en réalité le pharynx mais est utilisé comme tel en nématologie (Figure 3).

L'intestin est généralement un tube droit parfois muni en son extrémité antérieure d'un **caecum** étendu ventralement à l'œsophage. Le rectum est doublé d'une cuticule et se distingue plus ou moins de l'intestin par son épaisseur, il s'ouvre ventralement dans l'extrémité postérieure. Chez le mâle les conduits éjaculateurs s'ouvrent également dans le rectum formant ainsi le cloaque.

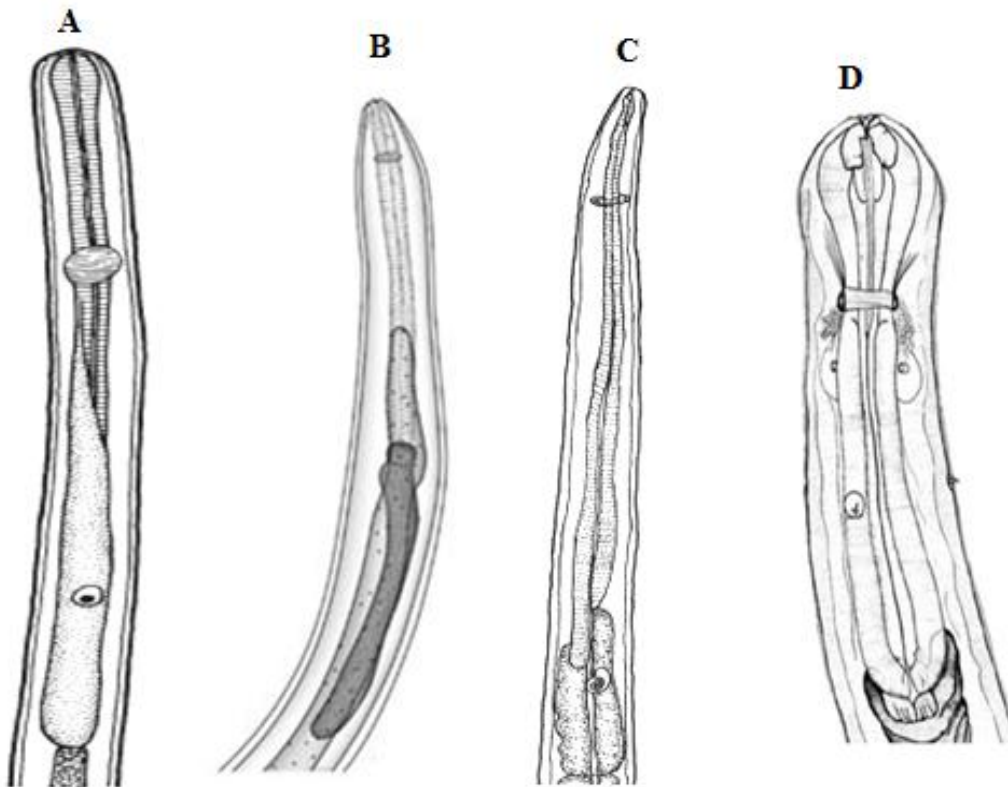


Figure 3. Extrémités antérieures et structures œsophagiennes caractéristiques de Nématodes (Anderson et al., 2010).

A : Philometridae ; B : Anisakidae ; C : Capillaridae et D : Cucullanidae.

Le système nerveux central consiste en un **anneau nerveux** entourant l'œsophage. Il se compose de ganglions centraux et d'un nombre d'anastomoses reliant les cordons nerveux longitudinaux qui longent tout le corps de l'animal.

Le système excréteur varie selon les différentes espèces, généralement seule sa position médio ventrale est utilisée dans l'identification des Nématodes.

Les Nématodes parasites de poissons sont gonochoriques, les mâles sont facilement reconnaissables des femelles par leur apparence extérieure. Ils sont généralement plus petits que les femelles, avec une queue incurvée (Figure 1). Certaines espèces montrent un dimorphisme sexuel très marqué, non pas seulement dans la taille (Philometridae) ou la forme (Cystoopsis), mais aussi par la structure de la capsule buccale ou celle de l'œsophage.

L'appareil reproducteur mâle : Les organes reproducteurs des mâles sont souvent impairs et consistent en un simple testicule tubulaire, un canal déférent, une vésicule séminale et un conduit éjaculateur, ces deux derniers sont souvent indissociables. Le conduit éjaculateur rejoint la partie ventrale du rectum, et s'ouvre dans le cloaque. A ce niveau se trouvent des organes copulateurs, ce sont : les **spicules**, les plaques copulatrices, le **gubernaculum**, les ailes caudales, la bourse copulatrice, la ventouse génitale ou papille génitale...etc.

Contrairement au testicule, à la vésicule séminale ou encore au conduit éjaculateur, l'équipement copulateur a une très grande importance systématique. Il est généralement bien développé chez les parasites intestinaux et peut être rudimentaire ou même absent chez les parasites de la peau, des sinus, du sang ou du système nerveux. Les organes copulateurs internes sont souvent représentés par une ou deux structures sclérosée et allongée : les spicules, entourés d'une gaine spiculaire (appelé cirre par quelques auteurs), ils constituent l'équipement copulateur essentiel des Nématodes, chez certaines espèces les spicules sont munis d'un organe sclérosé : le gubernaculum qui lie leurs extrémités proximales et dirige leurs mouvements (Figure 4.A).

L'appareil reproducteur femelle : Le système reproducteur des femelles consiste généralement en deux ovaires tubulaires, deux oviductes, un utérus, un vagin et une vulve. Il peut exceptionnellement y avoir qu'un seul jeu d'organes, le système reproducteur est appelé alors **monodelphic** ; **didelphic** (avec deux jeux d'organes) ; polydelphic (avec plus de deux jeux d'organes), ou bien **amphidelphic** (avec deux jeux d'organes orientés dans le sens opposé). L'ouverture de la vulve est située sur la face ventrale du corps mais à des niveaux variables selon les espèces, elle peut apparaître proéminente à la surface ou bien munie simplement d'un repli cuticulaire (Figure 4.B). Seule, l'aspect et la position de la vulve sont pris en considération en taxinomie (Gibbons, 2010).

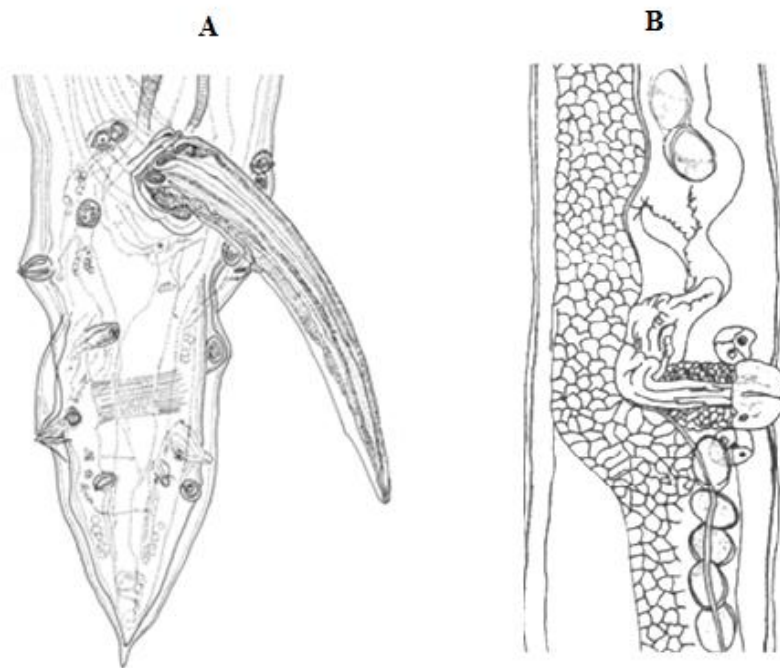


Figure 4. Extrémités postérieures de Nématodes Cucullanidae (Gonzales-Solis et *al.*, 2007).

A : Extrémité postérieure d'un Mâle Cucullanidae avec spicules

B : Région vulvaire d'une femelle Cucullanidae avec œufs.

Les œufs : Ils ont selon les groupes, de tailles et de formes différentes (Figure 5). Leurs coquilles formées de plusieurs couches, peuvent être lisses ou rugueuses, leurs deux pôles (animal ou végétatif), peuvent porter un opercule ou bouchon appelé **bouchon polaire**. Les œufs de certains Nématodes de poissons peuvent être attachés à la muqueuse utérine par un ou par plusieurs filaments,

appelés également **filaments polaires**. A l'intérieur des œufs, il peut y avoir soit des ovules non segmentés ou bien une larve complètement formée, tel est le cas des Philometridae. Les œufs peuvent parfois éclore à l'intérieur du corps de quelques espèces de Nématodes que l'on appelle alors Nématodes **ovovivipares** (Dracunculoides, Camallanides) (Anderson et *al.*, 2010).

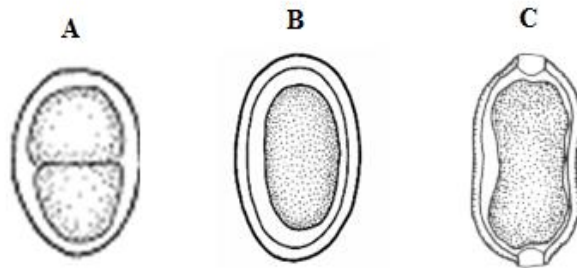


Figure 5. Œufs de Nématodes (Gibbon, 2010).

A : Cucullanidae ; B : Anisakidae et C : Capillaridae

2. Ecobiologie des Nématodes parasites de poissons

La constitution d'une communauté de Nématodes parasites de poissons est conditionnée par plusieurs facteurs externes. Certains influenceront sa composition qualitative (espèces de Nématodes), d'autres sa composition quantitative (nombres d'individus dans chaque espèce) (Dogiel et *al.*, 1958). La majorité des Nématodes parasites de poissons ont des cycles vitaux complexes, le nombre de facteurs influençant est donc d'autant plus élevé que les hôtes intermédiaires et définitifs se multiplient et il devient très difficile de les déterminer avec certitude (Engelbrecht, 1963).

Les facteurs abiotiques sont essentiellement représentés par la température, le niveau d'oxygénation, la salinité, la turbidité...etc. Les facteurs biotiques sont la présence des populations d'hôtes intermédiaires en densité suffisante, leurs cycles biologiques doivent être également synchrones avec ceux des populations parasitaires (Kennedy, 1975). Les hôtes intermédiaires déterminent la position systématique des Nématodes, et selon le groupe zoologique auquel ils appartiennent on distingue :

Les Nématodes planktophiles : dont les hôtes intermédiaires sont des crustacés planctoniques, exemple des Anguillicolidae Nématodes parasites de l'Anguille, les Philometridae et une partie des Anisakidae.

Les Nématodes benthophiles : dont les hôtes intermédiaires sont des invertébrés benthiques (Annélides, Crustacés, Mollusques...), exemple des Capillaridae et des Cystidicolidae.

Les Nématodes pisciphiles : leurs hôtes intermédiaires sont des poissons, exemple des Cucullanidae et de la majorité des Anisakidae.

Ainsi, la composition d'une infracommunauté parasitaire d'un hôte donné dépend de l'harmonie entre les facteurs environnementaux et les communautés d'hôtes intermédiaires. Cependant, prédire quelle serait la composition parasitaire d'une espèce de poisson est très problématique car il existe des différences très importantes entre la composition parasitaire des poissons de deux régions voisines pourtant soumises aux mêmes conditions écologiques (Moravec et Ergen, 1970).

3. Méthodes d'étude des Nématodes

En plus de l'étude de la morphologie des Nématodes sous microscopie optique, il est nécessaire de mentionner l'importance de l'étude de l'ultra structure des organes superficiels des Nématodes à l'aide d'un microscope électronique à balayage (SEM). Le SEM fournit des données morphologiques détaillées des structures essentielles à l'identification et à la taxinomie des Nématodes (éléments de la bouche, spicules, pore excréteur, papilles...), et qui souvent ne sont pas visibles au microscope optique. Cette méthode a été utilisée dans les études faites sur les Nématodes de poissons par de nombreux auteurs (Bogoyavlenskiy, 1973 ; Fagerholm, 1982 ; Paggi et *al.*, 1982, Taraschewski ,1987) et s'est avérée être très utile pour la différenciation des genres et des espèces dans chaque groupe.

Actuellement la biologie moléculaire et génétique constitue un outil essentiel pour la systématique des Nématodes (Martin-Sanchez 2003, Farjallah et *al.*, 2008). Elle a permis d'attribuer un statut taxinomique définitif à certaines espèces dont la position au sein de certains genres était sujette à controverse.

CHAPITRE II

Les habitats biologiques

1. Morphologie de *Phycis blennoides* (Brûnnich, 1768) et de *Phycis phycis* (Linné, 1758)

Ces poissons appartiennent à la superclasse des Ostéichtyens, à la classe des Actinoptérygiens, à l'ordre des Gadiformes et à la famille des Phycidae, les noms vernaculaires sont Mostelles en français et forkbeard en anglais.

Phycis blennoides (Mostelle de fond), en anglais : Greater forkbeard est un Gadidé dont le corps est modérément allongé, avec une partie caudale assez effilée. Il possède un long barbillon mentonnier, la tête du vomer (sur la voûte buccale) a une plaque dentaire en forme de V largement ouvert. Sa taille peut atteindre 80 cm pour un poids d'un kg cependant, la mesure commune est de 20 à 40 cm (Figure 6).

Il possède deux nageoires dorsales : la première nageoire a une base courte, avec un troisième rayon filamenteux qui est environ deux fois plus long que les autres. La seconde nageoire dorsale possède en revanche une base beaucoup plus large qui atteint la nageoire caudale. La nageoire pelvienne est à base large dépassant vers l'arrière l'origine anale. Les nageoires sont bordées de sombre; et il existe souvent une tache foncée à mi-longueur de la seconde nageoire dorsale

Il y'a environ 100 écailles sur la ligne latérale et 5 à 6 rangées d'écailles entre la base de la première dorsale et la ligne latérale. La coloration du corps varie du brun clair au gris rosé, le ventre est pâle. (Cohen, 1971 ; Dieuzeid et *al.*, 1959).

Phycis phycis (Mostelle de roche) ou Forkbeard a un corps oblong dont la taille maximale est de 60 cm, la mesure commune se situe entre 15 à 30 cm. La première nageoire dorsale est petite et arrondie, la seconde parcourt le reste du corps jusqu'à la queue, elle est également arrondie aux extrémités. Il n'y a pas d'épines aux nageoires. Les nageoires anales, dorsales et caudales sont surmontées d'un liseré brun. Les yeux sont situés en avant de la tête. *Phycis phycis* possède également un barbillon sous mandibulaire de couleur brune et blanche.

Sa robe est brun sombre cuivré, son ventre est plus clair, ses écailles sont très petites, on peut compter 120 à 140 écailles en ligne latérale et 11-12 écailles entre la base de la première dorsale et la ligne latérale. Cette espèce se distingue de *Phycis blennoides* par la couleur du corps, la taille des écailles, la longueur du barbillon sous mentonnier (nettement plus court chez *P.phycis*) et surtout par la première nageoire dorsale qui paraît pointue chez *Phycis blennoides* et arrondie chez *Phycis phycis* (Lozano et Rey, 1960) (Figure 6, suite).

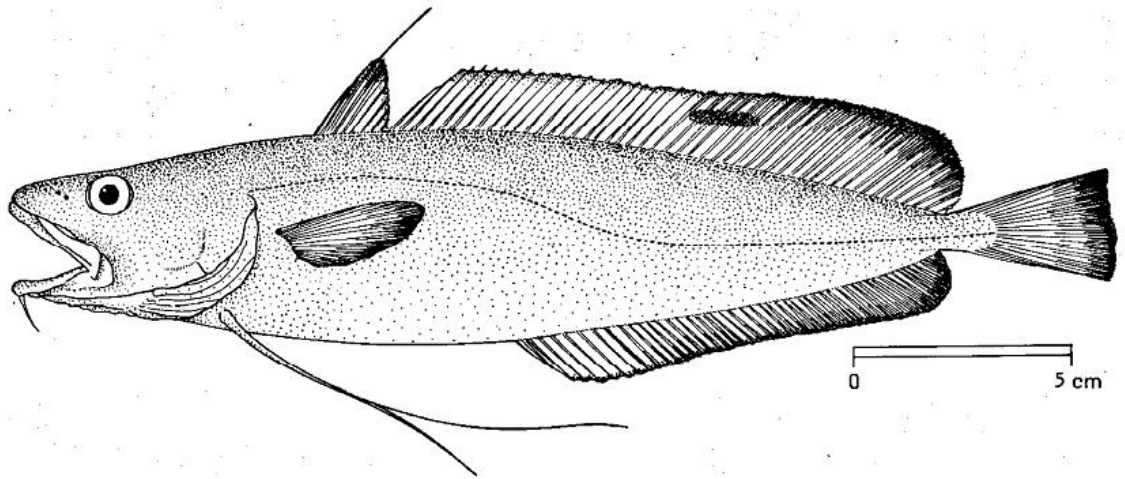


Figure 6: Dessin (Catalogue F.A.O, Cohen et *al.*, 1990) et photo (Fishbase, 2013) de la Mostelle de fond, *Phycis blennoides* (Brûnnich, 1768).

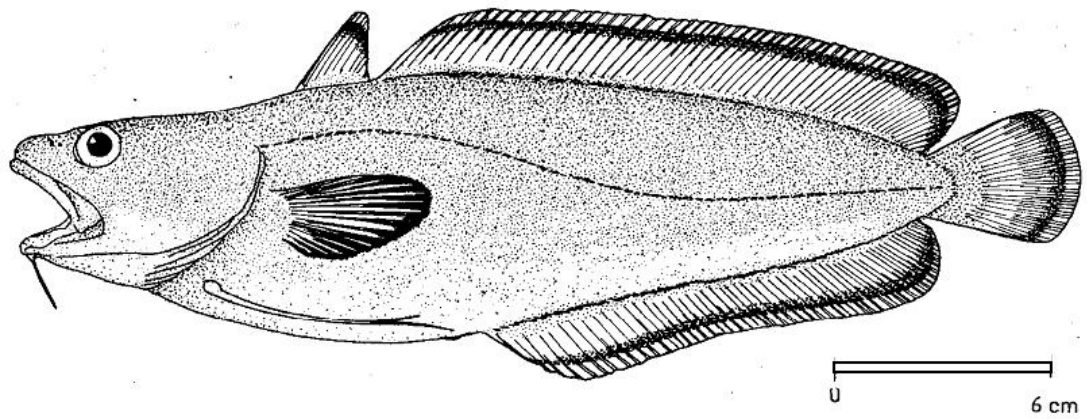


Figure 6 suite: Dessin (Catalogue F.A.O, Cohen et *al.*, 1990) et photo (Fishbase, 2013) de la Mostelle de roche *Phycis phycis* (Linné, 1758).

2. Répartition géographique et bathymétrie

Phycis blennoides et *Phycis phycis* sont des Gadidés diversement répartis dans les mers et les océans.

Phycis blennoides est une espèce de provenance boréale, démersale qui se trouve généralement au dessus de fonds sableux et vaseux. Elle vit en Atlantique nord le long des côtes du continent européen, depuis les pays scandinaves jusqu'à l'Ouest de l'Afrique ainsi qu'en Méditerranée (Svetovidov, 1948). C'est une espèce atlanto-Méditerranéenne à affinité froide (Bradai et al., 2004). Cette espèce qui est essentiellement profonde en Méditerranée, se trouve à partir de faibles profondeurs dans les mers nordiques : sa profondeur optimale croît en fonction inverse de la latitude (Carpine, 1970). Ainsi, elle se trouve à des profondeurs de 100 à 300 m dans le Nord du bassin occidental de la mer d'Aral, et de 400 à 950 m sur les côtes du Maghreb. Dans le bassin du Levant, *Phycis blennoides* a été enregistrée jusqu'à 1200 m de profondeur (Goren et Galil, 1997). Cependant, dans l'Ouest de la mer Ionienne, ce téléostéens est très commun et il a été signalé à une profondeur maximale de 800 m (Matarrese et al., 1996).

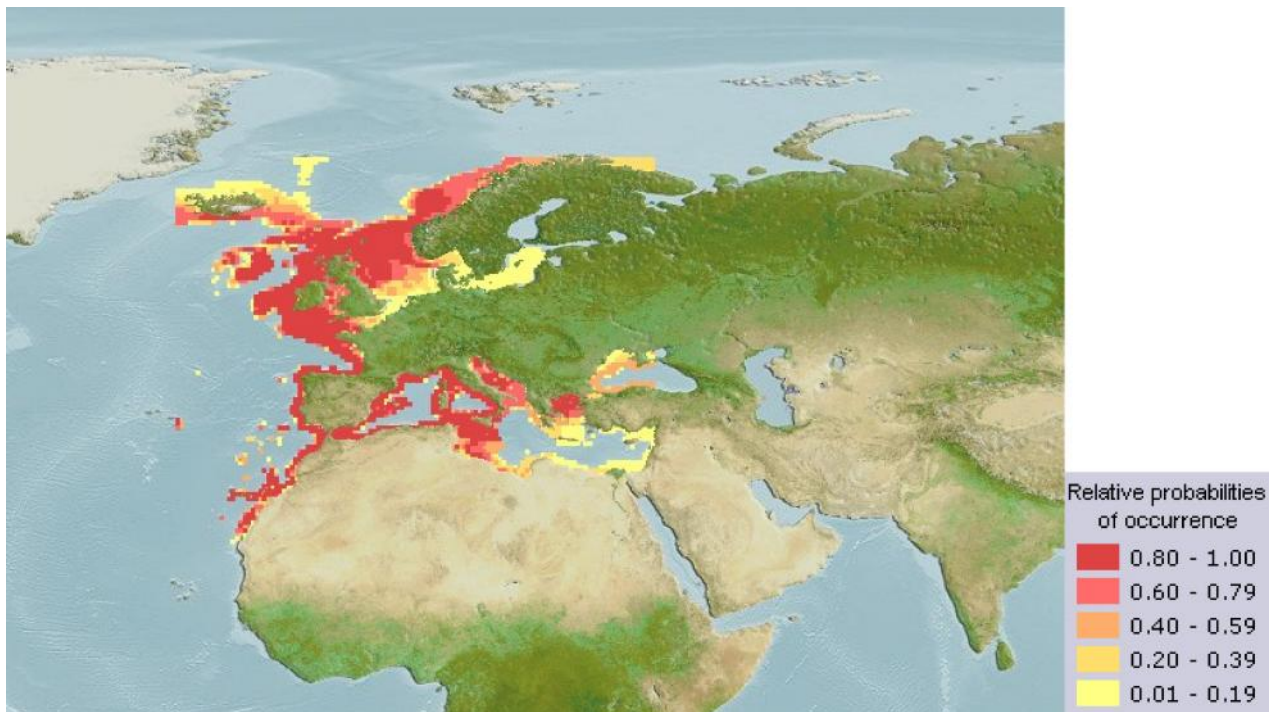
La répartition bathymétrique de *Phycis blennoides* (Carte 1) augmente avec la taille des individus. Les aires de frayères sont situées à des profondeurs de -200 à -400 m (Fiorentino et al., 2004). Les jeunes individus immatures de moins de 20 cm de longueur totale (âge égal ou inférieur à 3 ans) vivent essentiellement sur le plateau continental et la partie supérieure du talus jusqu'à environ -400 m (Wheeler, 1969). Enfin, les adultes de plus de 30 cm de longueur totale (âge égal ou supérieur à 6 ans selon le même auteur) se maintiennent à de plus grandes profondeurs (-600 m et plus) et semblent être beaucoup plus rares (Morales-Nin et al., 1996).

Phycis phycis a une répartition géographique plus restreinte que *Phycis blennoides*, elle se rencontre dans le Nord ouest de l'Atlantique, du golfe de Gascogne jusqu'au Maroc et au Cap Vert incluant l'archipel de Macaronésie (Canaries, Açores, et Madère). En Méditerranée occidentale, surtout en Adriatique où son abondance est supérieure à celle de *Phycis blennoides*. C'est une espèce à affinité chaude (Bradai, 2004), benthopélagique qui se trouve généralement sur les substrats durs et rocheux à près de -650 m de profondeurs (Cohen et al., 1990) (Carte 2). Cependant la profondeur commune se situe de -20 à -70 m (Silva et Krug,

1992). C'est un poisson sensible à la lumière actif la nuit, le jour il se cache dans les infractuosités et il n'est pas rare de le trouver dans les épaves.



Carte 1 : Répartition géographique de *Phycis blennoides* (Fishbase, 2013)



Carte 2 : Répartition géographique de *Phycis phycis* (Fishbase, 2013)

3. Régime alimentaire

Jusqu'à ces deux dernières décennies, le régime alimentaire de *Phycis blennoides* n'était pas très bien connu (Wheeler, 1969 ; Whitehead, 1985). *Phycis blennoides* est un poisson nectobenthique, prédateur et euryphage ; sa nourriture très diversifiée se compose essentiellement de Crustacés à raison de 94,5%, avec une prédominance de Décapodes Natantia (*Penaeidea*, *Alpheidae*, *Crangonidae* et *Processidae*) puis Reptantia (*Calocaris* et *Processidae*) ainsi que de Mysidacés (*Anchialina agilis* et *Lophogaster typicus*). Les Copépodes, les Mollusques, les Polychètes et les Foraminifères sont considérés comme des proies accidentelles. Les poissons téléostéens, ils ne représenteraient que 3,8% du total des proies ingérées, avec une prédominance des Gobiidés (Sorbe, 1977).

Au cours de la croissance de *Phycis blennoides*, la composition qualitative de son régime alimentaire va évoluer, marquée cependant par une diminution de la consommation des Crustacés, une augmentation de celle des poissons téléostéens, ainsi qu'une disparition des Copépodes et des Amphipodes (les petits Crustacés sont remplacés progressivement par des poissons téléostéens plus volumineux) (Macpherson, 1978). La proportion de grands Décapodes et des poissons dans le régime alimentaire augmente avec la taille des individus de *P.blennoides* jusqu'à devenir les proies préférentielles des plus grands poissons. Il est à noter également une petite portion de cannibalisme (0,53 %) dont le pic se situerait en hiver (Salomé-Morte et al., 2002).

Le fond sur lequel évolue le prédateur est également essentiel dans la composition qualitative du régime alimentaire. Sur le plateau continental, il y'a une prépondérance des petits Décapodes Natantia, des petits Gobiidés et des Mysidacés dans la diète de *Phycis blennoides*.

Sur le talus continental, l'alimentation est plus diversifiée: Isopodes (*Cirolana borealis*) et Décapodes Natantia à -400 m, Polychètes et poissons téléostéens à -600 m (Mauchline et Gordon, 1986)

Les saisons influent peu Les habitudes alimentaires de *P.blennoides*, il y aurait cependant, pendant l'été une augmentation de la consommation de Mysidacés à la place des Copépodes Reptantia (Salomé-Morte et al., 2002).

Phycis phycis est un poisson carnivore qui se nourrit essentiellement de proies mobiles, contrairement à *P.blennoides*, son régime alimentaire serait composé de poissons, ils représentent 77,7% du total des proies ingérées. Ces poissons sont en grande partie benthopélagique et épibenthiques et à un degré moindre benthiques et mésopélagiques, le poisson le plus présent est *Macroramphosus scolopax* 16.5% puis *Capros aper* 10.6% (Morato et al., 1999).

Viennent par la suite les Décapodes Reptantia à raison de 29% et Natantia à raison de 7.5% du total des proies ingérées. La majorité des Décapodes Reptantia ingérés sont représentés par *Liocarcinus corrugatus* (7.1%) puis *Homola barbata* (4.3%). Les Décapodes Natantia sont représentés par *Pandalina profunda* (0.8%). Les Mysidacés ne sont retrouvés avec abondance que chez les poissons évoluant à des profondeurs inférieures de -300 mètres (Papaconstantinou et Caragitsou, 1989).

4. Reproduction et croissance

On a longtemps cru à une certaine constance des stratégies reproductives chez les espèces profondes, du fait de l'homogénéité des paramètres physico-chimiques en haute mer (Orton, 1920). Cependant, durant ces dernières années, plusieurs études (Kelly et al., 1996; Coggan et al., 1999; Allain, 2001) ont démontré que la majorité de ces espèces avaient des pics de pontes, un âge de recrutement ou de maturité sexuelles qui variaient considérablement en fonction de l'aire géographique, de la bathymétrie, de la migration verticale et surtout la disponibilité des particules organiques en suspension (Gage et Tyler, 1991; Young et Eckelbarger, 1994). Ces poissons ne semblent pas être très affectés par la luminosité ou la température tels que le sont leurs congénères vivant dans les eaux peu profondes (Helfman et al., 1997). Il est assez difficile d'identifier une tendance particulière en matière de reproduction chez les poissons Gadidés, néanmoins, certains auteurs sont d'accord sur le fait que la période de reproduction chez les espèces du genre *Phycis* est de 3 à 4 mois (Mataresse et al., 1998).

Chez *Phycis blennoides*, les mâles matures sont généralement retrouvés entre aout et mars, les femelles entre novembre et janvier. Le cycle sexuel des mâles diffère de celui des femelles par une phase de maturation beaucoup plus longue (Massuti et al., 1996). En mer Ionienne la période de reproduction se situerait entre la fin de l'automne et le début de l'hiver (D'Onghia et al., 2000). En Méditerranée

occidentale les mâles matures apparaissent en une période plus longue : de mai à novembre, tandis que les femelles matures n'ont été observées qu'en automne. En Algérie, Benghali et *al.* (2014) ont observé des mâles et femelles matures de septembre à novembre. Selon la littérature : plus la zone de répartition de *P. blennoides* est septentrionale, plus la ponte est tardive, en effet il s'agirait ici d'une adaptation face aux contraintes imposées par la vie en haute mer. Au Nord ouest de la mer Ionienne, l'examen histologique des gonades de mâles prématures, révèle la présence d'ovocytes intra testiculaires, ces ovocytes n'ont cependant pas été observés chez les poissons des eaux peu profondes (Shapiro, 1992). Des cas similaires d'hermaphrodisme ont également observés chez le Merlu, *Merluccius merluccius* (Rotllant et *al.*, 2002 ; Belhoucine et *al.*, 2009). Dans l'ouest algérien, la taille de première maturité sexuelle est atteinte à 24,7 cm chez les femelles (Benghali et *al.*, 2014). En Espagne, elle serait de 18 cm chez les mâles et de 33 cm chez les femelles, ce qui correspond à un âge de 3 à 4 ans, elle est cependant inférieure à celle observée chez les Mostelles de fond en Atlantique nord (Rodriguez - Cabello et *al.*, 1998). Certaines femelles atteindraient leur maturation sexuelle lorsqu'elles se rapprochent de leur taille maximale, leur croissance a tendance à ralentir par la suite (Ragonese et *al.*, 2002).

Chez *Phycis phycis*, la période de reproduction se situe de janvier à mai et la première maturité sexuelle est atteinte à l'âge de trois à quatre ans chez les mâles, et de quatre à cinq ans chez les femelles (Silva, 1986 ; Matic-Skoko et *al.*, 2011).

La croissance aussi bien de *phycis blennoides* ou de *Phycis phycis* est lente, ce sont des espèces caractérisées par une grande longévité. Actuellement, la lecture des otolithes représente le moyen le plus utilisé pour cerner l'âge des individus au sein d'une communauté de poissons, cette méthode consiste en un comptage des anneaux des otolithes qui augmentent avec l'âge.

Chez *phycis blennoides*, la première cohorte de juvéniles de 4 à 5 mois observée en Mars et qui est d'une longueur totale de 6 à 8 cm, suggère un taux de croissance de 1,75 à 1,40 cm / mois, en cette période de début vie. D'Ancona (1933) a observé une croissance des larves en aquarium de 2,5 à 6 cm en 4 mois.

Selon d'autres auteurs peu de temps après le recrutement le taux de croissance des juvéniles diminue à environ 1 cm / mois (Fanciulli et Relini-Orsi, 1979; Gallardo-Cabello, 1986; Sartor et Biagi, 1992).

La lecture des otolithes de *P. blennoïdes* révèle la présence d'une alternance de zones de croissance lente et de zones de croissance rapide (anneaux d'otolithes opaques et hyalins). Il existe de plus, un dimorphisme sexuel, les femelles sont plus grandes que les mâles, leur croissance est plus rapide et elles pourraient atteindre un âge de 14 ans pour une taille de 81 cm. Par contre, les mâles, peuvent atteindre un âge maximal de 6 ans et une taille maximale de 44 cm (Casas et Pineiro, 2000).

Phycis phycis présente également une croissance lente et une longévité importante. L'âge des individus a été estimé par mesure du poids des otolithes au lieu de la lecture de ces derniers, car leur épaisseur a rendu l'estimation de l'âge incertaine, cette méthode est simple et plus fiable (Silva, 1986 ; Secor et Dean 1989). *Phycis phycis* ne présente pas de dimorphisme sexuel, les mâles aussi bien que les femelles peuvent atteindre une longueur de 75 cm (Pinho, 2003). pour un âge maximal de 18 ans signalé dans l'archipel des Açores (Abecasis et al., 2009).

5. Pêche et importance économique

Autrefois, les Phycidae n'étaient pas estimés et les pêcheurs de chalutiers, qui les capturaient parfois en assez grande quantité, les rejetaient par dessus bord. Ils entraient surtout dans la composition des farines de poissons. Actuellement, ces Gadidés font l'objet d'une exploitation importante (Massutí et al., 1996).

Ces poissons qui sont des prédateurs actifs de nuit et benthoniques, sont fortement présents dans les captures aux trémails en Atlantique. Dans l'archipel des Açores, l'essentiel des captures de *Phycis phycis* s'effectue au trémail (Morato et al., 1999) mais aussi à la palangre de fond qui opère dans les grandes profondeurs et surtout dans les fonds rocheux ou accidentés (Abecasis et al., 2009). Les individus de plus de 60 cm de longueur totale sont rares dans les captures.

En Algérie 58.8% de *Phycis phycis* est capturé au trémail, le reste étant capturé au palangre de fond, ce type d'engins est utilisé en majorité car il ciblerait les espèces démersales telles le Congre, le Mérou, ou la Rascasse, à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 1000 m. La taille maximale des individus de *Phycis phycis* capturés est de 60 cm. L'essentiel des pêches de *Phycis blennoïdes* s'effectuent au chalut. Les rendements numériques commerciaux moyens par levée et par 100 m de filet trémail est de 3.66% du total des poissons capturés, et est de 0.01% par filet à mer. La taille des Mostelles de fond capturées se situe entre 24 et 63 cm, avec un mode principal à 36-38 cm. Les rendements les plus élevés de ces

poissons s'obtiennent pendant l'été, spécialement durant les mois de juillet et d'août (Sahi et Bouaicha, 2003). Les statistiques de pêches du port d'Oran font état d'une capture annuelle de 80 à 150 tonnes entre 2000 et 2010.

6. Valeur nutritive

Il a été démontré au cours des deux dernières décennies qu'une augmentation de la consommation de poisson avait des effets positifs pour la santé humaine. En effet, les huiles de poisson sont riches en acides gras polyinsaturés à longues chaînes tels l'acide eicosapentaénoïque (C20: 5 -3, EPA) et l'acide docosahexaénoïque (C22:6, -3, DHA) connus pour leur potentiel cardioprotecteur (Kris-Etherton et al., 2002) . Les lipides sont extraits à partir de la chair du poisson par du sulfate de sodium anhydre et d'éthanol, puis avec de l'heptane à 80-85°C. Cette technique révèle la présence de 1.1g de lipides pour 100g de chair de *Phycis blennoides*, cette teneur situerait ce poisson parmi ceux dont la chair est la plus riche en lipides. 100 g de lipides extraits de cette chair contiendraient : 4.8mg d'EPA eicosapentaénoïque et 21.6mg de DHA docosahexaénoïque en plus des autres acides gras essentiels (Dunne et al., 2010) (Tableau 1).

Tableau 1 : Teneur en acides gras polyinsaturés à longues chaînes dans 100 g de lipides de *Phycis blennoides* (Dunne et al., 2010).

Acides gras	C16 :0 Palmitique	C16:1 Palmitoléique	C18 :0 Stéarique	C18 :1 Oléique	C18 :2 Linoléique	C20 :4 Arachidonique	C22 :5 Clupanodonique
Dans 100 g de chair de <i>P. blennoides</i>	12.2g	1.8g	2.9g	21.2g	0.9g	2.4g	1.4g

CHAPITRE III

Présentation de la zone d'étude

Les Mostelles étudiées ont été récoltées dans diverses régions de la côte oranaise, nous avons donc jugé utile d'en donner une brève description. En effet, la sensibilité des parasites face aux facteurs abiotiques peut s'expliquer de deux différentes façons : beaucoup de Nématodes ont des stades de vie libres où à l'instar de tout organisme, ils sont directement exposés aux contraintes environnementales. Les hôtes intermédiaires (essentiellement des invertébrés benthiques) intervenant dans les cycles vitaux parasitaires sont également dépendants du milieu extérieur. Les parasites représentent donc des indicateurs biologiques appréciables pour les différents types de polluants dans les écosystèmes marins (MacKenzie et *al.*, 1995 ; MacKenzie, 1999), et certaines mesures des polluants qu'ils bio-accumulent se sont révélées être plus précises que celles prises directement dans l'eau (Abdulghaffar et *al.*, 2014).

Caractéristiques générales de la zone d'étude

1. Localisation géographique

La côte ouest algérienne est située au sud de la Méditerranée occidentale au Nord ouest de l'Algérie. Le plateau continental de l'ouest algérien est l'un des plus étroit de la Méditerranée, exception faite de l'extrême Ouest (Ghazaouet, Béni-Saf et Bouzedjar) ; sa largeur moyenne est de 7km. Ainsi le rebord de ce plateau s'abaisse sensiblement le long du golfe d'Arzew et remonte au voisinage des massifs d'Oran.

Il est couvert presque exclusivement de calcaire et dans une moindre mesure de sédiments siliceux. Les vases calcaire-silicieuses qui couvrent une importante superficie de la baie d'Oran sont très riches en débris de roches et en coquilles de Mollusques, alors que les boues argilo-siliceuses ne représentent qu'un faible pourcentage aux rebords de cette baie (Leclair, 1972).

2. Sites des prélèvements

Phycis blennoides : Cette espèce a été récoltée au niveau des ports de pêches de Mostaghanem, d'Arzew, d'Oran de Bouzedjar et de Béni-Saf.

Le port de pêche de Mostaganem dont les coordonnées : 35°54'436'' Nord et 04°13'125''Est, est situé entre deux rejets : un rejet urbain à l'Est et un rejet industriel à l'Ouest (celui de l'entreprise nationale de cellulose et de papier,

de l'entreprise nationale de raffinage du sucre et de la société algérienne d'accumulateurs au plomb) (Remili et Kerfouf, 2013).

Le port de pêche d'Arzew (latitude : 35°51'10''Nord, longitude : 00°17'45'' Ouest) est considéré comme étant un site pollué, caractérisé par la présence de la raffinerie, du grand port pétrochimique et les différentes activités (stockage, raffinage et traitement) qui lui sont associées.

Le port de pêche d'Oran ses coordonnées sont : latitude 35°43'00'' Nord et longitude 00°39'09''Ouest, entouré de falaises ce port est situé au centre d'une baie de 28km. Prés de ce site se trouve le principal émissaire d'eaux usées de la ville d'Oran qui draine des déchets industriels et ménagers (Remili et Kerfouf, 2013).

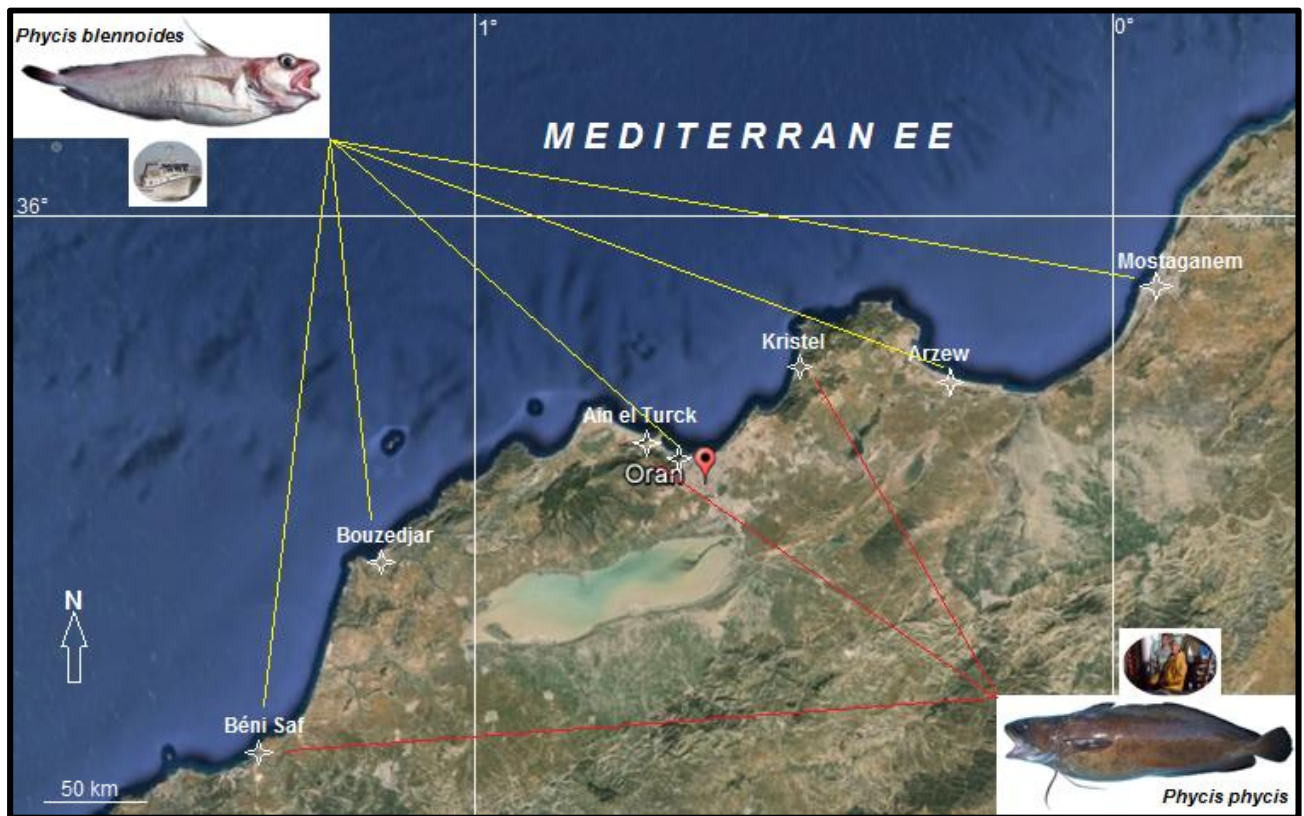
Le port de pêche de Bouzedjar est situé au fond de la baie de Béni-Saf, entre la pointe de Ras Lindles à l'Est et Bordj Bouabed à l'Ouest. Ses coordonnées géographiques sont : latitude 30°33'04''Nord et longitude 00°00'01''Ouest. Il a une capacité d'accueil de 185 unités de pêche. Ce site est considéré comme relativement peu impacté du fait de son éloignement des régions urbanisées.

Le port de Béni-Saf est caractérisé par une forte intensité de pêche, orienté vers le Nord et situé en plein milieu d'une baie qui s'étend sur environ 14km. Ses coordonnées géographiques sont : latitude 35°13'26''Nord et longitude 03°23'16''Ouest. Il comprend deux bassins : l'un destiné uniquement aux chalutiers et l'autre aux sardiniers et aux petits métiers. Sa flottille opérationnelle est de 114 unités de pêche avec 40 chalutiers, 21 senneurs et 53 petits métiers (P.A.C., 2007). Ce site a été considéré comme étant relativement peu pollué et ce malgré la présence d'une cimenterie et d'une aluminerie (Benguedda-Rahal, 2012).

Phycis phycis cette espèce a été pêchée par les pêcheurs des petits métiers au niveau de l'abri de pêche de Kristel, de la plage de Beau séjour d'Ain el turck ainsi qu'au niveau du petit port de pêche de Béni-Saf.

Le petit port de pêche de Kristel situé à environ 20 km à l'Est d'Oran, situé entre la pointe de l'aiguille à l'Est et le plateau de Canastel à l'Ouest. Ce site est considéré comme relativement peu pollué par de nombreuses études (Benzaoui, 2010 ; Hassani, 2011). Ses coordonnées géographiques sont : latitude 35°49'22''Nord et longitude 00°29'24''Ouest.

La plage Beau séjour d'Ain el turck ses coordonnées géographiques sont : latitude 35°44'54''Nord et longitude 00°46'09'' Ouest, c'est un site caractérisé par une forte activité touristique durant la saison estivale, par de nombreuses constructions illicites le long du rivage ainsi que de la présence qu'un rejet urbain et industriel (Kerfouf et *al.*, 2010 ; Djad, 2012).



Carte 3. Sites de pêche de *Phycis blennoides* et de *Phycis phycis* (Source : Google Earth, document modifié).

3. Géomorphologie et sédimentologie

Le plateau continental de la côte ouest algérienne est nettement marqué et son talus, en pente douce, s'étale largement. Les fonds de -600 mètres sont éloignés de la côte d'une distance comprise entre 42 et 50 kilomètres (Rosfelder, 1955 ; Leclaire, 1972). Depuis plus d'un siècle, de nombreux travaux ont été consacrés à la faune de la couverture sédimentaire de l'ouest algérien (Pallary, 1900 ; Nourrisson, 1956 ; Santa, 1961). Les campagnes des fonds chalutables des côtes algériennes menées par Maurin (1962) et Vaissière et Fredj (1963), révèlent que : les fonds de -130 à -135 mètres sont constitués essentiellement de zones rocheuses et de vases

sableuses. A proximité de ces zones, se trouvent des fonds plus durs à *Chlamys opercularis* et à *Venus casina* (Mollusques bivalves) ainsi que des formations coralligènes sur lesquelles vivent de nombreux Serpuliens.

Les fonds de -200 à -250 mètres, sont des fonds de vase riche en Mollusques caractérisés dans l'ensemble par le Crustacé *Munida curvimana* ainsi que par l'Echinoderme *Leptometra phalangium*.

De -250 à -500 mètres, les fonds sont constitués de vase peu sableuse qu'il est possible de rattacher au faciès à *Funiculina quadrangularis*, bien que ce Cnidaire, comme l'Eponge *Thenea muricata*, n'aient été récoltés qu'à partir de -350 mètres. Les autres invertébrés les plus caractéristiques sont l'Holothurie de sable : *Stichopus regalis*, l'Oursin : *Brissopsis lyrifera* et le Décapode : *Munida curvimana*. A cette même profondeur, les Cnidaires *Dendrophyllum* peuplent les formations volcaniques au niveau de Rechgoune jusqu'à Ghazaouet.

Les fonds de -500 à -600 mètres, sont des fonds de vase sableuse qui accueillent l'Echinoderme *Brisingella coronata*. Les fonds de plus de 500 mètres de profondeur, sont marqués par la prédominance du Mollusque *Aporrhais serresianus*.

Les campagnes bionomiques plus récentes, dans le golfe d'Oran, menées sur les fonds de -30 à -110, démontrent que les Polychètes sont majoritaires, représentés par 78 espèces, suivis de près par les Crustacés (66 espèces), alors que les Echinodermes ne sont que faiblement présents (Kerfouf et *al.*, 2007 ; Kerfouf et Benyahia, 2010). Entre Oran et Béni-Saf, Méziane et Kerfouf (2013) recensent 22 espèces de Mollusques dont 7 espèces de Lamellibranches et 14 espèces de Gastéropodes. Allaili et Kerfouf (2014) font état de la présence de 6 espèces d'Echinodermes représentés essentiellement par les Echinidés, répartis dans 10 stations depuis la plage d'Ain el turck à celle de Rechgoune.

4. Hydrodynamisme

La côte ouest algérienne, est sous la dépendance des courants atlantiques modifiés (MAW), pénétrant la Méditerranée à travers le détroit de Gibraltar. Leur circulation est à ce niveau très variable, les MAW résultent du mélange des eaux atlantiques relativement froides avec les eaux de surface de la mer d'Alboran (Gascard et Richez, 1985).

Près d'Oran, les MAW forment le courant algérien (Millot, 1989 ; Lascaratos, 1998) qui circule vers l'Est le long du talus continental africain, il est

cependant à noter que malgré le fait qu'il soit le courant le plus important de la Méditerranée, le courant algérien est très peu connu (Font et *al.*, 1998).

A l'échelle du bassin Méditerranéen, le courant algérien arrive en Méditerranée orientale à travers le détroit de Sicile. Certaines études en climatologie, indiquent cependant l'existence d'une partie de ce flux et qui se dirigerait vers les îles Baléares (Pinardi et Navarra, 1993).

En surface la température de l'eau est sous l'influence des saisons et subit donc des variations importantes, cependant les écarts de température en fonction de la bathymétrie sont peu importants, l'écart entre les eaux de surface et ceux du fond est inférieur à 0,5°C. Au niveau de la baie d'Oran, les températures de surface les plus élevées sont localisées dans la partie orientale. Alors que les températures des eaux de surfaces les plus faibles sont situées au centre de la baie (Kerfouf, 2006).

5. Climatologie

5.1. Pluviométrie

On distingue deux types de pluviométries maximales qui correspondent aux variations saisonnières de la température lors que les températures maximales baissent les précipitations augmentent.

La pluviométrie maximale principale d'une moyenne de 150 mm se situe d'octobre à décembre quant à la pluviométrie maximale secondaire d'une moyenne de 60 mm se situe entre janvier et avril. Les pluviométries minimales n'excédant pas 10mm se situent de juillet à août. Ainsi, les fluctuations des pics de pluies littorales seraient liées à la thermodynamique de surface au large du bassin algérien.

Le débit des apports terrigènes constitués par les oueds, les cours d'eau et les eaux de ruissellement, est fonction des crues et présente donc un aspect saisonnier très net. Il véhicule vers la mer des matières solides ou dissoutes, minérales ou organiques qui serviront de nourriture à la faune et la flore marine. Les apports terrigènes au niveau du littoral algérien sont qualitativement et relativement enrichissants (teneurs en azote) lors des crues (octobre-avril), les bassins versants drainent également vers la mer les eaux usées engendrées par les activités humaines (Dilem et *al.*, 2014 ; Bensahla et *al.*, 2014).

5.2. Température

La température est le facteur abiotique le plus important, il contrôle en surface l'intensité des échanges mer-atmosphère et conditionne largement et significativement l'écologie des systèmes marins et côtiers. Elle est relativement homogène le long de la côte ouest de Béni-Saf jusqu'à Mostaganem (Guibout, 1987). Les fluctuations saisonnières montrent des écarts très importants de la température, en effet il y aurait une décroissance de la température à partir de septembre avec une valeur minimale en décembre-janvier 6-8 °C puis une augmentation à partir du mois de mars, avec un maximum de juin à août 25-28 °C. La variabilité saisonnière moyenne de la température, le long de la côte et du plateau oranais, montre des minima absolus. De plus, la température tant en surface qu'en subsurface y croît d'Est en Ouest (Kies et Kerfouf, 2014).

5.3. Salinité

La côte oranaise est entièrement baignée par les eaux d'origine atlantique de faible salinité qui pénètrent par le Déroit de Gibraltar, et se mélange aux eaux superficielles de plus forte salinité. Ces masses d'eaux superficielles sont, en général, caractérisées par une salinité de 36,25 ‰ (Millot, 1989). La salinité moyenne des eaux de surfaces est de 36,4 ‰. Dans la baie d'Oran, les valeurs de la salinité des eaux de surface sont comprises entre 35,85 ‰. La salinité des eaux de fond est comprise entre 36,40 ‰ et 37,7 ‰. Les apports en eaux usées domestique du principal émissaire urbain de la ville d'Oran, et l'influence des eaux de port d'Oran, sont à l'origine du faible taux de salinité dans cette zone (Kerfouf, 2006).

6. Sources de pollution

Le littoral oranais subit une expansion démographique galopante associée à une très forte concentration industrielle (textile, cuir, industries chimiques et pétrochimiques...), et agroalimentaire (huileries, laiteries, fromageries...). Les eaux usées domestiques sont évaluées à environ 69704 m³/jour, soit 73,7 % des eaux usées rejetées, alors que les activités industrielles génèrent une production d'environ 24935 m³/jour d'eau polluée, soit 26,3 % des eaux rejetées (Remili et Kerfouf, 2013). Le rejet de ces eaux usées sans aucun traitement, est à l'origine d'une contamination biologique et physico-chimique des eaux marines, et ne sont pas sans conséquences sur l'environnement côtier. Ces effets ont été observés et confirmés par de nombreuses études (Remili et Kerfouf, 2009 ; Slimane-Moussa 2007).

CHAPITRE IV
Matériel &
Méthodes

1. Échantillonnage des poissons-hôtes

La méthode de prélèvement des poissons a été différente selon le site d'échantillonnage ainsi que de l'espèce hôte. Les individus de *Phycis blennoides* ont été capturés au chalut, nous les récoltons donc auprès des ports de pêches. Ceux de *Phycis phycis*, sont capturés à la ligne ou bien à la palangre de fond, nous les récoltons auprès des pêcheurs des petits métiers. Quelque soit la méthode de pêche ou du site d'échantillonnage, les poissons récupérés dans de la glace ont été acheminés au laboratoire pour y être mesurer et disséquer.

Cette étude helminthologique a été effectuée entre Octobre 2011 et Juillet 2014, la fréquence de notre échantillonnage était essentiellement conditionnée par la disponibilité de poissons frais. Cependant la collecte des hôtes à partir des différents sites se fait, autant que possible, au même moment. Ainsi, 184 poissons ont été examinés, dont 120 Mostelles de fond *Phycis blennoides* et 64 Mostelles de roche *Phycis phycis*.

2. Echantillonnage des populations de parasites

Le protocole suivit est celui de l'examen des poissons recommandé par Arthur et Albert (1994) :

La longueur totale des poissons est mesurée, elle correspond à la distance entre le museau et la pointe de la nageoire caudale. Les poissons sont ensuite disséqués, leurs tubes digestifs et annexes sont isolés ainsi que leurs gonades. Les données relatives à chaque poisson sont notées sur des fiches (Annexe1).

Les Nématodes sont recueillis après ouverture des tubes digestifs des poissons hôtes : estomac, caecum pyloriques, intestin et rectum sont séparés ; ouverts par une incision longitudinale et vidés de leurs contenus par rinçages successifs avec de l'eau physiologique. La recherche des parasites se fait à l'examen direct sous loupe binoculaire des divers tissus, puis des liquides de rinçage où ces tissus ont été décantés.

Les muqueuses intestinales sont grattées afin d'y déloger les Nématodes, pour ceux qui y sont profondément enfoncés, ce protocole propose la digestion pepsique (solution à 1% de pepsine), à 37° pendant moins d'une heure afin de ne pas

digérer complètement le parasite, les Nématodes ainsi libérés sont facilement prélevés. Dans ce travail, nous préférons attendre un certain temps afin que les parasites se détachent d'eux-mêmes.

Le foie, la vésicule biliaire et les gonades sont pressés entre deux boîtes de pétri et examinés.

Les Nématodes recueillis à l'aide de fines aiguilles sont placés dans un premier temps en solution saline à 9g/l de NaCl car ils sont très sensibles aux variations osmotiques.

3. Fixation et conservation des Nématodes

Nous adapterons nos procédures à celles d'Ash et Orihel (1991) :

Les Nématodes sont fixés à chaud et secoués énergiquement dans de l'éthanol à 70° non bouillant, ce qui permet la mort rapide des individus, en extension et d'éviter les contractions musculaires ou l'enroulement du corps, car ceci risquerait de les déformer et de rendre ainsi impossible l'observation de certaines structures essentielles à leur identification (structures œsophagiennes ou spicules copulateurs) (Durette-Desset, 1982).

Les Nématodes sont ensuite conservés dans un mélange d'éthanol à 70° avec 5% de glycérine, nous pouvons également les conserver dans de la solution de Berland (Berland 1982), ou bien dans de l'AFA (alcool-formol-acide acétique), dans des tubes étiquetés en indiquant l'espèce hôte chez laquelle ils ont été prélevés et la portion du tube digestif qui les abritait.

4. Observation et identification des Nématodes

Il est essentiel d'éclaircir la paroi épaisse des Nématodes afin de pouvoir observer leurs structures internes et de réaliser leurs dessins, nous avons pour ce faire, trois possibilités :

- Utiliser un agent éclaircissant au lactophénol (Lactophénol d'Amann, 1890 appelé aussi Phénolglycérolactique) dont l'action est instantanée (Annexe 2).
- Une solution à base d'eau et de glycérine (1portion d'eau pour 10 de glycérine jusqu'à 1 portion d'eau pour 2 de glycérine selon la taille du

Nématode, annexe2) cette préparation prend un peu plus de temps car le spécimen s'éclaircit au fur et à mesure que l'eau s'évapore de la glycérine.

- Solution de Loos (Mélange à part égale d'éthanol à 70° et de glycérine) cela permet d'obtenir des spécimens non affaissés et bien éclaircis, simplifiant ainsi l'identification.

Dans ce travail nous choisirons d'éclaircir les plus fins Nématodes à la glycérine et les plus gros à la solution de Loos, nous n'utiliserons qu'occasionnellement du lactophénol afin d'éviter toute manipulation de composé irritant ou toxique tel les cristaux de phénol.

Après l'identification, les Nématodes sont restaurés dans leurs tubes étiquetés. Même s'il est possible de réaliser des montages permanents de Nématodes tels ceux des plathelminthes (protocole de Gibson 1982), les montages temporaires sont préférables, car le corps des Nématodes est cylindrique et présente des structures essentielles à l'identification situées sur différents plans. Nous réalisons donc des montages semi-permanents des Nématodes, nous permettant de retourner le ver et de l'observer sous toutes ses faces.

La bouche des Nématodes présente des éléments clés pour leur identification ou bien pour la détermination de leur stade larvaire, il est donc essentiel d'observer leur face apicale. Pour cela, nous allons procéder à leur décapitation selon la méthode d'Anderson (1958). Sous loupe binoculaire le Nématode est déposé sur une lame et coulé dans un mélange de glycérine-gélatine, sa tête est coupée à l'aide d'un scalpel, nous l'orienterons selon les besoin des observations à l'aide de fines aiguilles. Ce montage, si la lamelle est recouverte de laque de noyer ou de baume du Canada peut durer plusieurs années.

L'étape suivante de l'identification est le dessin des Nématodes à l'aide d'un microscope optique muni d'un tube à dessin (Zeiss) que nous avons réalisé au laboratoire d'histologie du Département de Biologie de l'Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem. Les photos et les mesures des organes des Nématodes ont été réalisées grâce à un microscope muni d'un appareil photo numérique relié à un ordinateur.

5. Taxinomie et clés d'identification des espèces

Afin d'assurer une identification fiable, les dessins réalisés à partir des observations des helminthes au cours de nos expérimentations, sont comparés avec ceux des spécialistes en taxinomie des Nématodes. Petter (1970); Petter et *al.* (1984); Petter et Maillard (1988); Petter et Radujkovic (1989); Moravec (1994, 1998, 2001), Anderson et *al.* (2010) et Gibbons (2010).

6. Traitement des données

En plus de l'identification des Nématodes, nous aborderons dans ce travail les mesures les plus communes du système parasitaire qui sont la prévalence et l'abondance moyenne (Bush et *al.*, 1997), et dont les intitulés et définitions sont tels qu'ils ont été proposés par Margolis et *al.* (1982).

- ✓ La prévalence spécifique ou taux de parasitisme, est le rapport du nombre d'hôtes infestés par une espèce donnée de parasites, sur le nombre d'hôtes; elle est exprimée en pourcentage.
- ✓ L'abondance parasitaire ou le taux d'infestation est le rapport du nombre total d'individus d'une espèce de parasites, sur le nombre total d'individus d'hôtes (infestés ou pas); c'est le nombre moyen d'individus d'une espèce de parasites par hôte examiné.

Nous évaluerons également la richesse en espèce de parasites, des espèces hôtes ainsi que des sites de prélèvements, pour cela plusieurs indices de diversité existent : l'indice de Shannon, l'indice de Simpson, l'indice de Berger-Parker et l'indice de Brillouin (Magurran, 1988). Dans notre travail nous utiliserons l'indice de Shannon et celui de Simpson. Nous calculeront l'indice d'équitabilité de Pielou qui leur est associé, ainsi que la série d'indices de Hill (Tableau 2).

L'étroitesse des liaisons (corrélation) entre les variables que nous allons considérer sera évaluée par le coefficient de corrélation linéaire de Bravais-Pearson r et celui de corrélation des rangs de Spearman r' . Nous les préférons à l'ANOVA en statistiques parasitologiques, car cette dernière a l'inconvénient de dépendre des unités dans lesquelles les variables sont exprimées.

Le degré de significativité entre les variables sera estimé d'une manière plus classique par le test t de Student.

Tableau 2. Formules des différents indices de diversité utilisés dans cette étude.

Indice de diversité	Formule
Shannon (1948)	$H' = - \sum (p_i / N) \cdot \log_2 (p_i / N)$
L'indice d'équitabilité de Pielou (1969)	$IE = H' / H_{\max}$ $H_{\max} = \log_2 S$
Simpson (1949)	$D = \frac{1}{\sum [p_i(p_i - 1) / (N(N - 1))]}$
Hill (1973)	$H = (1/D)^{1/H'}$

pi : nombre d'individus d'une espèce de l'échantillonnage. **N** : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon. **S** : nombre d'espèces dans l'échantillonnage.

CHAPITRE V

Résultats & Discussion

Présentation des Nématodes recensés

Selon la littérature (Petter, 1970 ; Petter et *al.*, 1984, Valero et *al.*, 2005 ; Farjallah et *al.*, 2006; Ternengo et *al.*, 2009) *Phycis blennoides* et *Phycis phycis* abriteraient dix espèces de Nématodes, appartenant à cinq familles différentes (Tableau 3).

L'examen helminthologique de 184 poissons (120 *Phycis blennoides* et 64 *Phycis phycis*), nous a permis d'identifier neuf espèces de Nématodes (clés d'identification des espèces, annexe 3) réparties en cinq différentes familles : la famille des Anisakidae Railliet et Henry, 1912 ; la famille des Cucullanidae Cobbold, 1864 ; la famille des Philometridae Baylis et Daubney, 1926 ; la famille des Cystidicolidae Skrjabin, 1946 et la famille des Capillariidae Railliet, 1915 (Phylogénie des Nématodes, annexe 3).

Nos espèces de Mostelles seraient de nouveaux hôtes pour deux espèces de Nématodes à très forte spécificité envers les poissons Gadidés et que l'on appelle « gadoid-specialist species » : *Cucullanus cirratus* de la famille des Cucullanidae et *Capillaria gracilis* de la famille des Capillariidae.

Chez *Phycis blennoides* et *Phycis phycis* nous avons identifié : *Hysterothylacium fabri*, *Hysterothylacium aduncum*, *Hysterothylacium* sp, *Anisakis simplex* et *Anisakis physeteris*. A l'exception d' *Hysterothylacium aduncum*, ces Anisakidae parasitent ces Gadidés à l'état larvaire.

Des Nématodes adultes *Ascarophis collaris* de la famille des Cystidicolidae sont présents chez *Phycis blennoides*.

Des stades adultes de *Philometra globiceps* de la famille des Philometridae parasitent *Phycis phycis*.

Enfin, les deux « gadoid-specialist species » parasitent *Phycis phycis* et *Phycis blennoides* au stade adulte.

Tableau 3. Nématodes parasites de *Phycis blennoides* et de *Phycis phycis* en Méditerranée

Espèces	Auteurs	Autres hôtes	Micro-habitat
Anisakidae			
Railliet et Henry, 1912			
<i>Hysterothylacium fabri</i> Rudolphi, 1819	Petter et Radujkovic, 1989 Petter et Maillard, 1988 Ternengo et al., 2009 Présente étude	<i>Zeu faber</i> <i>Uranoscopus scaber</i> <i>Mullus barbatus</i> <i>Pagellus erythrinus</i> <i>Eucitharus linguatula</i>	Intestin Foie
<i>Hysterothylacium aduncum</i> Rudolphi, 1802	Hristovski et Jardas, 1983 Petter et Maillard, 1988 Merzoug et al., 2012 Présente étude	<i>Eucitharus linguatula</i> <i>Muraena helena</i> <i>Scorpaena porcus</i> <i>trachinus araneus</i>	Intestin
<i>Hysterothylacium</i> sp	Petter et al., 1984 Radujkovic et Raibaut, 1989 Présente étude	-	Tube digestif
<i>Anisakis simplex</i> Rudolphi, 1809	Valero et al., 2005 Farjallah et al., 2006 Klimpel et al., 2008	<i>Trachurus trachurus</i> <i>Sardina pilchardus</i> <i>Merluccius merluccius</i>	Estomac Intestin
<i>Anisakis phyteseris</i> Baylis, 1923	Unger et al., 2014 Présente étude	<i>Clupea harengus</i> <i>Mullus surmuletus</i>	Mésentère Foie
Cucullanidae			
Cobbold, 1864			
<i>Cucullanus longicollis</i> Stossich, 1899	Ternengo et al., 2009	<i>Mullus surmuletus</i> <i>Mullus barbatus</i>	Intestin postérieur Rectum
Cystidicolidae			
Skrjabin, 1946			
<i>Ascarophis</i> sp	Petter et al., 1984 ;	<i>Diplopus annularis</i>	Cavité générale
<i>Ascarophis collaris</i> Petter, 1970	Petter, 1970 Présente étude	-	Estomac Œsophage
Philometridae			
Baylis et Daubney, 1926			
<i>Philometra globiceps</i> Rudolphi, 1819	Petter et al., 1984 Petter et Radujkovic, 1989 Ternengo et al., 2009 Tepe et Oguz, 2013 Présente étude	<i>Uranoscopus scaber</i> <i>Trachurus mediterraneus</i>	Gonades Cavité générale
Physalopteridae			
Dujardin, 1845			
<i>Proleptus obtusus</i> Dujardin, 1845	Petter et Radujkovic, 1989	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Tube digestif

Sous classe: Secernentea Linstow, 1905

Ordre: Ascaridida Skrjabin et Shultz, 1940

Super famille : Ascaridoidea Railliet et Henry, 1915

1. Famille des Anisakidae Railliet et Henry, 1912

○ **Genre *Hysterothylacium* Ward et Magath, 1917**

Attribution générique : Nous avons attribué nos Nématodes au genre *Hysterothylacium*, en se basant de manière absolue sur l'aspect de la structure œsophagienne. En effet, celle-ci présente un caecum intestinal et un appendice œsophagien.

1. *Hysterothylacium fabri* Rudolphi, 1819 Larves du 4^e stade L4.

Attribution spécifique : Nos spécimens ont été assignés à cette espèce, par la présence d'un court appendice œsophagien et par l'égalité caecum intestinal-œsophage musculaire. L'état larvaire est reconnu par la présence de cordons spiralés. Ceux ci débutent postérieurement à la jonction œsophage-intestin et s'étendent jusqu'à l'anus. Le stade, L4 est identifié par la queue qui se termine en cactus.

Synonymes : *Ascaris fabri* Rudolphi, 1819 ; *Ascaris biuncinata* Molin, 1858 ; *Ascaris filiformis* Stossich, 1904.

Hôtes : *Phycis blennoïdes* et *Phycis phycis* .

Les larves d'*Hysterothylacium fabri* ont un aspect grêle, les striations transversales de la cuticule sont peu marquées ; les ailes latérales sont présentes chez les mâles, elles sont étroites et débutent légèrement en dessous des lèvres et s'étendent jusqu'à la pointe caudale.

L'extrémité antérieure est munie de trois lèvres bien développées, à contours arrondis, plus larges que longues et reliées au corps par un isthme étroit, il existe également un interlabia à base très large (cf. planche I : A, B)

L'anneau nerveux entoure l'œsophage musculaire il est situé à la fin du premier tiers de ce dernier.

Le pore excréteur est situé juste en dessous de l'anneau nerveux.

L'œsophage est long et mince ; le ventricule est petit et cylindrique plus long que large ; l'appendice œsophagien est grêle, de longueur à peu près égale à celle de l'œsophage ; Le caecum intestinal est très court et son extrémité en cul de sac atteint ou dépasse légèrement la limite antérieure du ventricule (Tableau 4).

La queue est courte et conique et se termine par une touffe d'épines qui est la caractéristique principale de la larve du 4^e stade (cf. planche I : C).

Les ébauches génitales sont très développées, constituées aussi bien chez les mâles que chez les femelles de cordons spiralés impairs dirigés vers l'arrière. Ils s'étendent jusqu'au cloaque chez les mâles et jusqu'à l'ébauche vulvaire chez les femelles, cette dernière est située entre le premier tiers et la moitié de la longueur du corps.

Tableau 4. Biométrie d'*Hysterothylacium fabri*

Paramètres mesurés	Holotype	Paratype
Longueur totale mm	14.8	14.5-21
largeur μm	205	189-215
Longueur de l'œsophage μm	1250	1240-1302
Longueur de l'appendice œsophagien μm	1380	1372-1398
Longueur du caecum intestinal μm	208	198-213
Distance extrémité antérieure-anneau nerveux μm	250	248-265
Distance extrémité antérieure - deirides μm	-	-
Distance extrémité antérieure - pore excréteur μm	386	376-402
Distance extrémité antérieure-vulve μm	-	-
Longueur des spicules μm	-	-
Droit μm	-	-
Gauche μm	-	-
Gubernaculum μm	-	-
Longueur queue μm	227	198

Zoogéographie

Les larves d'*Hysterothylacium fabri* sont parmi les larves d'Ascarides les plus fréquemment rencontrées dans la cavité générale de nombreuses espèces de poissons téléostéens dans les mers du bassin Méditerranéen. La plupart sont des larves du 4^e stade parfois entourées par la mue du 3^e stade (Jardas et Hristovski, 1985 ; Petter et Maillard, 1988 ; Petter et Radujkovic, 1989).

En Méditerranée, les stades adultes n'ont été isolés qu'à partir d'*Uranoscopus scaber* et de *Zeus faber* (Hôte-type). Cependant, en mer du Nord ces poissons ne sont parasités que par des larves du 4^e stade d'*Hysterothylacium aduncum* que Punt (1941) a confondu avec des du 3^e stade d'*Hysterothylacium fabri*.

En mer Jaune, des larves du 3^e et 4^e stade d' *Hysterothylacium fabri* ont été signalées en par Li et *al.* (2013).

Des larves du 3^e stade furent signalées en mer Egée et en mer de Marmara par Cinar (2014) ainsi qu'en mer Noire par Tepe et Oguz (2013).

En Algérie, sur la côte oranaise, des larves du 3^e et 4^e stade furent signalées chez *Sardina pilchardus* et chez *Mullus surmuletus* (Merzoug et *al.*, 2012 ; Hassani et *al.*, 2015).

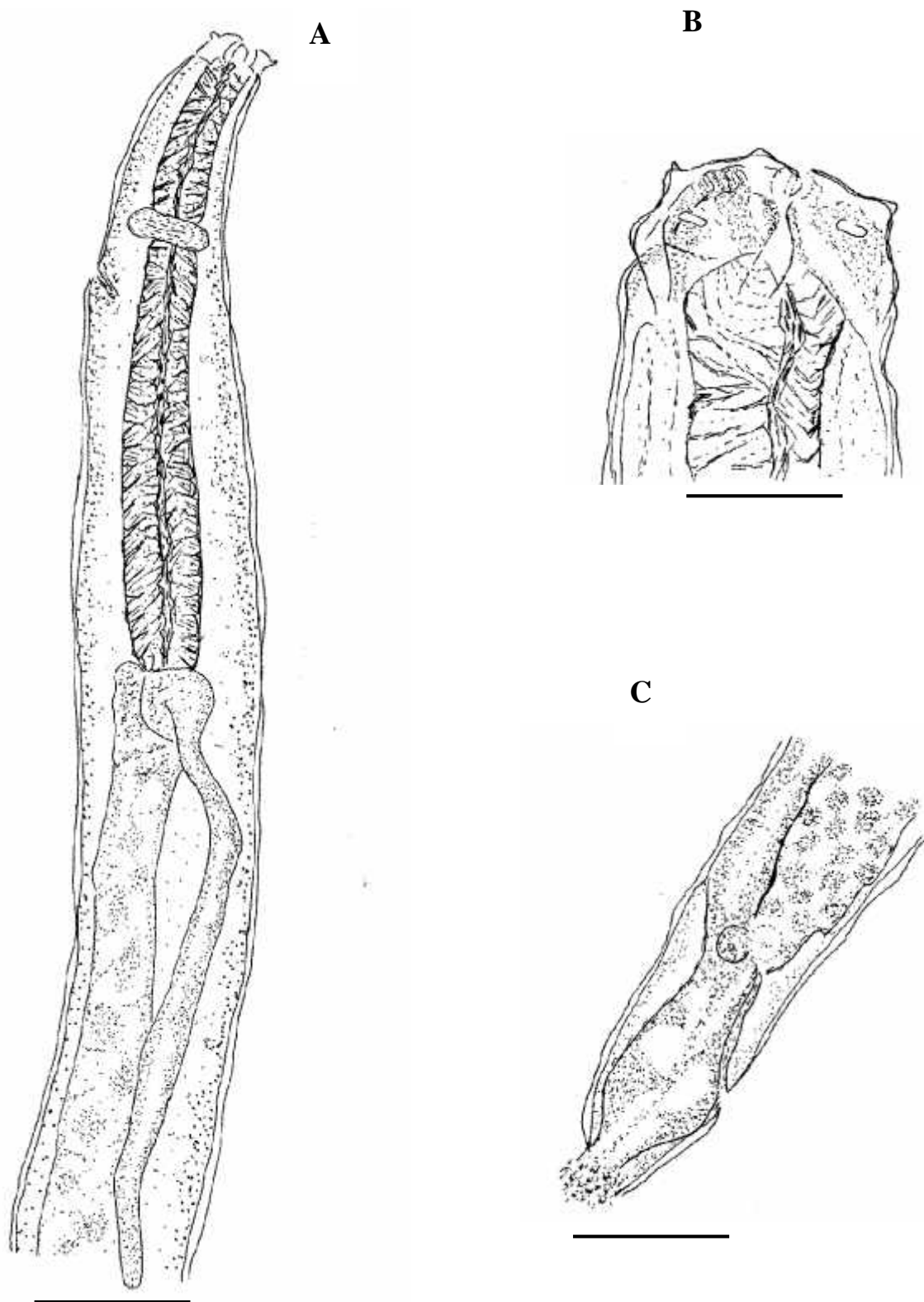


Planche I. *Hysterothylacium fabri* Rudolphi, 1819, larve du quatrième stade.
A: Région antérieure, vue latérale (barre=250 μ m); B : Extrémité antérieure, vue latérale (barre=25 μ m) ; C : Extrémité postérieure, vue latérale (barre=25 μ m).

2. *Hysterothylacium aduncum* Rudolphi, 1802 Stades adultes

Attribution spécifique : Par l'égalité caecum intestinal - appendice œsophagien. Le stade adulte est déterminé par la présence de spicules chez les mâles et d'œufs chez les femelles.

Synonymes : *Ascaris adunca* Rudolphi, 1802 ; *Contraecum aduncum* (Rudolphi, 1802) Baylis, 1920 ; *Contraecum benimasu* Fujita, 1937 ; *Contacaecum crassicaudatum* Fujita, 1939 ; *Contraecum elongatum* Fujita, 1939 ; *Contraecum longispiculum* Fujita, 1940 ; *Contraecum mesopi* Fujita, 1940 ; *Thynascaris adunca* (Rudolphi, 1802) Hartwich, 1957.

Hôtes : *Phycis blennoïdes* et *Phycis phycis*

Ces Nématodes sont d'assez grande taille (Tableau 5); la cuticule présente de fines striations transversales ; les ailes latérales longitudinales sont minces, longent tout le corps et deviennent plus étroites à proximité de la région caudale.

L'extrémité antérieure est effilée et porte deux papilles céphaliques, la bouche est entourée de trois lèvres aussi larges que longues séparées par un interlabia bien marqué. La structure œsophagienne est caractérisée par un caecum intestinal et un appendice œsophagien taille égale et un ventricule oblong (cf. planche II : A, B). Le pore excréteur est situé légèrement en dessous de l'anneau nerveux. L'extrémité caudale est courte et conique et se termine en cactus

- **Les mâles** : ils sont plus petits que les femelles, leurs spicules sont longs égaux et légèrement aplatis, les papilles caudales sont situées ventralement et organisées en deux rangées parallèles (cf. planche II : C ; photo 1, annexe 4)
- **Les femelles** : l'utérus est monodelphique, la vulve n'est pas saillante et se situe dans le premier tiers du corps (cf. planche II : D)
- **Les œufs** : ils sont de forme sphérique leur coquille est fine et opaque et présente de fines rayures.

Zoogéographie

Hysterothylacium aduncum est une espèce très cosmopolite et a très large répartition géographique, les larves aussi bien que les adultes parasitent de très nombreuses espèces de poissons téléostéens dans les mers du Nord de l'Europe

(Fagerholm, 1982), l'océan Atlantique (Hartwich, 1975) ainsi que dans l'océan Pacifique (Hurst, 1984).

En Atlantique Nord elle serait la seule espèce qui représente le genre *Hysterothylacium* (Balbuena et al., 1998; Kjøie, 1993a; Anderson, 2000) et est de ce fait appelée « Cold species ».

En Méditerranée et mers adjacentes, cette espèce fut signalée par de très nombreux auteurs dont Hristovski et Jardas (1983); Petter et Maillard (1988); Petter et Radujkovic (1989); Fioravanti et al. (1996) et Santos et al. (2006). Sur les côtes Sud et Est de l'Espagne Rello et al. (2008) désignèrent *Hysterothylacium aduncum* comme étant la seule espèce de la famille des Anisakidae parasite de la sardine *Sardina pilchardus*. Sur les côtes ouest algériennes, les larves d'*Hysterothylacium aduncum* furent signalées pour la première fois par Merzoug et al. (2012) chez *Sardina pilchardus*.

Dans l'hémisphère sud, cette espèce a été signalée par Beumer et al. (1982) en Australie ainsi que dans divers territoires antarctiques. Des larves du 3^e stade ont également été retrouvées dans plusieurs invertébrés en Nouvelle Zélande (Hurst, 1984) ainsi qu'au Sud du Chili (Carvajal et Gonzalez, 1995).

Tableau 5. Biométrie d'*Hysterothylacium aduncum*

Paramètres mesurés	Holotype	Paratypes (x4)	Allotype	Paratypes (x5)
Longueur totale mm	19	17-25	26	21-40
largeur µm	400	398-450	609	603-794
Longueur de l'œsophage µm	1900	1870-2850	2070	1980-3150
Longueur de l'appendice œsophagien µm	920	800-1060	1042	792-1206
Longueur du caecum intestinal µm	906	811-1005	991	756-1164
Distance extrémité antérieure-anneau nerveux µm	527	485-549	534	528-562
Distance extrémité antérieure - pore excréteur µm	608	583-621	570	568-580
Distance extrémité antérieure - vulve µm	-	-	1387	1280-1745
Longueur des spicules µm	2200	2000-4670	-	-
Gubernaculum µm				
Longueur queue µm	112	107-124	318	270-429
Œufs µm	-	-	-	620-700x46-47

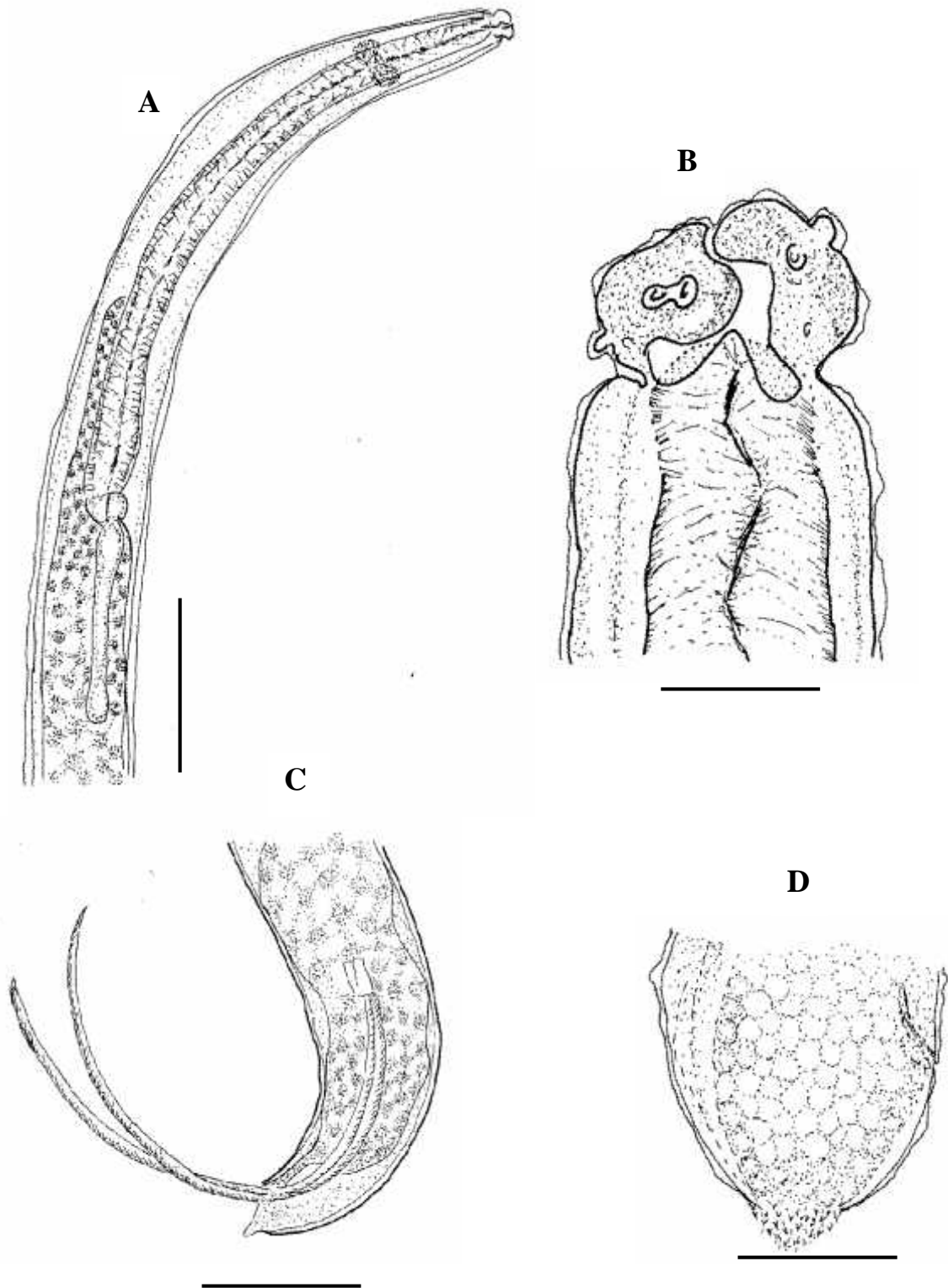


Planche II. *Hysterothylacium aduncum* Rudolphi, 1802, stade adulte.

A: Région antérieure, vue latérale (barre=250 μ m); B : Extrémité antérieure, vue latérale (barre=50 μ m) ; C : Extrémité postérieure du mâle, vue latérale (barre=250 μ m) ; D : Extrémité postérieure de la femelle, vue latérale (barre=100 μ m).

3. *Hysterothylacium* sp Stades larvaires.

Attribution spécifique : Essentiellement le rapport caecum intestinal /appendice œsophagien.

Hôtes : *Phycis blennoides*

Ce sont des Nématodes au corps robuste, dont la structure œsophagienne présente les caractéristiques du genre *Hysterothylacium*, à savoir, la présence d'un appendice œsophagien et d'un caecum intestinal ; les ailes latérales longitudinales sont peu marquées, elles débutent légèrement en dessous de l'extrémité antérieure et longent ainsi tout le corps.

L'extrémité antérieure est amincie ; les lèvres sont aussi larges que longues, elles sont reliées au corps par une base large.

L'anneau nerveux à une position identique à celle observée chez *Hysterothylacium fabri*, cependant le pore excréteur est situé bien en dessous.

L'œsophage musculaire est très grêle sur la majeure partie de sa longueur et légèrement élargi postérieurement ; Le ventricule est à peu près sphérique ; le caecum intestinal est deux fois plus long que l'appendice œsophagien qui à son tour est un peu plus court que la moitié de l'œsophage musculaire (cf. planche III : A).

La queue dépourvue d'épines, elle est longue, droite et conique, son extrémité est munie d'un appendice terminal (cf. planche III : B).

Zoogéographie

Les Nématodes d' *Hysterothylacium* sp ont été retrouvés chez *Phycis phycis* (Petter et Radujkovic, 1989) et chez *Phycis blennoides* (Radujkovic et Raibaut, 1989) sur les côtes du Monténégro (Bigovo).

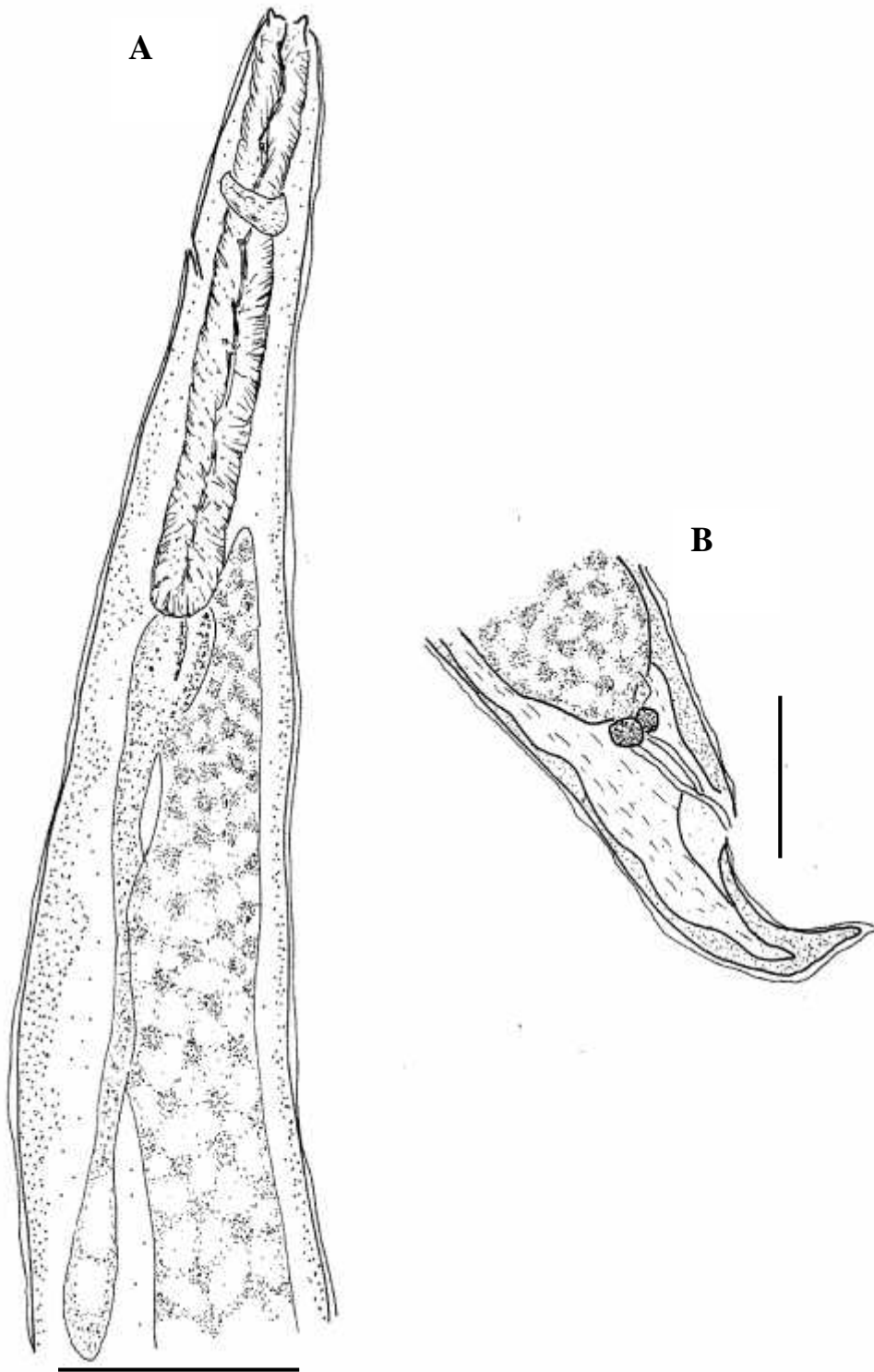


Planche III. *Hysterothylacium* sp. Stade larvaire.

A: Région antérieure, vue latérale ; B : Extrémité postérieure, vue latérale
(barre=250 μ m).

Commentaire

L'espèce *Hysterothylacium fabri* a été retrouvée dans l'intestin du poisson hôte *Zeus faber* à Rimini, elle fut identifiée et décrite pour la première fois par Rudolphi (1819) en Italie. L'espèce a ensuite été redécrite par Molin (1858), également chez *Zeus faber* sous le nom d'*Ascaris biuncinata*, puis par Drasche (1883), Stossich (1895) et Hamann (1895). Ce dernier auteur l'avait retrouvé chez *Zeus faber*, *Pagellus erythrinus* et *Trachinus viviparus*. Baylis (1923) fut le premier auteur à avoir signalé l'existence d'un caecum intestinal et d'un appendice œsophagien, il redécrit *Hysterothylacium fabri* à partir de spécimens parasites de *Zeus faber* à Trieste (Italie). Il signale que cette espèce se distingue des autres espèces du genre par la très petite taille de leur caecum intestinal, atteignant à peine la limite antérieure du ventricule. Osmanov (1940) décrit l'espèce sous le nom de *Contracaecum filiformis* chez *Uranoscopus scaber* en mer Noire, mais sa description en particulier les dimensions du caecum intestinal et celles de l'appendice œsophagien ne correspondaient pas à celles de l'espèce. Punt (1941) mit l'espèce en synonymie avec *Contracaecum aduncum*, considérant la taille du caecum intestinal comme un caractère de variation individuelle.

L'espèce *Hysterothylacium aduncum* a été redécrite par Punt (1941), Berland (1961) et Hartwich (1975), les deux premiers auteurs ont mis cette espèce en synonymie avec *Hysterothylacium auctum* Rudolphi, 1802. Hartwich (1975) distingua cependant *H.auctum* par un caecum intestinal plus court que l'ensemble ventricule-appendice œsophagien d'*Hysterothylacium aduncum*, des lèvres moins arrondies et des spicules plus courts. Deardorff et Overstreet (1980) le confirment ainsi que Vidal-Martínez et al. (1994). Ces derniers auteurs se sont basés sur la morphométrie de spécimens adultes, car celle des larves pouvait induire en erreur.

Chez *Hysterothylacium* sp, la présence d'ailes latérales longitudinales plus minces, celle d'un appendice terminal sur l'extrémité caudale, ainsi que la position inférieure du pore excréteur par rapport à l'anneau nerveux différencie nettement cette espèce des autres espèces d'*Hysterothylacium*. Cependant, ces critères d'identification étaient insuffisants et Petter et Radujkovic (1989) et Radujkovic et Raibaut (1989) ne l'attribuèrent à aucune des espèces connues du genre *Hysterothylacium*.

En Méditerranée, les larves d'une quatrième espèce d'*Hysterothylacium* sont similaires aux nôtres, il s'agit d'*Hysterothylacium arnoglossi*, dont les larves du 3^e stade possèdent les mêmes caractéristiques morphologiques que celles d'*Hysterothylacium* sp. Elles présentent néanmoins, un appendice œsophagien plus court par rapport à la longueur de l'œsophage, mais surtout, une étroite spécificité au poisson *Arnoglossus laterna* (Bothidae) (Petter et Maillard, 1988).

La position systématique des espèces du genre *Hysterothylacium* a donc été longtemps controversée, tous les anciens auteurs ne leur attribuèrent qu'un statut incertain. Les travaux de Janiszewska (1949) ainsi que ceux de Nikolaeva et Naidenova (1964) apportèrent une description et une classification correcte avec laquelle Petter et Radujkovic (1989) furent d'accord.

Plus récemment en 2003, Martin-Sanchez fit une analyse génétique par électrophorèse des iso enzymes et révéla l'existence de quatre groupes génétiquement différents au sein même de l'espèce *Hysterothylacium fabri*.

Les marqueurs nucléaires ITS-1, 5.8S et ITS-2 (ITS : internal transcribed spacer) et mitochondriaux (cytochrome c oxidase subunit 2, *cox2*) des spécimens adultes d' *Hysterothylacium fabri* isolés à partir de *Zeus faber* en mer Egée ont également été analysés par Pekmezci et al. (2014). Ils démontrèrent que l'espèce *Hysterothylacium fabri* de Méditerranée était génétiquement différente de ses congénères en mer de Chine orientale ainsi qu'en mer Jaune.

Klimpel et al. (2007), analysèrent également des fragments d'ADN génomiques de spécimens d'*Hysterothylacium aduncum* parasites du Sprat ou Anchois de Norvège *Sprattus sprattus* pêché dans quatre différentes régions (mer du Nord, golfe de Gascogne, mer Adriatique ainsi que dans la Manche), l'analyse des ITS-1 ne montra pas de différences génétiques entre les populations de parasites, par contre l'analyse des ITS-2 ont démontré qu'il y avait deux groupes de populations d' *Hysterothylacium aduncum* génétiquement proches, le groupe : mer du Nord-mer Adriatique et le groupe : Manche-golfe de Gascogne.

Développement et transmission

Les Nématodes du genre *Hysterothylacium* vivent en tant qu'adultes dans le tube digestif des poissons marins téléostéens. Toutefois, leurs larves peuvent être rencontrées chez les invertébrés, elles sont souvent encapsulées dans les viscères. Le cycle biologique d'*Hysterothylacium fabri* est inconnu, Koie (1993 a) a décrit celui d'*Hysterothylacium aduncum* chez l'anguille *Zoarcetes viviparus*. Si grâce aux techniques modernes de biochimie et de biologie moléculaire le genre *Hysterothylacium* a pu être subdivisé en plusieurs espèces distinctes, il n'en demeure pas moins que leurs cycles biologiques restent identiques (Figure 7).

Markowski (1937) fut le premier auteur à étudier expérimentalement le cycle d'*Hysterothylacium aduncum*, les œufs libérés dans l'eau de mer se développent très rapidement trois jours plus tard, à une température de 20°C et une salinité de 0.7%, ils contiennent déjà une larve très mobile. Le même résultat est observé lors que les œufs sont mis en eau douce ou distillée. A une température de 5 à 6°C, le développement de la larve à l'intérieur de l'œuf mettra de 16 à 19 jours. L'éclosion des œufs d'*Hysterothylacium aduncum* n'a pas dans l'eau mais à l'intérieur de leurs premiers hôtes intermédiaires : des Crustacés (*Acartia tonsa*), des Copépodes harpacticoides, des Amphipodes, des Isopodes et des Mysidacés. La larve qui émerge est celle du 3^e stade (Punt, 1941; Valter, 1980). Les deux premières mues se produisent donc à l'intérieur de l'œuf et les deux dernières chez l'hôte définitif. Ceci explique la raison pour laquelle il n'a jamais été retrouvé de mues chez les hôtes intermédiaires. Le développement de la larve à l'intérieur du poisson hôte définitif dépendra exclusivement de la longueur de cette dernière, les larves d'une longueur de moins de 1mm ne survivent pas chez les poissons, en revanche, celle de plus de 3mm survivent et parviennent au 4^e stade. En fonction donc de la taille de la larve, certains invertébrés autres que les Crustacés n'interviendront qu'en qualité d'hôtes de transport. Chez les poissons, spécialement *Zoarcetes viviparus* et les Gadidés (hôtes définitifs), la larve va subir les deux mues finales au terme desquelles elle se transformera en adulte.

Le cycle d'*Hysterothylacium aduncum* nécessite donc deux hôtes intermédiaires lorsque le poisson ingère des Crustacés porteurs de larves du 3^e stade de plus de 3mm, et nécessite trois hôtes (ou plus) lorsque les larves L3 sont de

moins de 3mm de longueur. Ainsi, les Cténophores, les Chéthognathes, les Polychètes et les Ophiuroides s'infectent en consommant des Crustacés porteurs de larves *Hysterothylacium aduncum* et peuvent servir d'hôtes intermédiaires obligatoires ou simplement d'hôtes de transport.

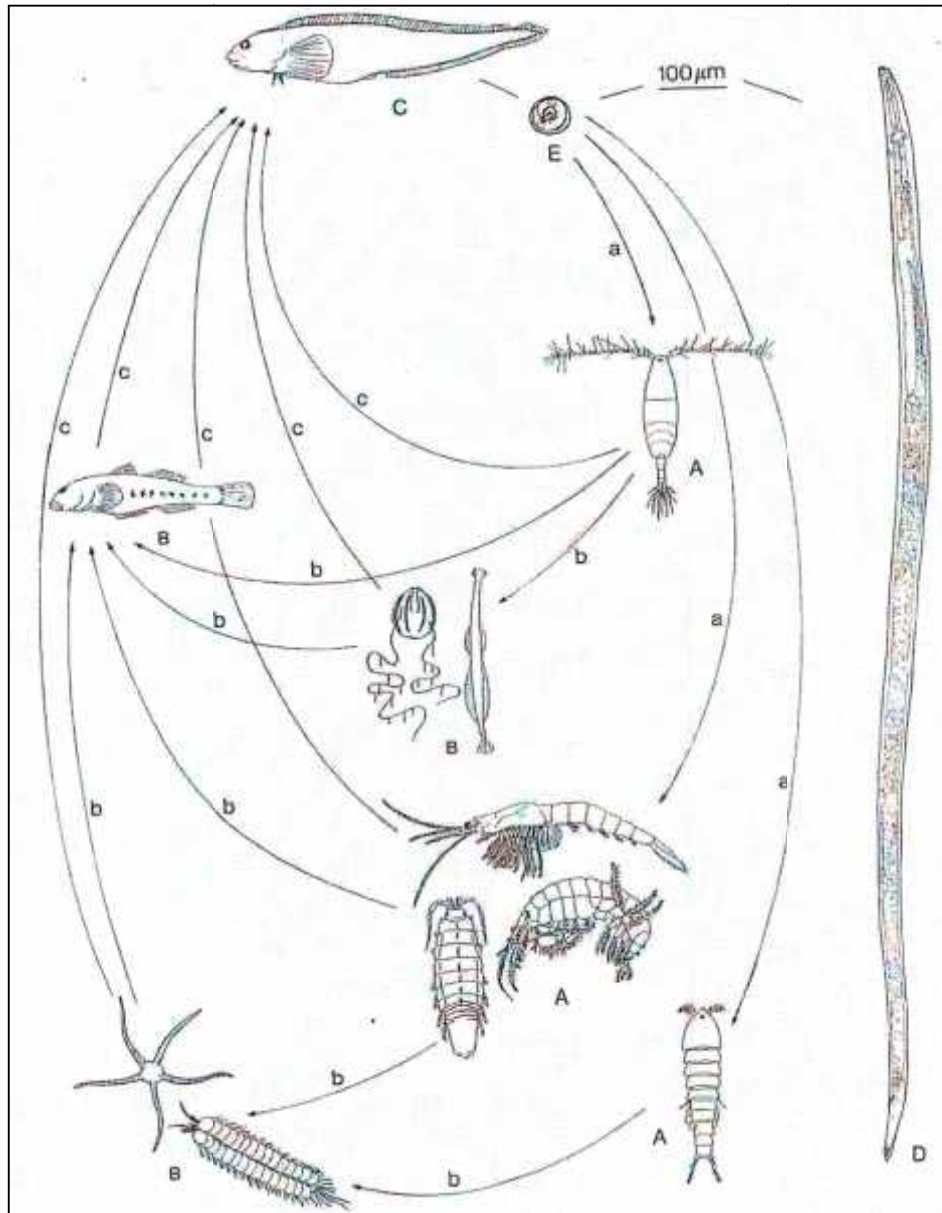


Figure 7. Cycle de vie d'*Hysterothylacium aduncum* (Koie, 1993 a; Hansen et Malmstrøm, 2006).

A : premier hôte intermédiaire ; **B** : second hôte intermédiaire ; **C** : hôte définitif ; **a** : infection du premier hôte intermédiaire ; **b** : infection du second hôte intermédiaire ; **c** : infection de l'hôte définitif.

○ **Genre *Anisakis* Dujardin, 1845**

Attribution générique : Nous avons attribué nos spécimens à ce genre, par la structure de l'œsophage caractérisée par l'absence du caecum intestinal et de l'appendice œsophagien.

4. *Anisakis simplex* Rudolphi, 1809 Stades larvaires L3.

Attribution spécifique : Présence de la dent larvaire typique, du ventricule oblong de grande taille et du mucron terminal à la fin de l'extrémité caudale.

Synonymes : *Anisakis marina* Linné, 1767 ; *Anisakis* sp. Berland, 1961.

Hôtes : *Phycis blennoïdes* et *Phycis phycis*

Ce sont des larves fines et longues (Tableau 6), dont la cuticule est striée de gros sillons transversaux, discontinus, irréguliers et parcourant toute la longueur du corps.

L'extrémité antérieure est caractérisée par la présence d'une dent larvaire; il y'a trois lèvres bilobées (cf. planche IV : B ; photo : 2, annexe 4).

Leur structure œsophagienne est simple en comparaison avec celle des Nématodes du genre *Hysterothylacium* : on note l'absence du caecum intestinal ainsi que celle de l'appendice œsophagien Elle se compose uniquement d'un œsophage musculaire qui donne suite à un œsophage glandulaire, ces deux derniers sont séparés par un ventricule d'assez grande taille dont la limite inférieure est oblique (cf. planche IV : A).

L'anneau nerveux est situé au niveau du premier sixième de la longueur de l'œsophage musculaire. Le pore excréteur est situé juste en dessous de la limite inférieure des lèvres.

L'extrémité postérieure est conique, courte et se termine par un mucron excentré (cf. planche IV : D).

Zoogéographie

Si les Nématodes adultes d'*Anisakis simplex* parasitent exclusivement les Cétacés, les Pinnipèdes et les oiseaux piscivores, et auraient été décrits chez plus de

53 espèces de mammifères marins, les larves sont cependant très répandues, plus de 200 espèces de poissons et 25 espèces de Céphalopodes à travers toutes les mers et océans du globe en seraient parasitées (Lick, 1991; Abollo et *al.*, 2001; Ugland et *al.*, 2004). Les taux de parasitisme varient considérablement d'une espèce à l'autre (Manfredi et *al.*, 2000). L'électrophorèse enzymatique a permis de distinguer deux sous-espèces d'*Anisakis simplex*, l'espèce A est présente en Méditerranée, l'espèce *Anisakis simplex* B est présente en Atlantique Nord (Nascetti et *al.*, 1986).

En Méditerranée, les larves d'*Anisakis simplex* furent signalées par Petter et Maillard (1988) et Petter et Radujkovic (1989) au Monténégro ; en mer Adriatique et en mer Ionienne (Larizza et Vovla, 1995); en mer Egée et dans le détroit des Dardanelles (Ogûz et *al.*, 2000); sur les côtes Méditerranéennes de l'Espagne : en Andalousie (Valero et *al.*, 2005) et à Santa Pola (Merzoug et *al.*, 2012); sur les côtes de Tunisie par Farjallah et *al.* (2006). En mer Ligurienne, cette espèce fut répertoriée puis identifiée génétiquement chez un grand nombre de poissons d'intérêt économique par Serracca et *al.* (2013). En mer Baltique chez le Hareng *Clupea harengus* (Unger et *al.*, 2014). Nous signalons la présence des larves d'*Anisakis simplex* chez *Phycis blennoides* et *Phycis phycis* pour la première fois en Algérie (Hassani et Kerfouf, 2014).

Tableau 6 : Biométrie d'*Anisakis simplex*.

Paramètres mesurés	Holotype	Paratype
Longueur totale mm	14.8	14.5-21
largeur μm	205	189-215
Longueur de l'œsophage μm	1250	1240-1302
Longueur de l'appendice œsophagien μm	1380	1372-1398
Longueur du caecum intestinal μm	208	198-213
Distance extrémité antérieure-anneau nerveux μm	250	248-265
Distance extrémité antérieure - deirides μm	-	-
Distance extrémité antérieure - pore excréteur μm	386	376-402
Distance extrémité antérieure - vulve μm	-	-
Longueur queue μm	227	198

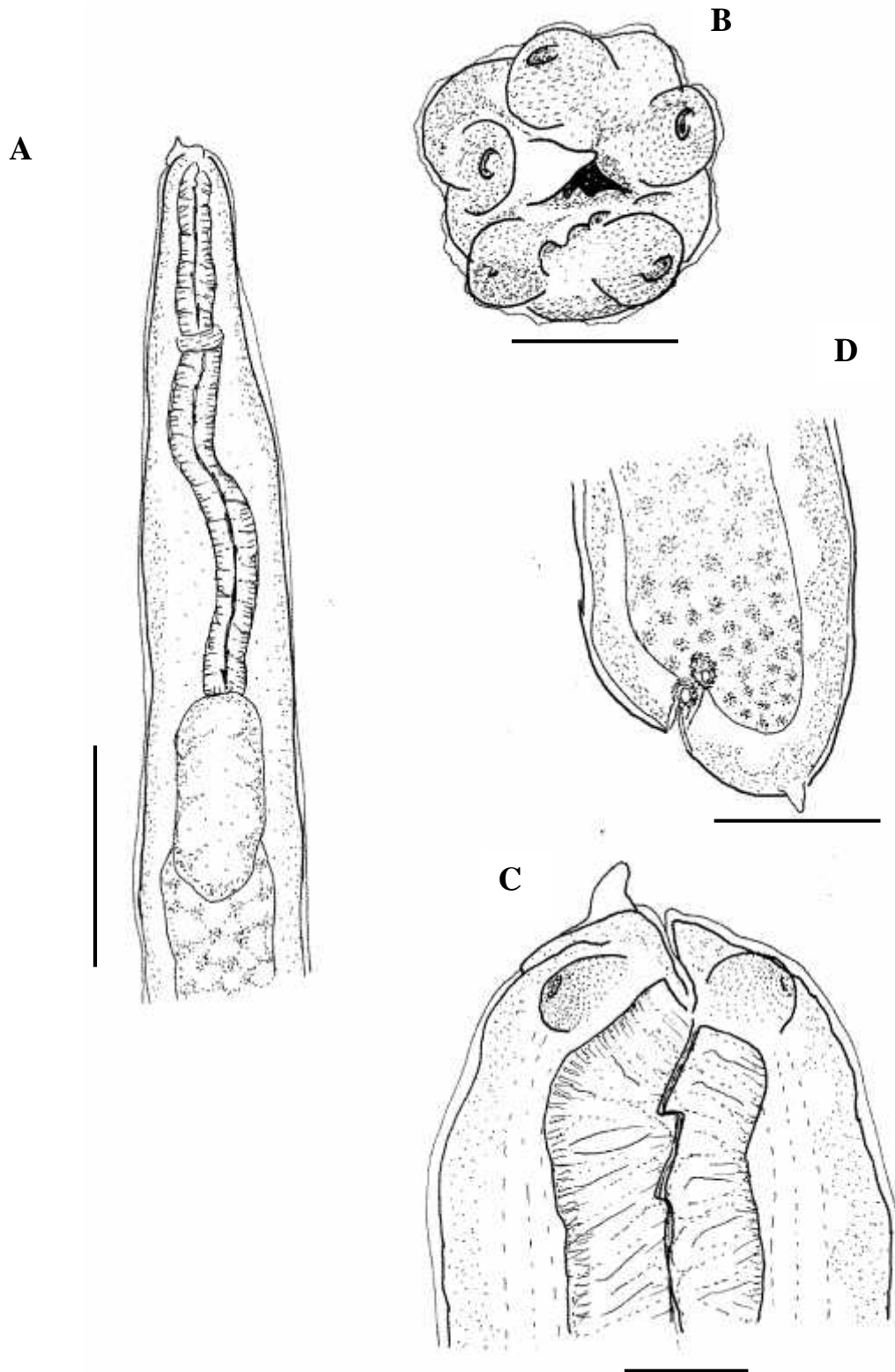


Planche IV. *Anisakis simplex* Rudolphi, 1809, larve du troisième stade.

A: Région antérieure, vue latérale (barre=250µm); B : Extrémité antérieure, vue apicale (barre=50µm); C : Extrémité antérieure, vue latérale (barre=50µm) ; D : Extrémité postérieure, vue latérale (barre=100µm).

5. *Anisakis physeteris* Baylis, 1923 Stades larvaires L3

Attribution spécifique : Il a été particulièrement délicat de reconnaître ces larves de celles d'*Anisakis simplex*, néanmoins, la dent larvaire plus discrète et parfois même absente, la taille nettement plus petite du ventricule, et l'absence du mucron terminal nous ont permis de les différencier.

Synonymes : *Anisakis* sp. larvaII Berland, 1961.

Hôtes : *Phycis blennoides* et *Phycis phycis*

Ce sont de longues larves, leur extrémité céphalique est arrondie et il y'a une petite dent larvaire dont la pointe est dirigée dorsalement telle que nous pouvons l'observer chez *Anisakis simplex* (cf. planche V : A, B, C).

Le pore excréteur est très antérieur situé juste en dessous de la dent larvaire.

Ces larves se distinguent de celles d'*Anisakis simplex* par un ventricule nettement plus court dont la limite inférieure est horizontale ainsi qu'une queue conique plus longue et dépourvue de mucron terminal (cf. planche V : D).

Zoogéographie

Les stades adultes d'*Anisakis physeteris* sont spécifiques aux Cétacés : *Kogia breviceps*, *Globicephala ventricosus* et la baleine à bec commune *Hyperoodon ampullatus*. Néanmoins, leur affinité est plus forte avec le grand Cachalot *Physeter macrocephalus* et *Physeter catodon* (Davey, 1971). Leur présence a été signalée en Méditerranée par (Mattiucci et al., 2001).

Bien que cosmopolites, les larves du 3^e stade d'*Anisakis physeteris* n'ont été signalées que dans l'hémisphère nord chez les poissons : *Trachurus trachurus*, *Phycis blennoides*, *Phycis phycis*, en Méditerranée ; *Merluccius merluccius*, *Xiphias gladius*, en Atlantique Ibérique et *Aphanopus carbo* dans les Açores. Elles furent également signalée chez le Céphalopodes *Ommastrephes sagittatus* en Méditerranée occidentale (Mattiucci et al., 1986 ; 2001 ; 2005 ; Valero et al., 2005 ; Farjallah et al., 2006).

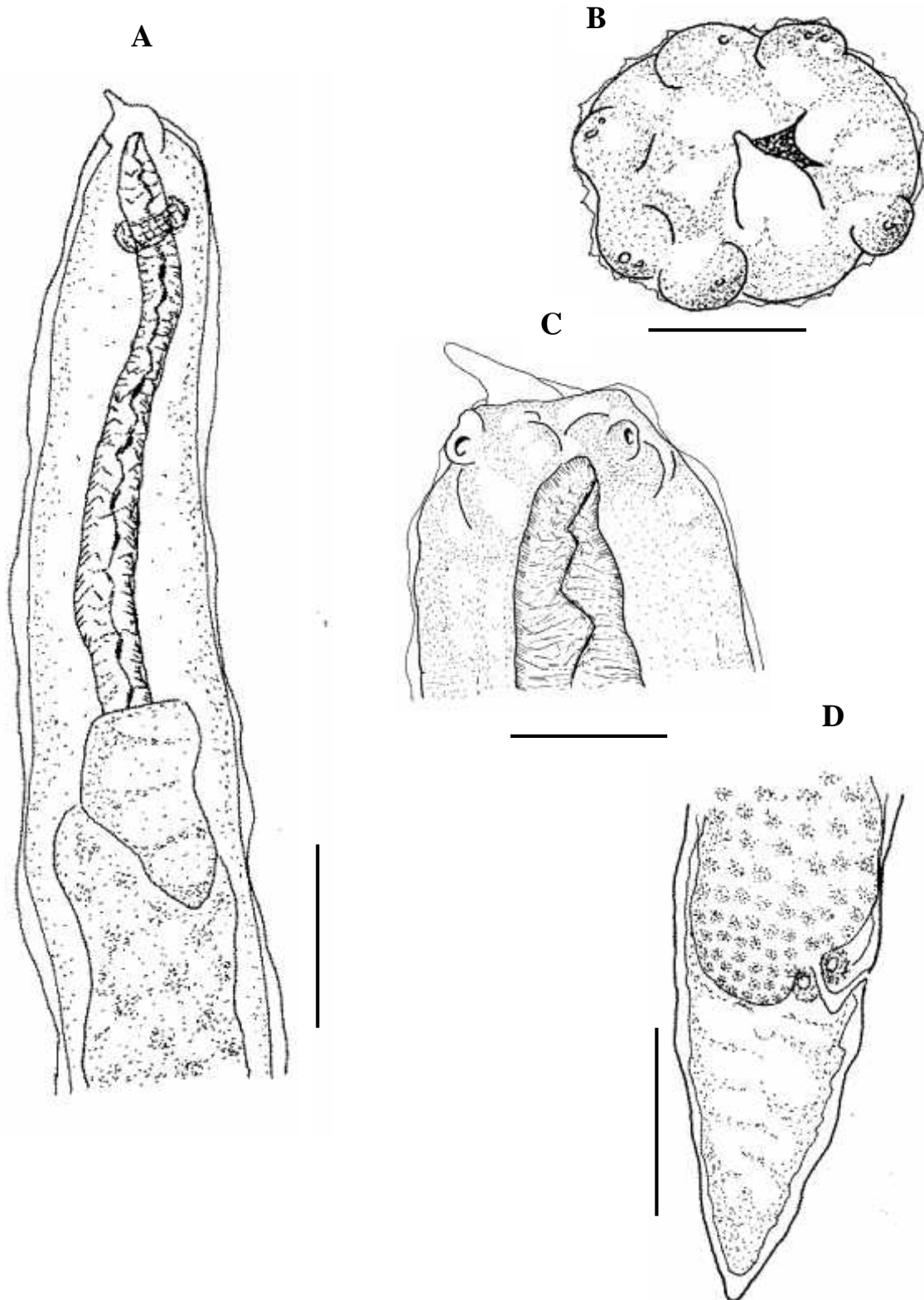


Planche V. *Anisakis physeteris* Baylis, 1923, larve du troisième stade.

A: Région antérieure, vue latérale (barre=250 μ m); B : Extrémité antérieure, vue apicale (barre=50 μ m); C : Extrémité antérieure, vue latérale (barre=50 μ m) ; D : Extrémité postérieure, vue latérale (barre=250 μ m).

Commentaire

Le genre *Anisakis* est celui qui a sans doute fait l'objet du plus grand nombre d'études en nématologie, non pas seulement pour leur très grande répartition géographique mais aussi pour leur pathogénicité causant des pertes considérables en aquaculture, ainsi qu'en raison de l'anisakiose humaine (zoonose très grave et de diagnostic souvent difficile) (Rosales et al., 1999).

Les larves de ces Nématodes ont été appelées *Ascaris marina*, *Capsularia marina*, *Anisakis marina* ou bien encore *Stomachus marina* par d'anciens auteurs qui les auraient étudié en Atlantique Nord et en mer Baltique, à partir de la Morue et du Maquereau (Hartwitch, 1975). Ces larves ont été retrouvées dans les poissons marins et d'eau douce, contaminés via les poissons migrateurs (essentiellement les Salmonidés). En raison de la très grande similitude morphologique entre les larves de ces Nématodes, Moravec (1994) ne reconnut que trois espèces valides dans le genre *Anisakis*: *Anisakis typica* Diesing, 1861, *Anisakis physeteris* Baylis, 1923 et *Anisakis simplex*. Il estime qu'en se basant sur l'étude des larves, on ne permettait qu'une description inadéquate et donc l'attribution d'un statut taxinomique incorrect. C'est pour cette raison qu'à l'heure actuelle la validation de toute nouvelle espèce attribuée au genre *Anisakis* doit obligatoirement passer par l'analyse génétique des alloenzymes et des différents marqueurs de l'ADN mitochondrial. Tel a été le cas de l'espèce *Anisakis paggiae* isolée du Cétacé *Kogia breviceps* (Mattiucci et al., 2005).

La comparaison des différences génétiques et des relations phylogénétiques des espèces d'*Anisakis* a permis la mise en évidence de deux principaux clusters, l'un comprend *Anisakis physeteris*, *Anisakis brevispiculata* et *Anisakis paggiae*. L'autre comprend l'espèce *Anisakis simplex* scindée en plusieurs sous-espèces « sœurs » (Paggi et al., 1998). Mattiucci et Nascetti (2006) ont tenu compte des différences biogéographiques de ces sous-espèces sœurs d'*Anisakis simplex*, et les appelèrent: *Anisakis simplex* B espèce de l'Atlantique Nord, *Anisakis ziphidarum* de l'Atlantique sud (dont l'hôte est la baleine *Mesoplodon layardii*) et de la Méditerranée (hôte: *Ziphius cavirostris*) et enfin *Anisakis simplex* A espèce typiquement Méditerranéenne. Davey (1971) a proposé de mettre *Anisakis simplex* A en synonymie avec *Anisakis pegreffii* décrite par Campana-Rouget (1957) à

partir de *Monachus albiventer* (Phoque moine). L'extinction de l'hôte n'a pas permis l'analyse électrophorétique de ces spécimens. Berland (1961) et Shiraki (1974) décrivent des larves du deuxième stade d'*Anisakis* sp. que Suzuki et Ishida (1979) ont suggéré de mettre en synonymie avec celle d'*Anisakis physeteris*, cette suggestion a été confirmée par l'analyse électrophorétique de Orecchia et al. (1986).

Développement et transmission

Les hôtes définitifs d'*Anisakis simplex* sont les Cétacés (*Balaenoptera* spp ; *Berardius bairdi* ; *Delphinapterus leucas* ; *Delphinus delphis* ...) et les Pinnipèdes (*Arctocephala australis* ; *Monachus monachus* ; *Otaria byronia* ; *Mirounga* spp...) (Davey, 1971). La prévalence des larves du 3^e stade ne cesse d'augmenter et de plus en plus d'espèces de poissons et de Céphalopodes y sont réceptrices (Strømnes et Andersen, 2000; Abollo et al., 2001). Chez les poissons, les prévalences les plus importantes des larves d'*Anisakis simplex* ont été observées chez les Gadidés, Scombridés et chez les poissons migrateurs d'eau douce, essentiellement les Salmonidés qui s'en infectent durant leur vie marine. Le cycle des *Anisakis* en général et celui d'*Anisakis simplex* en particulier (Figure 8). Il est trixène et a été étudié expérimentalement ou en conditions naturelles par de très nombreux auteurs (Smith, 1983 ; Højgaard, 1998 ; Anderson, 2000 ; Klimpel et al., 2004). Il serait composé de 4 stades larvaires, de 4 mues et comprendrait une phase libre dans le milieu extérieur. Les œufs libérés dans l'eau éclosent en 4 à 8 jours si la température de l'eau est comprise entre 13°C à 18°C et en 20 à 27 jours si la température se situe entre 5°C et 7°C. La larve du deuxième stade L2 qui en émerge est d'une longueur de 220 à 290µm, cette larve libre pourra survivre de 3 à 4 semaines dans une eau à 13° jusqu'à 18°C et de 6 à 7 semaines dans une eau à 5° jusqu'à 7°C (Van Banning, 1971). Si Koie et al. (1995) a suggéré que les deux premières mues ont lieu à l'intérieur de l'œuf, d'autres auteurs révèlent la présence de larves L2 d'une longueur de 4.2 à 24.6 mm dans l'hémocœle d'Euphausiacés (*Nyctiphanes couchii* ; *Thysanoessa inermis* ; *Meganctiphanes norvegica*) (Smith, 1983 ; Hays et al., 1998 ; Klimpel et al., 2004). Les poissons et les Céphalopodes s'infectent à leur tour en ingérant les euphausiacés porteurs des larves L3. Ces dernières s'enroulent et s'encapsulent dans les viscères, à la surface du foie (cf. Photo 3, annexe 4) ou bien dans le mésentère de leurs deuxièmes hôtes de transport. L'encapsulation a lieu peu

de temps après l'ingestion de l'hôte intermédiaire porteur du stade infestant d'*Anisakis simplex*. On ignore encore le rôle exact des Céphalopodes dans le transport ou le développement des larves d'*Anisakis simplex* et si la larve L2 y muerait ou pas. Il est bien connu que les Céphalopodes sont des proies importantes et constitueraient une grande part du régime alimentaire des Cétacés (Nagasawa et Moravec, 1995). Les Cétacés et les pinnipèdes seront infectés par les larves L3 d'*Anisakis simplex* en ingérant les poissons contaminés, les Céphalopodes ou encore les Euphausiaces, ces larves y subiront l'ultime mue qui achèvera de les transformer en larve du 4^e stade L4 qui à son tour se développera et muera en Nématode adulte (Anderson, 2000).

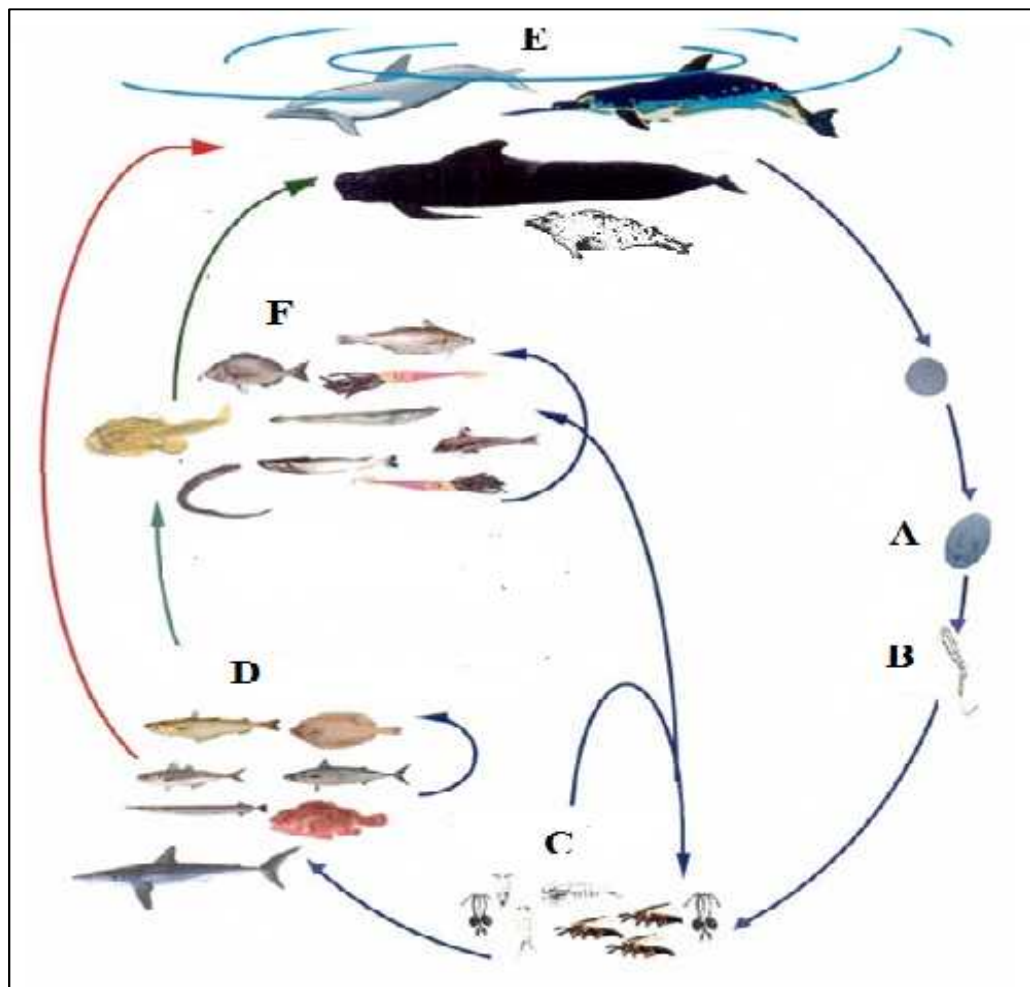


Figure 8. Cycle de vie d'*Anisakis simplex* (Anderson, 2000).

A : œufs ; B : larve libre L2 ; C : hôtes intermédiaires ; D, F : hôtes paraténiques ; E : Cétacés hôtes définitifs.

Super famille des Seuratoidea Hall, 1916**2. Famille des Cucullanidae Cobbold, 1864**○ **Genre *Cucullanus* Müller, 1777**

Attribution générique : La structure de l'œsophage musculaire en forme d'entonnoir ainsi que la capsule buccale nous ont permis d'identifier ces Nématodes très facilement parfois même, sous loupe binoculaire.

***Cucullanus cirratus* Müller, 1777 Stades adultes**

Attribution spécifique : Nous nous sommes basés essentiellement sur la position des deirides et du pore excréteur par rapport à celle de l'anneau nerveux.

Synonymes : *Cucullanus muticus* Müller, 1777 ; *Cucullanus marinus* Müller, 1779 ; *Cucullanuscirratus* Pallas, 1781 ; *Cucullanus foveolatus* Rudolphi, 1809 ; *Dacnitis gadorum* Beneden, 1858 ; *Heterakis foveolata* Schneider, 1866 ; *Cucullanus globosus* Linton, 1901.

Hôtes : *Phycis blennoides* et *Phycis phycis*

Ces Nématodes sont caractérisés par leur taille importante pouvant atteindre plusieurs cm (Tableau 7), leur cuticule est épaisse et parcourue de sillons transversaux assez profonds conférant au corps un aspect rugueux, ils ne possèdent pas d'ailes latérales longitudinales.

Leur extrémité céphalique est élargie et souvent penchée sur le côté, la bouche est sous forme d'une large fente, elle est ornée de nombreuses petites dents. Elle est entourée de deux papilles céphaliques et d'une paire d'amphides (cf. planche VI : A, B, C ; photo : 4, annexe 4).

L'œsophage musculaire est caractéristique du genre *Cucullanus* : constitué d'une forte structure musculaire, il est élargi en sa partie antérieure et postérieure. Antérieurement, il forme une capsule buccale importante appelée œsophastome et postérieurement, des petites glandes le séparent de l'intestin.

L'anneau nerveux est situé entre le premier et le second tiers de l'œsophage musculaire. Le pore excréteur est situé entre l'anneau nerveux et la jonction

œsophage-intestin. Les deirides se situent à mi-distance entre l'anneau nerveux et le pore excréteur.

-Les mâles: la queue des mâles est conique et incurvée, sa partie ventrale présente une zone rugueuse (rugosa area), due à une modification des striations de la cuticule qui prennent à ce niveau l'allure de longues crêtes cuticulaires obliques. Elles sont disposées en bandes longitudinales situées dans la partie ventrale de la région postérieure. Il existe une grande ventouse précloacale et de nombreuses petites papilles pré et post cloacales (10 paires en tout). Les spicules sont fins, égaux et sont supportés par un fin gubernaculum sous forme de Y (cf. planche VI : D ; photo : 5, annexe 4).

-Les femelles : la queue des femelles est droite et conique, la vulve est saillante et est située dans la moitié du corps, le vagin dirigé antérieurement ; l'utérus est dans le sens opposé contenant des œufs (cf. planche VI : E). La vulve est située à peu près dans la moitié du corps. La queue est de forme conique et non enroulée (cf. planche VI : F).

-Les œufs: leur coquille est épaisse et opaque, ils sont de forme ovale (cf. planche VI : G).

Zoogéographie

Cucullanus cirratus parasite presque exclusivement les poissons marins téléostéens spécialement les Gadidés et les Merluccidés. Sa répartition géographique est importante, il a été signalé dans l'Atlantique Nord et ses mers adjacentes ainsi qu'en mer Baltique et à proximité des côtes de grande Bretagne (Berland, 1961; Valovaya, 1979; Hemmingsen et al., 1991; Koie, 2000). Il aurait également été retrouvé en Ukraine par Markevich (1951) chez le poisson *Stizostedion lucioperca* (Percidé) dans le delta de la rivière Kuban, son hôte de transport est probablement *Salmo salar* (Salmonidé) poisson migrateur de la famille des Salmonidés. Il a été signalé au Nord-Est Atlantique chez la Morue *Gadus morhua* (Perdiguero-Alonso et al., 2008), ainsi qu'au Brésil et en Argentine chez un Phycidae : *Urophycis brasiliensis* (Pereira et al., 2014). Il n'a cependant jamais été signalé en Méditerranée, nous l'y signalons donc pour la première fois (Hassani et Kerfouf, 2014).

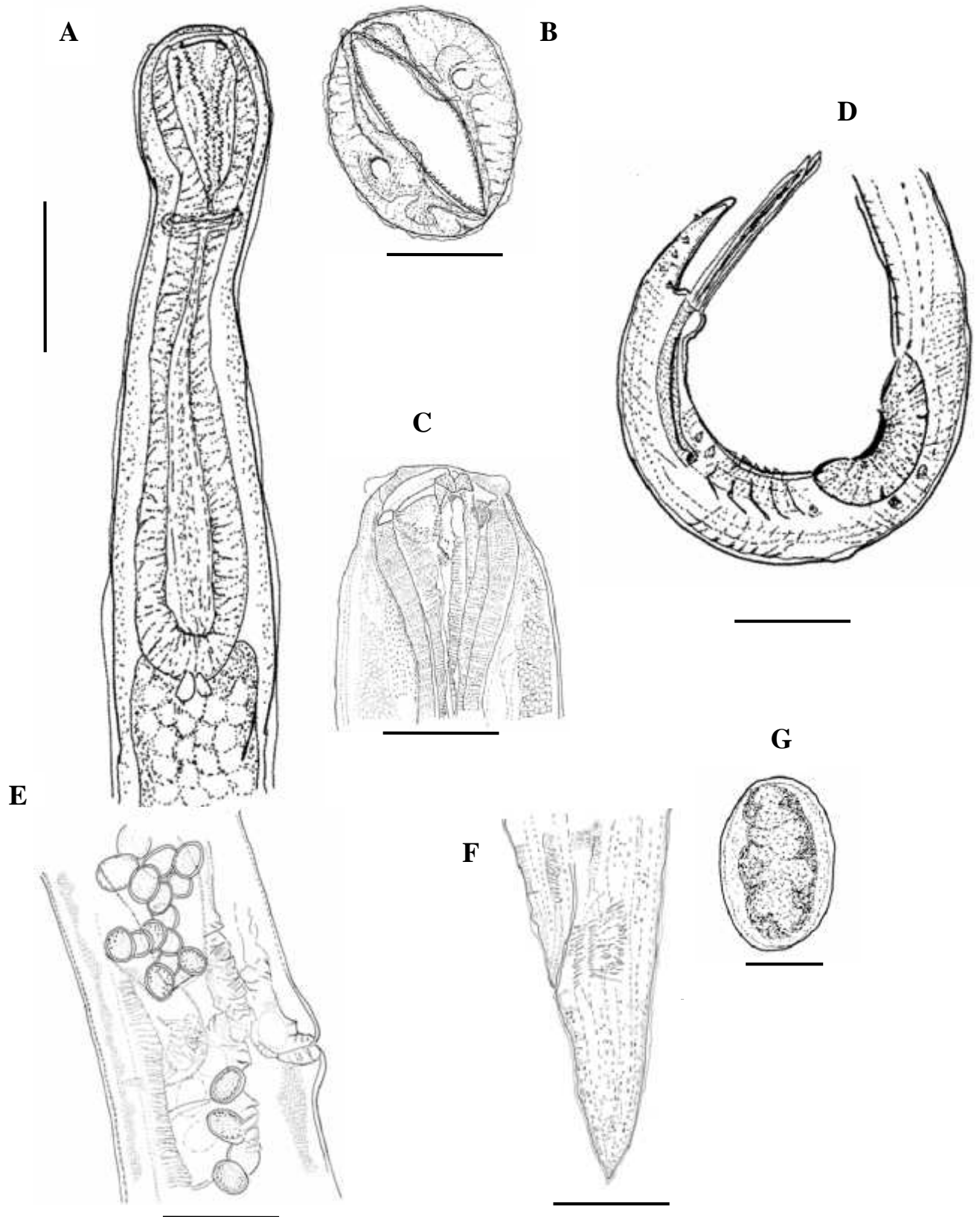


Planche VI. *Cucullanus cirratus* Müller, 1777, stade adulte.

A : Région antérieure, vue latérale (barre=250 μ m) ; B : Extrémité antérieure, vue apicale (barre= 100 μ m) ; C : Extrémité antérieure, vue latérale (barre=100 μ m) ; D : Extrémité caudale du mâle ; E : Région vulvaire (barre=100 μ m) ; F : Extrémité caudale de la femelle (barre=500 μ m) ; G : Œuf (50 μ m).

Tableau 7. Biométrie de *Cucullanus cirratus*

Paramètres mesurés	Holotype	Paratypes (x7)	Allotype	Paratypes (x6)
Longueur totale mm	7.25	6.98-10.75	16.5	10.75-17.70
Largeur μm	147	155-257	247	187-325
Longueur de l'œsophage μm	935	890-1250	1125	985-1350
Distance extrémité antérieure- anneau nerveux μm	368	350-420	437	378-450
Distance extrémité antérieure - deirides μm	466	430-510	563	495-672
Distance extrémité antérieure - pore excréteur μm	623	600-833	775	680-890
Distance extrémité antérieure – vulve μm	-	-	8390	6300-8750
Longueur des spicules μm	725	650-815	-	-
Droit μm	-	-	-	-
Gauche μm	-	-	-	-
Gubernaculum μm	135	120-140	-	-
Longueur queue μm	223	178-345	350	290-364
Œufs μm	-	-	-	71-94x39- 65

Commentaire

L'uniformité de la morphologie des Nématodes Cucullanidae a toujours posé des problèmes de taxinomie et de classification. En effet, les espèces présentent plusieurs caractères similaires dont une capsule buccale développée, un œsophage musculaire en entonnoir, des spicules égaux ainsi qu'un nombre presque identique de paires de papilles caudales. La famille a donc été révisée par Barreto (1922), Tornquist (1931) et Campana-Rouget (1957), ces auteurs ont eu des accords mais également quelques différents au sujet des genres à attribuer au sein de cette famille.

Petter (1974) a proposé une autre classification des Cucullanidae qui prenait en considération leur biogéographie ainsi que la relation hôte-parasite, en se basant sur le fait que la grande majorité de ces Nématodes se trouvaient dans des poissons phylogénétiquement proches (Dollfus, 1953). De plus, les Cucullanidae montrent une étroite spécificité envers leurs hôtes. Cette classification a été prise en considération et approuvée par plusieurs autres nématologues (Moravec et *al.*, 1997; Caspeta-Mandujano et *al.*, 2000).

En Méditerranée, Petter et Radujkovic (1989) ont recensé quatre espèces appartenant au genre *Cucullanus*. Elles ont toutes en commun, des deirides et un pore excréteur situés au même niveau, une grande ventouse précloacale ainsi que 11 paires de papilles caudales. Ces espèces sont : *Cucullanus micropapillatus* Tôrnquist, 1931 chez *Symphodus cinnereus*, *Symphodus tinca* et *Symphodus ocellatus* (Janiszewska, 1949; Petter et al., 1984), ces Nématodes se distinguent de *Cucullanus cirratus* par leur petite taille qui n'excède pas 5mm, de plus leurs deirides et leur pore excréteur sont situés légèrement en dessous de la jonction œsophage musculaire-intestin grêle.

Cucullanus hians Dujardin, 1845 isolé à partir de *Conger conger* et *Muraena helena*, en mer Adriatique (Campana-Rouget, 1957; Sey, 1970; Orecchia et Paggi, 1978) ont au contraire leurs deirides et leur pore excréteur situés en dessous de cette jonction. *Cucullanus micropapillatus*, *Cucullanus hians* et *Cucullanus cirratus* sont caractérisés par une région cloacale considérablement saillante, ce trait morphologique a été considéré par Morand et Rigby (1998) comme étant un critère taxinomique très important chez les Cucullanidae.

Cucullanus campanae (Lèbre et Petter, 1984) chez *Solea vulgaris* en mer Adriatique, sont des Nématodes de taille moyenne très semblables aux nôtres exceptions faites de leurs deirides et pore excréteur situés au même niveau que la jonction œsophage-intestin.

De toutes les espèces de Cucullanidae de Méditerranée, *Cucullanus longicollis* Stossich, 1899 chez *Mullus barbatus* et *Mullus sumuletus* en mer Adriatique (Janiszewska, 1949; Hristovski et Jardas, 1983; Petter et al., 1984)) est probablement l'espèce la plus similaire à *Cucullanus cirratus*: morphologie générale, aspect rugueux et épaisseur de la cuticule ainsi que l'équipement génital des mâles. Cependant, les deirides et le pore excréteur sont situés au milieu de l'œsophage musculaire chez *Cucullanus longicollis*. Ces Nématodes auraient également une répartition des papilles cloacales différente de celle de *Cucullanus cirratus*.

Cucullanus cirratus est la seule espèce de *Cucullanus* de la Méditerranée à avoir des deirides et un pore excréteur situés à des niveaux différents, cependant,

Ternengo et *al.* (2009) auraient signalé *Cucullanus longicollis* chez *Phycis phycis* en Corse, bien que cette espèce soit très spécifique aux poissons Mullidés.

Développement et transmission

Les Cucullanidae sont des parasites de l'intestin des poissons marins et d'eau douce et quelques fois des tortues marines. Le développement et la transmission de *Cucullanus cirratus* comme celui de la plupart des Cucullanidae n'est pas très bien connu, surtout ceux parasitant des hôtes marins (Anderson, 2000). Le cycle biologique de *Cucullanus cirratus* (espèce type) parasite très commun de la Morue de l'Atlantique, et d'autres Gadidés de l'Atlantique Nord et des mers adjacentes, fut décrit par Koie (2000) (Figure 9). Comme Baker (1984), Koie serait d'accord sur le fait que des larves du 3^e stade émergeraient des œufs de la majorité voire de tous les Cucullanidae, ainsi que sur le fait que tous les Cucullanidae d'eau douce auraient des cycles biologiques directs (monoxéne). Le cycle de *Cucullanus cirratus* pourrait être direct dans le seul cas où les alevins de Morues planctophages ingéreraient des larves du 3^e stade.

D'après Koie, les larves de 3^e stade d'une longueur de 400µm émergeant des œufs, seraient ingérées par des Copépodes Calanoides et Cyclopoïdes de même que par des Gobies *Pomatoschistus minutus*.

Dans l'hémocœle des Copépodes les larves n'ont subi aucune croissance, en revanche, chez les Gobies, les larves du 3^e stade ont atteint une longueur de 800µm. ceci indique qu'au cours de son cycle *Cucullanus cirratus* est probablement transporté par des Copépodes et a pour hôte intermédiaire des poissons (Gobies et alevins de Morues). Les larves du 3^e stade envahissent la muqueuse gastrique des Morues et parviennent au 4^e stade, elles entreprennent ensuite leur migration vers les cæcums pyloriques puis la partie antérieure de l'intestin afin d'y subir la dernière mue qui les transformera en adultes. Il est intéressant cependant de signaler qu'aucun stade de développement ne subit d'encapsulation.

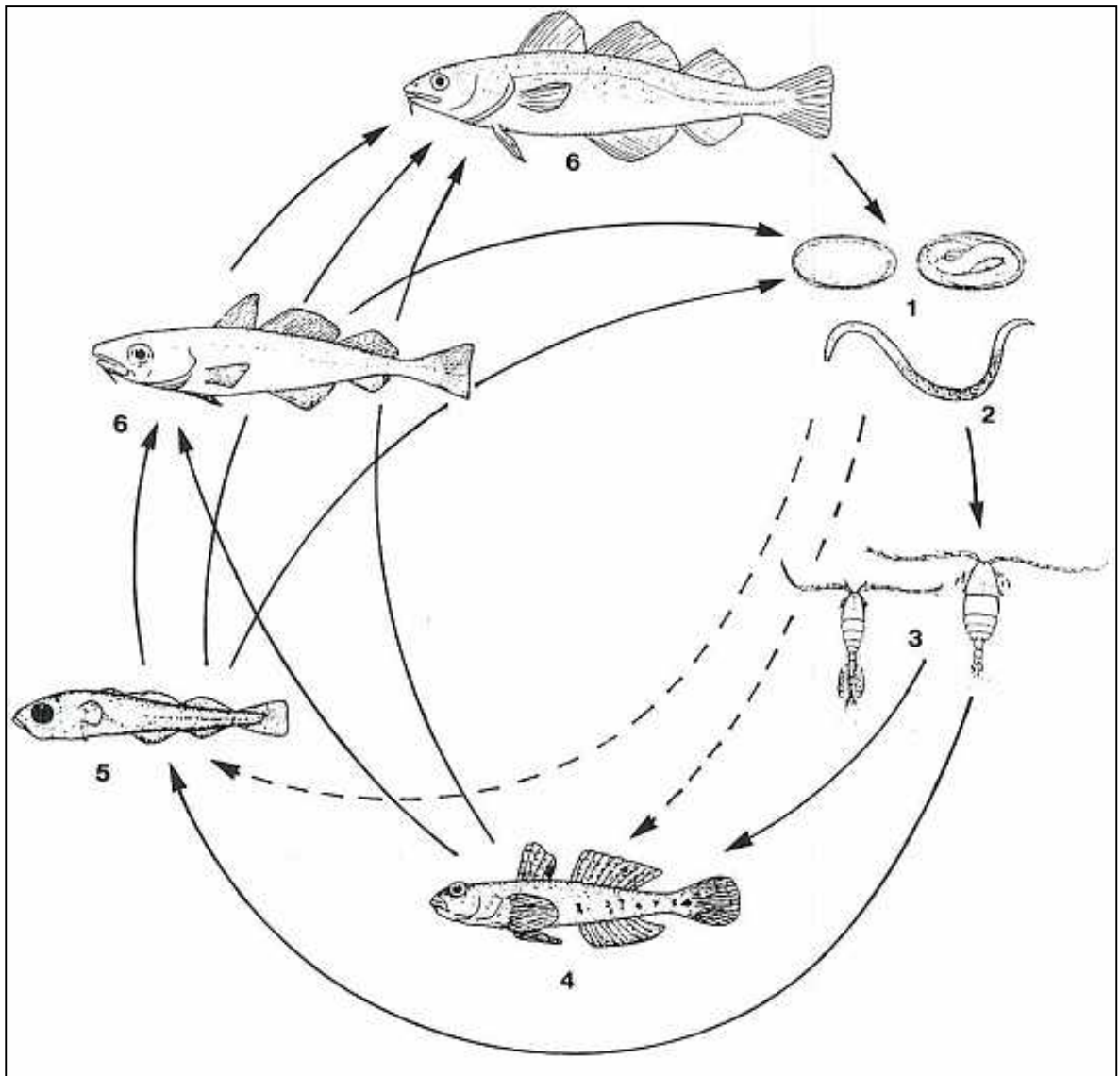


Figure 9. Cycle de vie de *Cucullanus cirratus* (Koie, 2000).

1 : œuf ; 2 : larve libre ; 3 : hôtes de transport ; 4 : hôte intermédiaire ; 5 : deuxième hôte intermédiaire ; 6 : hôte définitif (Morue).

Ordre : Spirurida Chitwood, 1933**Super famille des Dracunculoidea Stiles, 1907****3. Famille des Philometridae Baylis et Daubney, 1926**○ **Genre *Philometra* Costa, 1845**

Attribution générique : Nous nous doutions qu'il s'agissait bien de Nématodes Philometridae par le seul fait que les Nématodes soient localisés dans les gonades de l'hôte, puis par la morphologie générale en particulier la présence de nombreuses larves dans l'utérus des femelles gravides.

***Philometra globiceps* Rudolphi, 1819 Stades adultes**

Attribution spécifique : A été essentiellement basée sur la structure de l'œsophage, la présence des glandes œsophagiennes ainsi que l'aspect des extrémités caudales des mâles et des femelles.

Synonymes: *Filaria globiceps* Rudolphi, 1819; *Philometra retricaudata* Costa, 1845 ; *Ichtyonema globiceps* Diesing, 1861.

Hôtes : *Phycis phycis*

Ce sont des Nématodes de petite taille (Tableau 8), d'aspect grêle et dont les extrémités sont arrondies. Il n'y a pas d'ailes latérales longitudinales, leur cuticule est lisse.

L'ouverture buccale est petite, arrondie et entourée de plusieurs petites papilles : 4 papilles céphaliques, 4 papilles labiales externes, 4 papilles labiales internes et 2 amphides situées près de la bouche (cf. planche VII : B).

L'œsophage est long, sa portion antérieure est étroite, mais élargie en son extrémité antérieure, elle est coiffée d'un capuchon et entourée de cellules de taille importante à contenu granuleux. La deuxième portion de l'œsophage est marquée par la présence d'une glande œsophagienne dont les cellules bien visibles contiennent de gros noyaux, un amas de grosses cellules est situé au niveau de la jonction œsophage -intestin grêle (cf. planche VII : A).

L'anneau nerveux est situé très postérieurement à l'extrémité antérieure quand au pore excréteur il est n'est pas visible.

-Les mâles: l'extrémité postérieure des mâles, est droite et porte deux structures globuleuses appelées protubérances latérales, au sommet de chacune se trouve une papille de taille assez importante, entre ces deux protubérances s'ouvre le cloaque, les spicules sont de taille égale, ils sont fins, aciculaires et leurs extrémités distales sont étroitement accolées. Un gubernaculum adhère aux spicules en sa moitié postérieure, sa moitié antérieure est libre et sa structure est finement striée (cf. planche VII : D).

-Les femelles: elles sont plus grandes que les mâles, leur extrémité postérieure est globuleuse, nous n'avons trouvé que des femelles mûres, leur utérus contient de nombreuses petites larves (cf. planche VII : E).

Zoogéographie

Philometra globiceps a été retrouvée en Méditerranée chez *Uranoscopus scaber* et *Phycis phycis* (Willemoes-Suhm, 1870 ; Orecchia et Paggi, 1978) ; en mer Adriatique également chez *Uranoscopus scaber* et *Citharus linguatula* (Sey, 1970 ; Petter et al., 1984 ; Petter et Radujkovic, 1989) et en mer des Baléares, chez la sériole couronnée (Carangidé) *Seriola dumerili* par Grau et al. (1999). Sa présence fut également signalée en mer Noire chez *Uranoscopus scaber* (Osmanov, 1940 ; Kovaleva et Khromova, 1967) ainsi qu'en mer d'Azov (mer intracontinentale entre l'Ukraine et la Russie) par Gaevskaya et al. (1975). Linstow (1902) signale *Philometra globiceps* dans l'océan Atlantique, sur les côtes des Bermudes chez *Tarpon atlanticus*, *Scomberomorus maculatus*, *Pomatomus saltatrix*, *Lobotes surinamensis* et *Tylosurus acus*.

Plus récemment, Ternengo (2009), signale *Philometra glbiceps* chez *Phycis phycis* dans la réserve naturelle de Bonifacio en Corse. Tepe et Oguz (2013) la signalent également dans l'intestin d'*Uranoscopus scaber* et *Trachurus mediterraneus* sur les côtes est de la mer Noire.

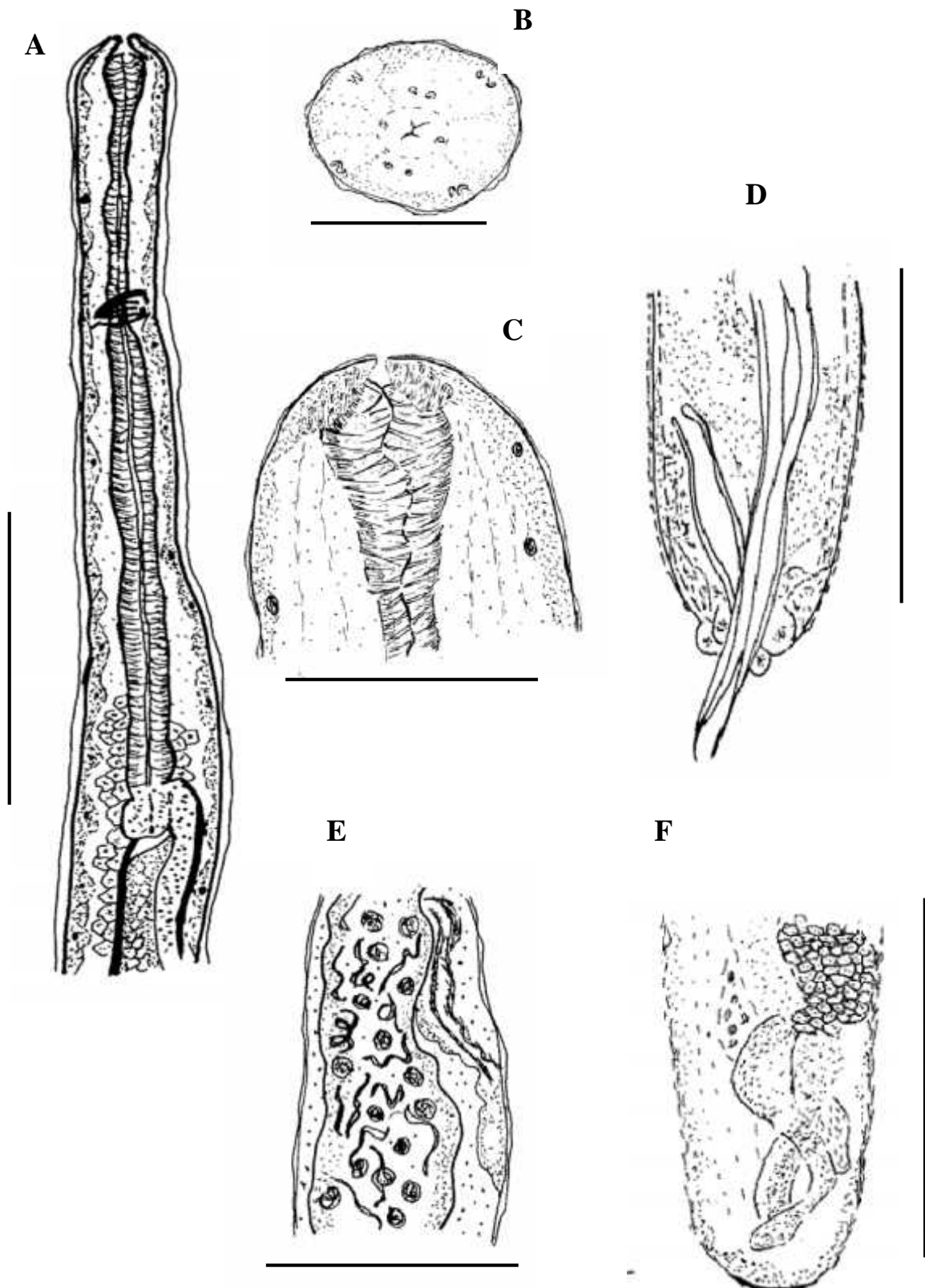


Planche VII. *Philometra globiceps* Costa, 1845, stade adulte.

A : Région antérieure, vue latérale (barre=100 μ m) ; B : Extrémité antérieure, vue apicale (barre= 50 μ m) ;
 C : Extrémité antérieure, vue latérale (barre=50 μ m) ; D : Extrémité caudale du mâle (barre=100 μ m) ; E :
 Région vulvaire (barre=100 μ m) ; F : Extrémité caudale de la femelle (barre=100 μ m).

Tableau 8. Biométrie de *Philometra globiceps*.

Paramètres mesurés	Holotype	Paratype (x1)	Allotype	Paratypes (x2)
Longueur totale mm	6	5.7	21	18-20
Largeur μm	65	64	110	97-100
Longueur de l'œsophage μm	810	780	860	850-872
Distance extrémité antérieure- glande œsophagienne μm	120	125	-	-
Distance extrémité antérieure - anneau nerveux μm	290	275	354	355
Distance extrémité antérieure - pore excréteur μm	-	-	-	-
Distance extrémité antérieure - vulve μm	-	-	-	-
Longueur des spicules μm	125	150	-	-
Droit μm	-	-	-	-
Gauche μm	-	-	-	-
Gubernaculum μm	98	115		

Commentaire

Les Philometridae parasitent de manière exclusive les poissons marins et ils n'y épargnent pratiquement aucun organe : la peau, les muscles, les yeux (globe et orbite), les branchies, la vessie natatoire, les reins, les gonades ainsi que le système circulatoire (Chabaud 1975, Moravec 1994). Ce sont des Nématodes très pathogènes qui altèrent les gonades et donc la fonction reproductrice de leurs poissons hôtes, ils sont de ce fait responsables de sérieux dommages pour l'aquaculture.

La petite taille ainsi que la fragilité des Philometridae ont accru la difficulté de leur étude, c'est la famille dont la taxinomie a été l'objet du plus grand nombre de polémiques. En effet, La grande majorité de ces espèces n'a été décrite qu'à partir des femelles. Les mâles n'ont été que très rarement voire qu'exceptionnellement retrouvés, en raison de leur très petite taille (inférieure à 1mm), leur occurrence très brève à l'intérieur du poisson hôte ou bien parce qu'ils sont localisés dans un organe différent de celui des femelles (Moravec, 2004).

Rasheed (1963) s'est basée sur l'étude des caractères morphologiques des femelles gravides (pouvant atteindre 1 cm et plus). Cependant, ses descriptions étaient problématiques, elle attribuait toutes les espèces de Philometridae

uniquement au genre *Philometra* et plusieurs auteurs les trouvaient inadéquates car les femelles présentaient des morphologies assez homogènes (Chabaud, 1975).

Rudolphi (1819) décrit pour la première fois uniquement les femelles de *Philometra globiceps*, à partir d'*Uranoscopus scaber* ainsi que de *Phycis blennoides* à Naples en Italie. Elles ont été redécrites plus en détail par plusieurs anciens auteurs, en particulier Willemoes-Suhm (1870), Linstow (1902), Strassen (1907), et Kovaleva et Khromova (1967). Ce n'est qu'en 1984, que Petter et *al.* ayant trouvé plus d'une centaine de mâles dans les gonades et la cavité générale d'*Uranoscopus scaber* en Adriatique méridionale, purent en donner une description précise.

En Méditerranée, en plus de *Philometra globiceps*, un total de huit espèces y sont connues : *Philometra fusca* Rudolphi, 1819 en Adriatique ; *Philometra lateolabracis* Yamaguti, 1935 en mer Egée ; *Philometra saltatrix* Ramachandran, 1973 en mer Ionienne ; *Philometra scomberesocis* Nikolaeva et Naidenova, 1964 en mer Ligurienne ; *Philometra serranellicabrillae* Janiszewska, 1949 en mer Tyrrhénienne et *Philometra tauridica* Ivashkin et *al.*, 1971 en Adriatique et en mer de Crète. Le mâle de *Philometra lateolabracis* n'a été décrit qu'en 2005 par Moravec et Justine chez les poissons hôtes : *Epinephelus cyanopodus* et *Epinephelus fasciatus* en Nouvelle Calédonie.

Les espèces Méditerranéennes dont la morphologie se rapproche le plus de *Philometra globiceps* sont *Philometra serranellicabrillae*, *Philometra lateolabracis* et *Philometra justenei*. Cette dernière a été décrite par Moravec et *al.* (2006), chez *Mullus surmuletus* en Corse, elle présente plusieurs similitudes avec *Philometra globiceps*, dont : la répartition des papilles péri-orales, les mensurations du corps des femelles gravides ainsi que la forme et la taille de leurs extrémités caudales. Elle en diffère par la forme de l'œsophage musculaire nettement plus rétréci en son extrémité antérieure, ainsi que par l'anneau nerveux qui est situé juste à proximité de l'extrémité céphalique chez *Philometra justenei*.

Philometra serranellicabrillae parasite des gonades du congre *Serranus cabrilla*, se distingue de nos spécimens par l'œsophage musculaire dont la limite avec l'intestin est bien marquée, l'absence de l'amas de cellules à sa base ainsi que par la forme de l'extrémité caudale lisse et conique sans les protubérances caractéristiques de la queue de *Philometra globiceps*.

L'équipement génital des mâles de *Philometra lateolabracis* et de *Philometra globiceps* est similaire. En particulier par la forme et la taille des deux spicules, la manière avec laquelle leurs extrémités distales sont accolées ainsi que par la position du gubernaculum.

Au cours de ces dernières années, et en réponse aux besoins croissants du développement de l'aquaculture, les ichtyoparasitologues ont un peu plus axé leurs recherches sur cette famille de Nématodes, mettant en œuvre les moyens les plus élaborés pour leur identification. Ainsi, La microscopie électronique à balayage a permis l'observation d'ultrastructures céphaliques supplémentaires qu'il était impossible d'observer sous microscopie optique et de déterminer avec un peu plus de certitude le statut taxinomique des espèces de Philometridae, grâce à cette technique 13 espèces appartenant à 5 genres ont pu être correctement redécrites (Moravec et *al.*, 2011 ; Moravec et de-Buron, 2013).

Cependant, la microscopie électronique reste insuffisante dans le cas des Philometridae, car l'analyse du gène 18S rRNA effectuée sur certaines espèces de suggère la reconsidération de toute la taxinomie de la superfamille avec ses 8 familles, ses 28 genres et ses 144 espèces (Moravec et Justine, 2014 ; Moravec et Ali, 2014).

Développement et transmission

Le cycle de vie des Philometridae a été étudié expérimentalement pour 7 espèces du genre *Philometra*, le premier est celui de *Philometra abdominalis* (espèce mise en synonymie avec *Philometra ovata* Molnar, 1967) ; *Philometra cylindracea* Molnar et Fernando, 1975, *Philometra cyprinirutili* Molnar, 1976 (Moravec 1980) ; *Philometra fujimotoi* Furuyama, 1934 ; *Philometra kotlani* Molnar, 1969 ; *Philometra obturans* Molnar, 1976 et *Philometra rischta* Molnar, 1966. Tous ces auteurs sont d'accord sur le fait que les cycles de vie de ces espèces sont à peu près tous identiques : ces Nématodes sont ovovivipares. Les larves ont deux modes de transmission, elles sont soit libérées à l'intérieur du poisson hôte définitif, où elles infesteront tous les organes adjacents ou bien à l'extérieur de l'hôte. Les Copépodes sont des hôtes intermédiaires obligatoires pour la transmission des larves des Philometridae.

Le cycle biologique de *Philometra globiceps* n'est pas encore connu, cependant, Molnár (1967) et Moravec (1977a) ont décrit celui de *Philometra abdominalis*, parasite des Cyprinidés (Figure 10). Selon que les femelles gravides de *Philometra abdominalis* soient présentes dans le tube digestif ou les gonades de leur hôte, leurs larves très mobiles, vont être libérées dans le milieu extérieur soit avec les fèces ou bien avec les gamètes (mâles ou femelles) de l'hôte.

Chaque femelle de *Philometra abdominalis* peut libérer de 42 à 45 mille larves, le stade libre de ces larves, peut durer jusqu'à un mois et est fonction de la température de l'eau : 2 jours dans une eau de 30° à 34°C et 25 jours dans une eau à 7°C (Moravec, 1977b). Ces larves correspondent à des larves du premier stade L1, elles sont d'une longueur de 0.5 mm, leur œsophage est court muni de trois glandes œsophagiennes, il y'a une petite dent larvaire sur leur extrémité céphalique et leur queue est en spirale.

Les Copépodes *Cyclops sp*, *Diaptomus sp*, *Acanthocyclops vernalis*, *Macrocylops albidus*, *Macrocylops viridis* et *Diacyclops bisetosus* sont les prédateurs de ces larves L1 et en seront les premiers hôtes intermédiaires. Ces larves vont généralement se localiser dans le céphalothorax des Copépodes et vont y muer deux fois (Strassen, 1907). Lorsque la température de l'eau est de 20° à 24°C, la première mue est précoce et se produit de 5 à 6 jours après l'ingestion de la larve par son hôte intermédiaire. La deuxième mue se produit 7 à 9 jours plus tard, il en émerge une larve L3 d'une longueur d'environ 0.6 mm mais au corps beaucoup plus effilé (largeur du corps : 0.012 - 0.015 mm) afin d'avoir une meilleure pénétration des tissus de leur hôte définitif.

L'infection du poisson hôte définitif s'effectue par ingestion du Copépode hôte intermédiaire de *Philometra abdominalis*. Cette dernière ne se débarrassera de sa mue uniquement dans le tube digestif de son hôte définitif (Moravec, 1977b). Ces larves vont soit rester dans le tube digestif ou bien traverser la paroi digestive afin de s'installer dans la cavité générale ou dans les gonades. Les Philometridae ont des cycles annuels assez stricts. La durée d'occurrence des femelles gravides est très courte pour toutes les espèces de cette famille et ne durerait pas plus de trois à quatre mois : généralement au printemps ou en été. Selon Platzer et Adams (1967) et Bashirullah et Adams (1983), la maturation des femelles serait fortement influencée

par les hormones sexuelles du poisson hôte. Moravec (1977b) a observé que les femelles gravides de *Philometra abdominalis* n'étaient présentes dans leurs hôtes définitifs que vers la fin du mois de juin ou bien à la mi-septembre, lorsque la température de l'eau avoisine les 15°-18°C, ceci coïncide avec le développement du zooplancton et donc de la présence du Copépode *Acanthocyclops vernalis*, hôte intermédiaire potentiel de ce Nématode.

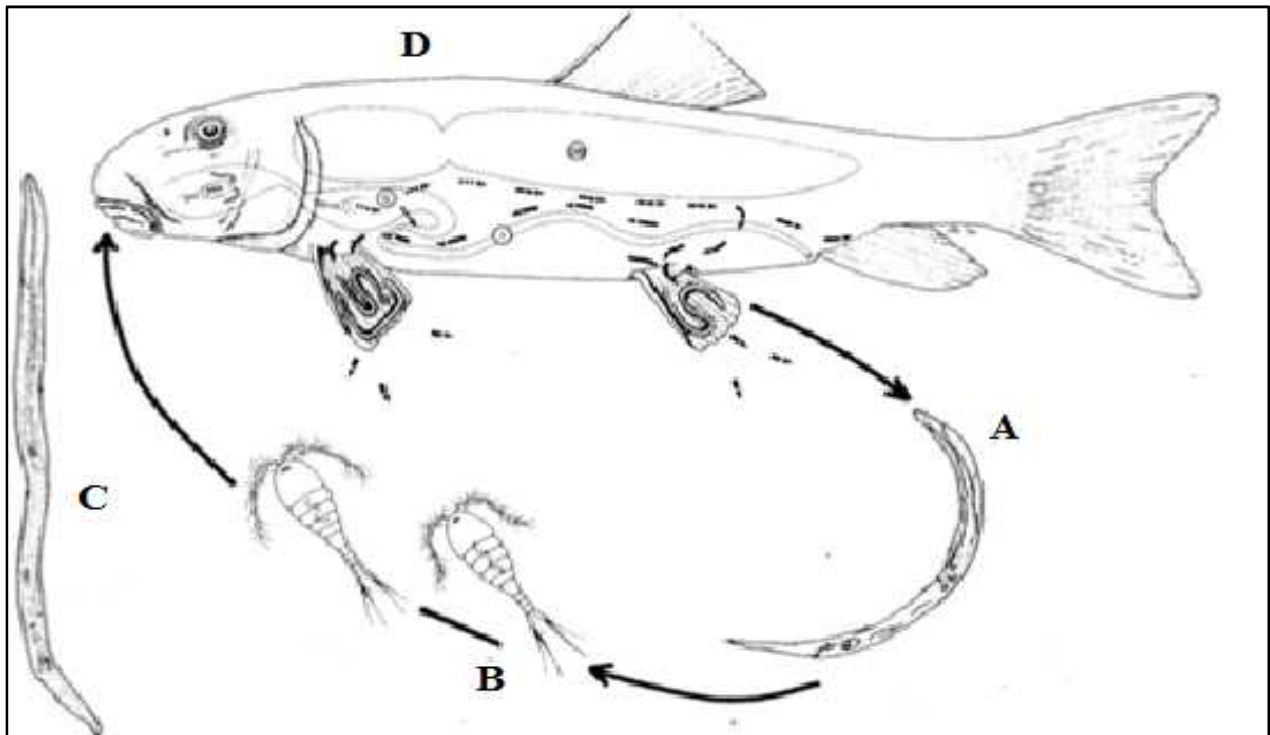


Figure 10. Cycle de vie de *Philometra abdominalis* (Anderson, 2000).

A : larve L1 ; B : hôtes intermédiaires ; C : larve L3 ; D : poisson hôte définitif.

Super famille des Habronematoidea Chitwood et Wehr, 1932

4. Famille des Cystidicolidae Skrjabin, 1946

○ Genre *Ascarophis* Van Beneden, 1870

Attribution générique : La structure œsophagienne et les striations de la cuticule ont été des arguments suffisants à l'attribution de nos Nématodes au genre *Ascarophis*.

Ascarophis collaris Petter, 1970 Stades adultes

Attribution spécifique : La présence du capuchon céphalique, nous a permis une identification aisée de l'espèce à laquelle nos spécimens appartiennent.

Hôte : *Phycis blennoides*

Comme tous les Nématodes appartenant à la famille des Cystidicolidae, les *Ascarophis collaris* sont filiformes : leur corps est d'un diamètre égal de l'extrémité céphalique à l'extrémité caudale (Tableau 9). Leur cuticule est fine et présente de discrètes striations transversales.

L'extrémité antérieure est très affinée et a la particularité de porter un petit capuchon qui semble adhérer apicalement. Ses bords inférieurs sont décollés du reste du corps à la manière d'une collerette d'où le nom de l'espèce (cf. planche VIII : A ; photo : 7, annexe 4).

La bouche est allongée dorsoventralement et est munie de deux lèvres portant chacune une dent chitinoïde. La capsule buccale est sous forme d'un long cylindre élargi antérieurement. Les deirides sont fins, et ressemblent à de petites épines.

La structure œsophagienne est caractéristique du genre *Ascarophis* il s'agit d'un long œsophage musculaire suivi d'un œsophage glandulaire, ce dernier est d'une longueur de près de 4 fois celle de l'œsophage musculaire

L'anneau nerveux est situé sur la moitié antérieure de l'œsophage musculaire, juste en dessous du bord inférieur de la collerette. Le pore excréteur a été impossible à localiser sur nos spécimens.

-Les mâles: leur corps est plus fin que celui des femelles, surtout dans leur région postérieure, celle-ci est incurvée ventralement et munie d'étroites ailes caudales longitudinales qui présentent de nombreux petits points. Autour du cloaque plusieurs papilles sont disposées par paires, il y aurait selon les individus de 4 à 5 paires de papilles pré-cloacales et de 6 à 7 paires de papilles post cloacales. Les spicules sont inégaux, le spicule gauche est long et mince et se termine en hameçon, le spicule droit a une extrémité distale plus arrondie. (cf. planche VIII : C).

-Les femelles: leur extrémité postérieure est plus large que l'extrémité antérieure, la vulve est légèrement saillante, elle est située dans la moitié postérieure du corps (cf. planche VIII : D).

-Les œufs: ils sont dépourvus de filaments ou de boutons polaires, et sont de forme ovale (cf. planche VIII : E).

Zoogéographie

Ascarophis collaris est une espèce découverte par Petter, (1970) au large de la Corogne en Espagne chez ce même hôte *Phycis blennoides*. Elle n'a jamais plus été signalée depuis.

Tableau 9. Biométrie d'*Ascarophis collaris*.

Paramètres mesurés	Holotype	Paratypes (x2)	Allotype	Paratype
Longueur totale mm	11	7.5-9	16	12
largeur μm	150	125-143	420	385
Longueur de la capsule buccale μm	87	75-80	92	89
Œsophage musculaire μm	380	360-375	675	490
Œsophage glandulaire μm	1870	1768-1850	2265	2215
Distance extrémité antérieure- anneau nerveux μm	155	140-165	250	245
Longueur du capuchon céphalique μm	45	-	55	-
Distance extrémité antérieure - pore excréteur μm	250	210-235	350	320
Distance extrémité antérieure – vulve μm	-	-	9450	8800
Spicule droit μm	175	155-172	-	-
Spicule gauche μm	725	620-685	-	-
Longueur queue μm	180	-	100	98
Œufs μm	-	-	45x30	-

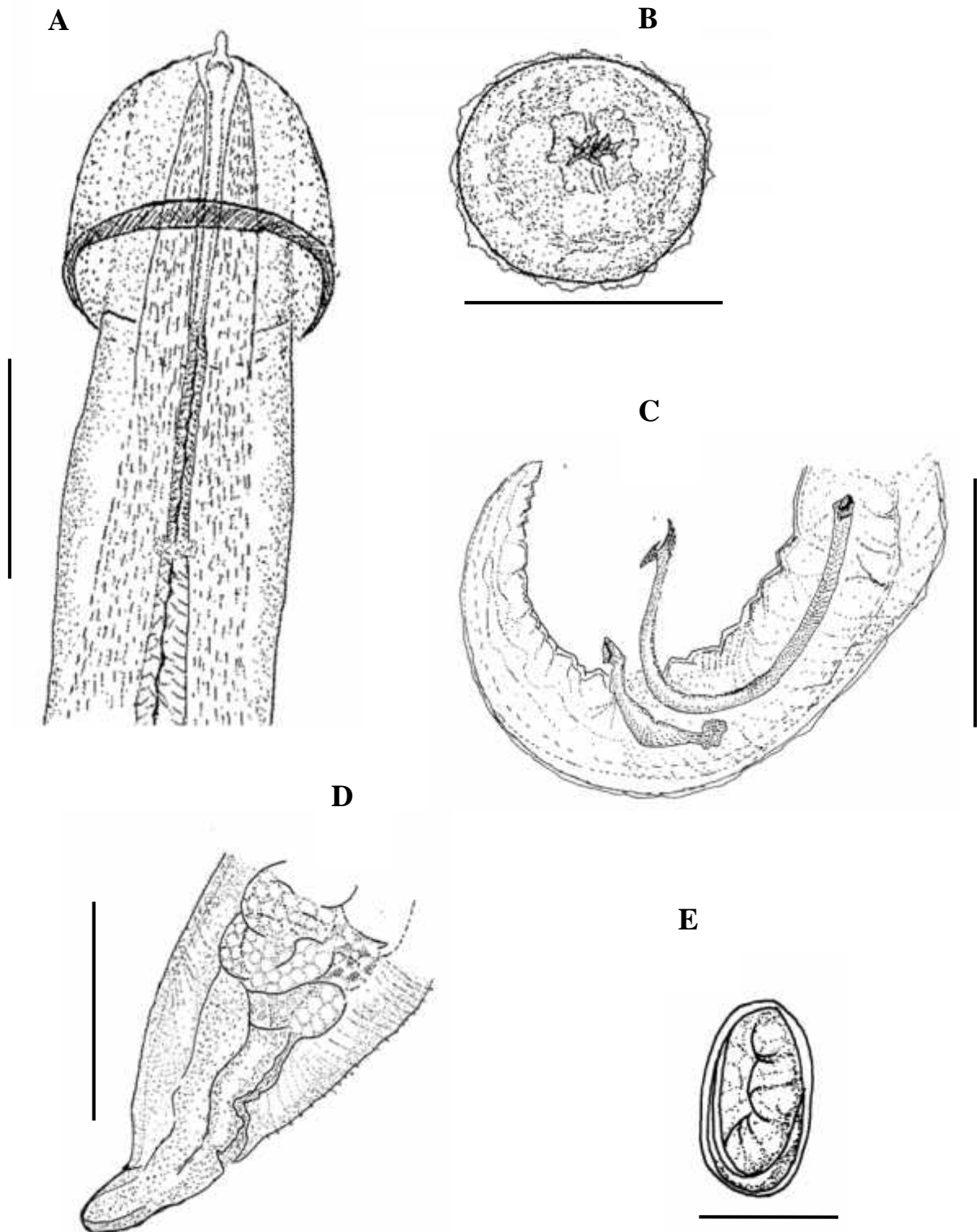


Planche VIII. *Ascarophis collaris* Petter, 1970, stade adulte.

A : Région antérieure, vue latérale (barre=250 μ m) ; B : Extrémité antérieure, vue apicale (barre= 100 μ m) ; C : Extrémité caudale du mâle, vue latérale (barre=250 μ m) ; D : Extrémité caudale de la femelle (barre=250 μ m) ; E : Œufs (50 μ m).

Commentaire

Petter (1970) s'est basée sur un certain nombre de caractères discriminatifs afin d'attribuer cette nouvelle espèce au genre *Ascarophis*. Ces critères sont : l'aspect filiforme du corps, les striations de la cuticule qui apparaissent latéralement en dents de scie, la forme typique de la capsule buccale, l'inégalité des spicules en forme et en taille ainsi que la disposition des papilles dans la région du cloaque. La particularité de l'extrémité céphalique constituée par la présence d'une collerette n'avait jamais été décrite chez un *Ascarophis*. Néanmoins, des colliers ont été rapportés chez un certain nombre d'espèces appartenant à l'ordre des Spiruridae de poissons, et 3 espèces du genre *Ascarophis* en portent, il s'agit d'*Ascarophis acipenserina* Dogiel, 1932 ; *Ascarophis cestus* Chitwood, 1934 et d'*Ascarophis chalinurae* Johnston et Mawson, 1945. La comparaison des dessins de ces espèces avec ceux d'*Ascarophis collaris* montre clairement qu'il s'agit plutôt de formations cuticulaires tels des bourrelets, que d'un capuchon proprement dit dont les bords inférieurs sont nettement décollés de l'extrémité céphalique. Il existe également d'autres ornements céphaliques semblables à la collerette d'*Ascarophis collaris* mais chez d'autres genres de Spiruridae, *Parascarophis sphyrnae* espèce appartenant au genre *Parascarophis* créée par Campana-Rouget (1955), ainsi que *Parascarophis bharatii* placée par Agrawal (1965) au sein de ce même genre. Le capuchon de ces deux espèces est asymétrique et ses bords postérieurs adhèrent parfaitement à l'extrémité antérieure.

Dans le genre *Ascarophis*, les œufs sont également un critère d'identification important. La majorité des œufs présentent un bouton sur chacun de leurs deux pôles, ils sont attachés à la muqueuse utérine par un certain nombre de filaments. Chez notre espèce ces caractères sont absents, mais cela reste insuffisant afin de l'attribuer à un autre genre de Cystidicolidae.

En prenant en considération l'aspect phylogénique des poissons hôtes, il n'y aurait que trois espèces appartenant au genre *Ascarophis* décrites chez les poissons Gadidés. *Ascarophis morhua* van Beneden, 1870 parasite de la Morue qui est l'espèce-type du genre *Ascarophis*. Cette espèce est caractérisée par des spicules très différents, l'un est long et fin, l'autre a la forme d'une serpe et est 4 fois plus court

que le premier ; la position de la vulve est équatoriale et les œufs possèdent de nombreux filaments aux deux pôles.

Ascarophis capelanus Nikolaeva et Naidenova, 1964 est une espèce isolée à partir de *Trisopterus minutus* au golfe du Lion. Elle diffère d'*Ascarophis collaris* par ses œufs, possédant deux filaments polaires, l'absence de collerette, sa taille de deux fois plus petite ainsi que d'un œsophage musculaire nettement plus court. Enfin, *Ascarophis marina*, décrite par Navone et Martorelli (1997) chez *Urophycis brasiliensis* au Brésil.

En Méditerranée, Ferrer et al. (2005) décrivent *Ascarophis valentina* chez *Mullus surmuletus*, cette espèce ressemble à *Ascarophis collaris* en particulier par l'aspect général du corps ainsi que par la structure œsophagienne. Elle en diffère par l'absence de la collerette et par la présence de deux longs et épais filaments ayant pour origine l'un des deux boutons polaires de l'œuf. *Ascarophis mullusi* Nikolaeva et Naidenova, 1969 fut décrite à partir de *Mullus surmuletus* de la mer Egée et de *Mullus barbatus* de la mer Adriatique. Il s'agit d'une espèce dont les œufs sont caractérisés par la présence de deux boutons polaires ainsi que de nombreux filaments (pas moins de 12 à 13) sur les deux pôles, en outre, la vulve est localisée plus antérieurement que chez *Ascarophis collaris*.

Ascarophis collaris est donc la quatrième espèce du genre *Ascarophis* décrite chez un poisson Gadidé et que nous signalons pour la première fois en Algérie (Hassani et Kerfouf, 2014).

Développement et transmission

Les Nématodes appartenant au genre *Ascarophis* parasitent le tractus digestif des poissons marins et estuariens (Ko, 1986). Le cycle biologique général des Cystidicolidae a été étudié expérimentalement par Choquette (1955), Moravec (1971), et Moravec (1979) (Figure 11). Les œufs des Cystidicolidae contiennent une larve du premier stade entièrement formée d'environ 0,3mm de long. Cette larve transparente est caractérisée par une longue queue pointue ainsi que par des organes internes qui ne sont pas encore très bien apparents, exception faite de l'œsophage et de l'intestin. Cette larve n'éclos qu'à l'intérieur de l'hôte intermédiaire qui peut être soit une larve d'insecte (nymphé) soit un Crustacé. Les larves d'insectes les plus

fréquentes sont : *Ephemera vulgaris* ; *Ephemera danica* ; *Habrophlebia lauta* ; *Oligoneuriella rheana* ; ou *Leptophlebia marginata*. L'espèce d'insecte infectée dépendra donc de la position géographique du parasite.

Des larves L3 d'*Ascarophis* ont été retrouvées chez un certains nombre de Décapodes marins : Uspenskaya (1953) a trouvé des larves L3 d'*Ascarophis filiformis* et d'*Ascarophis morrhuae* dans *Enalus gaimardi*, *Eupagurus pubescens*, *Hetairus polaris*, *Pagurus pubescens*, *Pandalus borealis* et *Spirontocaris spinus* dans la mer de Béring (entre la Russie et les Etats Unis d'Amérique). Uzmann (1967) en a trouvé chez le Homard, *Homarus americana* en Amérique du nord. Petter (1970) a trouvé des larves d'*Ascarophis morrhuae* chez le crabe *Carcinus maenas* en Bretagne.

Ces données suggèrent qu'à l'intérieur de l'hôte intermédiaire obligatoire qui est souvent un Crustacé, l'œuf d'*Ascarophis* éclora et la larve L1 qui est localisée dans la cavité générale de l'hôte migrera par la suite vers le thorax. Elle y muera deux fois afin d'atteindre le 3^e stade. A une température comprise entre 13° et 15°C, le développement complet de la larve durera de 24 à 38 jours au terme duquel elle augmentera considérablement de taille (2,8 à 3,5 mm) et sera similaire au stade adulte. Elle présentera donc des striations cuticulaires, des structures buccales entièrement formées des organes reproducteurs matures. Certains poissons (les Gadidés ou les Salmonidés) peuvent intervenir en qualité de deuxièmes hôtes intermédiaires à l'intérieur desquels la larve s'attachera à la muqueuse gastrique et va soit arrêter son développement (2^e hôte intermédiaire, exemple : *Cottus gobio*) ou bien y atteindre le 4^e stade (*Noemacheilus barbatulus*, *Cottus gobio*). L'infection de l'hôte définitif (un Salmonidé dans les conditions expérimentales) ne se fera pas seulement par l'ingestion de l'hôte intermédiaire mais aussi par celle des hôtes paraténiques. La larve selon qu'elle soit du 3^e ou du 4^e stade y subira le nombre de mues nécessaires à sa transformation en adulte à l'intérieur de l'hôte définitif, ce développement sera considérablement influencé par la température de l'eau (Martorelli et al., 2000).

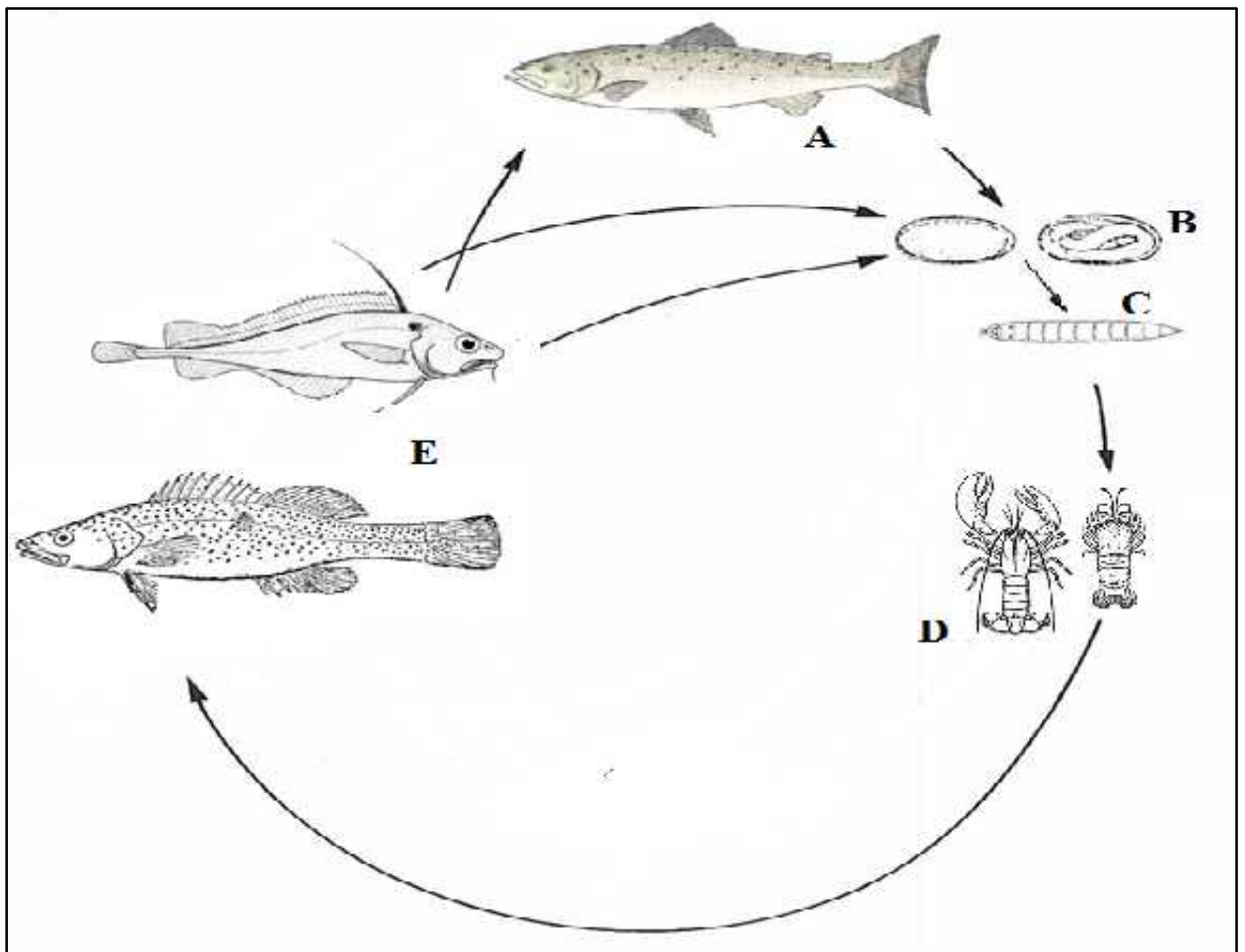


Figure 11. Cycle de vie de la famille des Cystidicolidae (Moravec, 1984).

A : poisson hôte définitif ; B : œufs ; C : hôtes paraténiques ; D : hôtes intermédiaires ;
E : hôtes intermédiaires et ou définitifs.

Sous-classe : Adenophorea Linstow, 1905

Ordre : Enoplida

Super-famille des Trichuroidea Railliet, 1916

5. Famille des Capillariidae Railliet, 1915

○ **Genre *Capillaria* Zeder, 1800**

▪ **Sous-genre *Procapillaria* Moravec, 1987**

Attribution générique : A été basée sans aucun doute sur l'aspect filiforme des Nématodes ainsi que sur la présence des stichocytes.

***Capillaria gracilis* Bellingham, 1840 Travassos, 1915** Stades adultes

Attribution spécifique : L'espèce a été déterminée par l'aspect du spicule, la forme tronquée de l'extrémité caudale chez les mâles ainsi que la forme des œufs chez les femelles.

Synonymes : *Trichosoma gracile* Bellingham, 1840 ; *Capillaria kabatai* Inglis et Cole, 1963 ; *Capillaria merlucii* Reimer, 1991.

Hôtes : *Phycis blennoides* et *Phycis phycis*

Ce sont de longs Nématodes filiformes (Tableau 10). Leur cuticule est mince et marquée par deux bandes bacillaires dont la structure est assez rugueuse. Ces bandes sont longitudinales et s'étendent sur presque toute la longueur du corps.

L'extrémité antérieure est très étroite, la bouche est petite entourée de lèvres pas très distinctes ainsi que de très petites papilles labiales (cf. planche IX : A).

L'œsophage est divisé en deux parties distinctes : une partie antérieure étroite, courte et musculaire, et une partie postérieure longue et glandulaire entourée plus loin par un deux ou trois rangées de glandes œsophagiennes unicellulaires à gros noyau: les stichocytes.

L'anneau nerveux est situé à la fin du premier quart de l'œsophage musculaire quant au pore excréteur, il est rudimentaire et même absent chez certains spécimens.

-Les mâles : l'équipement génital des mâles est simple. Il comprend un spicule unique bien sclérifié, à surface marquée de stries transversales entouré d'une gaine épineuse à partir de laquelle il peut s'invaginer. Le cloaque s'ouvre entre les deux lobes latéraux à la base de chacun se trouve une large papille caudale (cf. planche IX : B ; photo : 8, annexe 4).

-Les femelles : elles sont plus larges et plus longues que les mâles. L'utérus est monodelphique, les lèvres sont saillantes et la vulve a une position antérieure, elle est située près de la partie distale de l'œsophage glandulaire. Elle s'ouvre postérieurement à la jonction œsophage-intestin. La queue est globuleuse (cf. planche IX : C ; D. photo 9, annexe 4).

-Les œufs : sont de forme ovales, non embryonnés et ont la forme d'un baril avec deux bouchons polaires non saillants. Leur coque est fine et d'apparence lisse (cf. planche IX : E).

Zoogéographie

Capillaria gracilis est une espèce qui a été décrite pour la première fois par Bellingham, 1840 en Irlande. Elle fut signalée en Italie dans la mer Tyrrhénienne (Molin, 1858) ; aux îles Flannan et à Saint-Kilda en Ecosse (Inglis et Coles, 1963) ; en France dans le golfe du Lion (Nikolaeva et Naidenova, 1964) ; en mer Méditerranée (Parukhin, 1975) ; dans le nord-est Atlantique : le long des côtes américaines du Canada (Scott, 1987) et des Etats-Unis (Moravec, 1987) ; dans le détroit du Sund, entre la Suède et le Danemark (Moravec, 1987) ; au sud-ouest Atlantique sur les côtes de Namibie (Parukhin, 1989 ; Reimer, 1991) ; dans les îles Féroé entre la mer de Norvège et l'océan Atlantique Nord (Koie, 1993 b) ; sur les côtes Atlantiques espagnoles (Sanmartin et *al.*, 1994) ainsi que dans l'ouest de la mer Baltique (Koie, 2001). Plus récemment, *Capillaria gracilis* a été signalée en mer d'Irminger au sud-est du Groenland chez le poisson *Macrourus berglax* (Gadidé) par Klimpel et *al.*(2006) ; en mer du Nord chez *Mullus surmuletus* (Klimpel et *al.*, 2008), ainsi qu'au nord-est Atlantique chez *Gadus morhua* (Perdiguero-Alonso et *al.*, 2008). En 2014, *C.gracilis* fut signalée au Brésil et en Argentine chez *Urophycis brasiliensis* (Pereira et *al.*, 2014). Les Capillariidae : *Capillaria* sp. signalés par Akmirza, (1997) chez *Mullus surmuletus* en mer Egée appartiendraient très certainement à l'espèce *Capillaria gracilis*.

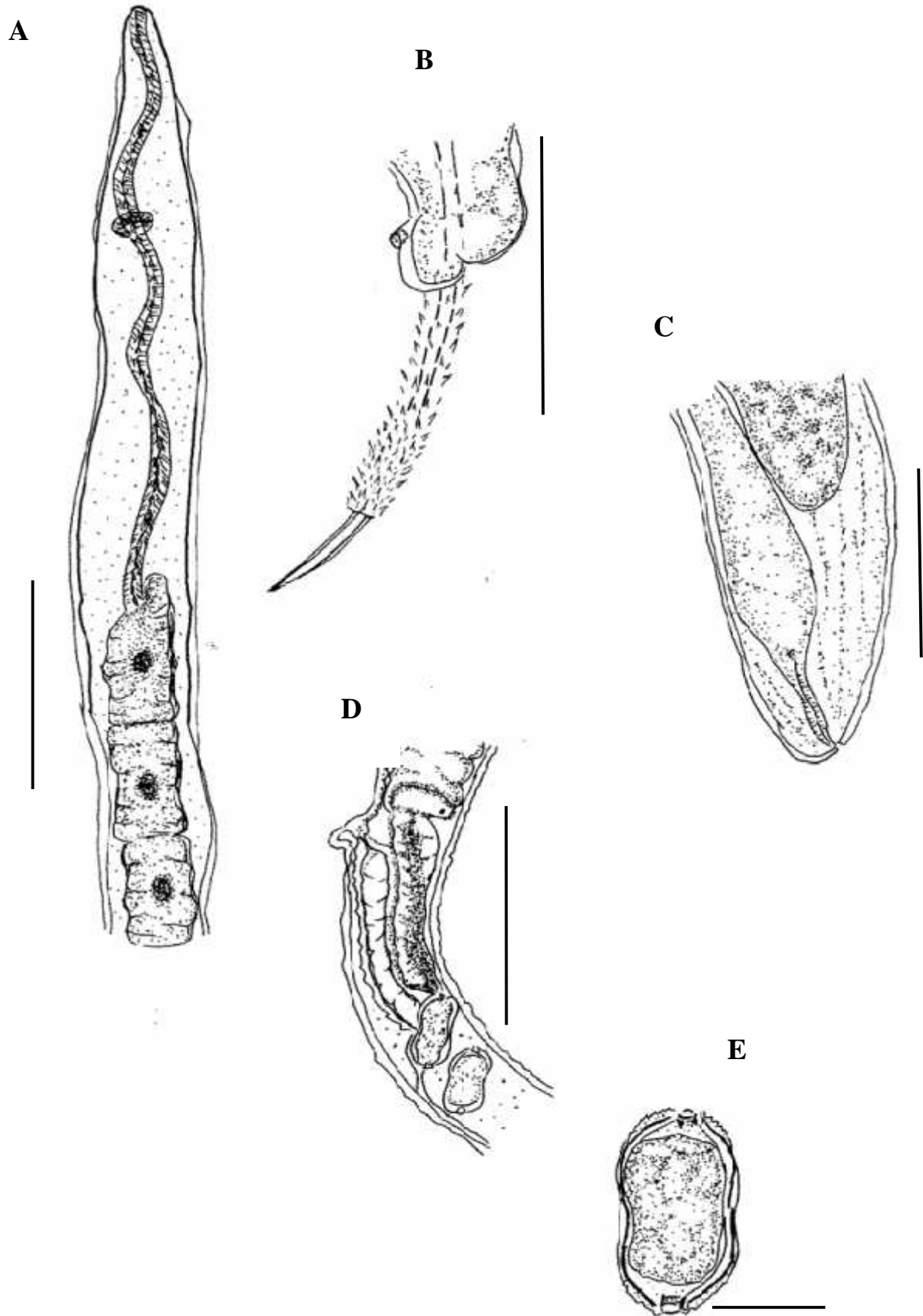


Planche IX. *Capillaria garcilis* Bellingham, 1840 Travassos, 1915, stade adulte.

A : Région antérieure, vue latérale (barre=250 μ m) ; B Extrémité caudale du mâle, vue latérale (barre=250 μ m) ; C : Extrémité caudale de la femelle (barre=100 μ m) D : Région vulvaire (barre=250 μ m) ; E : Œufs (50 μ m).

Tableau 10. Biométrie de *Capillaria gracilis*

Paramètres mesurés	Holotype	Paratypes (x7)	Allotype	Paratypes (x6)
Longueur totale mm	65	62-75	82	70-84
largeur μm	41	39-54	52	41-55
Longueur de l'œsophage musculaire μm	190	180-390	350	380-585
Longueur des stichocytes μm	5670	4050-6780	5140	5250-8760
Longueur du caecum intestinal μm	-	-	-	-
Distance extrémité antérieure- anneau nerveux μm	120	111-132	145	143-157
Distance jonction œsophage - intestin- vulve μm	-	-	478	270-1230
Longueur du spicule μm	1275	1100-1435	-	-
Largeur du spicule μm	9.5	6.5-12	-	-
Longueur de la gaine épineuse μm	135	136-150	-	-
Longueur queue μm	92	90-180	98	93-155
Œufs μm	-	-	-	72-90x27- 36

Commentaire

Les Nématodes du genre *Capillaria* se localisent au niveau du tube digestif et du foie des poissons où ils peuvent causer de sérieux dommages. Toutefois, et en dépit de leur importance, les connaissances concernant leur taxinomie sont insuffisantes : la description des espèces est souvent incomplète, non-intelligible ou bien pose de nombreux problèmes de synonymie.

Le genre *Capillaria*, a été créé par Zeder en 1800 (du Latin *Capillus* : cheveux, ce dont à quoi ces Nématodes ressemblent). En 1819 Rudolphi les appela *Trichosoma* (du Grec *trichos* : cheveux, *soma* : corps) tout en reconnaissant leur synonymie avec les *Capillaria* de Zeder. En 1911, Ransom proposa de revenir de nouveau à l'appellation *Capillaria*. Des monographies entières dédiées à la taxinomie des *Capillaria* furent éditées par Lopez-Neyra (1947) et Skrybin et Shikhobalova (1957). Ils tentèrent d'y diviser le genre *Capillaria* en replaçant certaines espèces dans de nouveaux sous-genres. Cependant ces monographies ont été considérées par Moravec (2001) comme étant non valides dans le contexte actuel. Il établit donc une classification des Capillariidae parasites de vertébrés poïkilothermes acceptée par de nombreux auteurs. Il subdivisa le genre *Capillaria* en 4 sous-genres au sein desquels il valida 33 espèces: *Hepatocapillaria* Moravec

1987 ; *Procapillaria* Moravec, 1987; *Neocapillaria* Moravec, 1987 et *Capillaroides*, Moravec 1987.

Dans le sous-genre *Procapillaria*, les Nématodes sont des parasites du tube digestif des poissons marins. En plus de *Capillaria gracilis*, trois espèces y sont reconnues : *Capillaria margolisi* Moravec et MacDonald, 1981 parasite de *Hippoglossus stenolepis* (Pleuronectidés) et *Scorpaenichthys marmortus* (Cottidés), dans l'océan Pacifique et dans la mer de Béring ; *Capillaria schmidti* Arya, 1985 parasite de la Raie *Raja radiata* dans l'océan Indien, elle est de ce fait la seule espèce de *Capillaria* parasite d'hôtes Elasmobranches ; *Capillaria navoneae* décrite par Timi et al. (2006), chez le Congre (*Conger orbignianus*) en Argentine.

Les femelles de toutes ces espèces sont morphologiquement très proches par la position de la vulve par rapport à la jonction œsophage-intestin ; la forme et la taille des œufs ; l'aspect de l'extrémité caudale ; elles ont de plus, en commun un appendice vulvaire chez les femelles gravides, ce qui ne permet donc pas de les différencier.

Toutefois, les mâles sont différents, par la structure de l'appareil génital interne, ce caractère rarement utilisé dans la systématique des *Capillaria* a été considéré comme un critère discriminatif fiable par Justine (1990). Il en fit des schémas qu'il proposa d'utiliser lors de toute description ou redescription de *Capillaria*. Il estime qu'ils seraient des éléments complémentaires aux dessins classiques de l'appareil génital externe, surtout lorsque les différences interspécifiques sont imperceptibles. Ainsi, *Capillaria gracilis* serait l'espèce dont les mâles ont le spicule le plus long, *Capillaria schmidti* est au contraire celle dont le spicule est le plus court, *Capillaria margolisi* et *Capillaria navoneae* ont des spicules de taille égale. D'autre part, *Capillaria gracilis* se distingue de *Capillaria margolisi* par un œsophage glandulaire plus étroit, un plus petit nombre de stichocytes ainsi que d'une extrémité caudale plus longue. Du point de vue biogéographique, *Capillaria gracilis* et *Capillaria navoneae* seraient les seules espèces du sous-genre *Procapillaria* à être présentes dans l'océan Atlantique.

Capillaria merluccii a été décrite par Reimer en 1991 chez *Merluccius capensis* et *Merluccius paradoxus* dans l'océan Atlantique au large des côtes de Namibie. Cette espèce se distingue de *Capillaria gracilis* par des mâles de taille

légèrement plus grande, un œsophage musculaire un peu plus court, un spicule plus long et par l'absence d'appendice vulvaire chez les femelles gravides. Ces caractères ont été jugés insuffisants et considérés par Moravec (2001) comme des différences interspécifiques liées à une localisation géographique différente. Parukhin (1989) décrivit des *Capillaria* similaires à ceux de Reimer dans la même région chez *Merluccius capensis* qu'il attribua à l'espèce *Capillaria gracilis*. Par conséquent, *Capillaria merluccii* a été validée en tant que synonyme de *Capillaria gracilis*.

Les spécimens retrouvés dans cette étude présentent également quelques différences avec la description originale de *Capillaria gracilis* telles : la différence importante de longueur des spécimens (Tableau 10), l'absence d'appendice vulvaire chez les femelles matures ainsi que des stichocytes plus longs avec de plus gros noyaux. Cependant, nous jugeons qu'il ne s'agit pas là d'arguments suffisants pour en faire une nouvelle espèce et préférons attribuer ce *Capillaria* à *Capillaria gracilis* dont nous signalons la présence pour la première fois en Algérie ainsi qu'en Méditerranée occidentale. Les travaux rapportant la présence de *Capillaria* en Méditerranée sont très rares et très anciens, à l'exception de celle d'Akmirza, (1997), aucune étude récente dans cette mer n'y signale ce genre (Hassani et Kerfouf, 2014).

Développement et transmission :

Les Capillariidae sont des Nématodes parasites de toutes les classes de Vertébrés, à l'exception des reptiles. *Capillaria gracilis* est un parasite très commun des Gadidés mais aussi d'autres ordres de poissons. Son cycle biologique fut élucidé expérimentalement par Koie en 2001 (Figure 12). Il peut être direct (monoxène) ou indirect (hétéroxène), des Oligochètes y actent souvent en qualité d'hôtes intermédiaires. Les Nématodes adultes sont retrouvés dans le rectum de la Morue atlantique ainsi que d'autres Gadidés, ils en sont donc les hôtes définitifs. Les individus immatures sont retrouvés chez les Gobies de sable *Pomatoschistus minutus* et chez les daubes *Limanda limanda* qui s'en infecteraient en ingérant les Gobies.

Selon les données de l'auteur, des œufs non-embryonnés sont pondus dans l'eau de mer. 2 semaines plus tard, dans une eau à 15°, une larve de 300µm de long s'y développe. L'éclosion a lieu le plus souvent à l'intérieur du tube digestif de

l'hôte intermédiaire (poisson) ou bien de l'hôte de transport (invertébré). La larve qui en éclot serait une larve du 3^e stade. Les deux premières mues se produisent donc à l'intérieur de l'œuf. Occasionnellement, l'éclosion peut avoir lieu dans l'eau de mer, la larve peut y survivre plusieurs jours mais sans augmenter de taille.

Dans les conditions expérimentales, un mois après avoir nourrit des Gobies, des Epinoches *Gasterosteus aculeatus* et de jeunes Lycodes *Zoarces viviparus*, avec des aliments contenant des œufs embryonnés de *Capillaria gracilis*, des larves non encapsulées ont été retrouvées profondément enfoncées dans la muqueuse intestinale des Gobies, alors que les épinoches et les lycodes ne s'en sont pas infestées. Les Gobies sont donc les premiers hôtes intermédiaires obligatoires de *Capillaria gracilis*, les larves y croissent de 300 à 700µm en trois mois.

Chez les Morues infectées expérimentalement par l'ingestion des Gobies, des larves de *Capillaria gracilis* d'une longueur de 800 à 1000 µm ont été retrouvées dans leur rectum et ce un mois après l'ingestion de l'hôte intermédiaire. La durée de prépatence de ce parasite demeure jusqu'alors inconnue, cependant Koie (2001) juge qu'étant donné le fait que les Morues aient été mises en aquarium dix mois avant l'expérimentation, la durée de vie de ce parasite est donc inférieure à cette période. Il a été également prouvé que dans les conditions expérimentales, les larves L3 de *Capillaria gracilis* ne survivaient pas au transfert d'une Morue à l'autre (cas de cannibalisme).

Koie (2001) expose également plusieurs invertébrés (Oligochètes, polychètes, Copépodes Harpacticoides, Copépodes Calanoides, Amphipodes, Isopodes, Mysidacés, Cumacés ainsi que des larves d'insectes Chironomidés) à des œufs embryonnés de *Capillaria gracilis*, deux semaines plus tard, l'Oligochète *Tubifex costatus* s'en infecte à raison de plus de 3 larves par individu ainsi que les larves de Chironomides à raison de 5 larves par individu. Deux mois après l'infection, la larve la plus longue ne mesure que 400µm ce qui suggère qu'il ne s'agit là que d'hôtes de transport ou hôtes paraténiques, mais qui sont à leur tour les proies d'hôtes intermédiaires auxquels ils transmettront le parasite. L'auteur affirme, qu'en conditions naturelles, il est improbable que les larves de Chironomides jouent un rôle dans le cycle de vie de ce parasite, puisqu'elles occurrent uniquement en eau saumâtre et peu profonde, en revanche, *Capillaria gracilis* occure en milieu marin.

C'était donc la première fois qu'une larve d'insecte intervenait dans le cycle biologique d'un Nématode marin en condition expérimentales. En conditions naturelles, les larves de plusieurs espèces d'insectes peuvent être des hôtes paraténiques des Capillariidae de poissons d'eau douce Moravec (1987, 1994).

Il a été également observé que l'infection des Morues par *Capillaria gracilis* était étroitement liée à la taille des poissons. En effet, les Morues dont la taille était de 8 à 10 cm n'étaient pas infectées, les Morues d'une taille de 20 à 30 cm montraient une prévalence d'à peu près 50% et celles de plus de 40 cm une prévalence de 90 à 100%. Les plus petits individus de *Capillaria gracilis* retrouvés dans le rectum des Morues infectées en conditions naturelles étaient de 600µm de longueur. La prévalence de ces parasites en relation avec la taille de l'hôte indique que les Morues s'infectent par l'ingestion des Gobies et non par celle des invertébrés, les Gobies étant les proies préférentielles de régime alimentaire des plus grandes Morues atlantiques (Albikovskaya et Gerasimova, 1993).

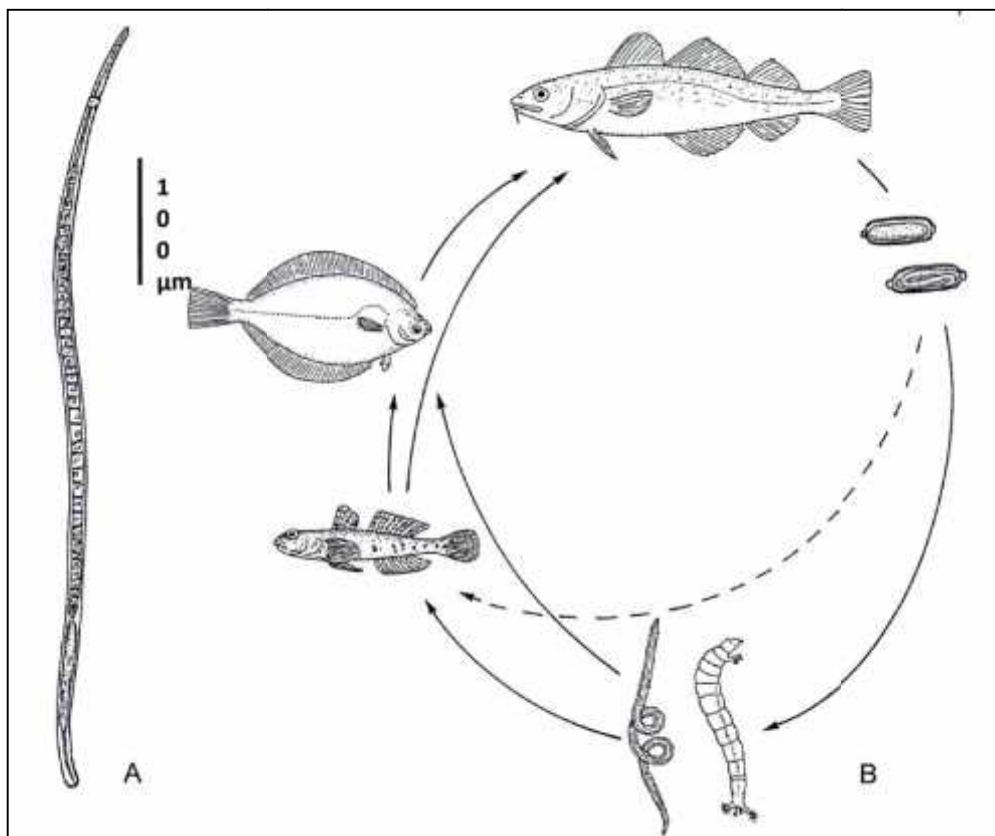


Figure12. Cycle de vie de *Capillaria gracilis* (Koie, 2001).

A : larve; B : invertébrés hôtes paraténiques ; C : poissons hôtes intermédiaires.

CHAPITRE V
Résultats & Discussion :
Cinétique du parasitisme

Dans cette partie, les données recueillies du calcul des indices parasitaires (Annexe 5), nous permettront de caractériser autant que possible les interactions entre le comportement des infrapopulations parasites (dont l'organisation est schématisée en figure 13) et:

- ✓ les facteurs biotiques, que sont les milieux hôtes (taille de l'hôte, espèce hôte, microhabitat à l'intérieur de l'hôte).
- ✓ les facteurs abiotiques, que sont les milieux géographiques (sites de pêches) et les saisons.

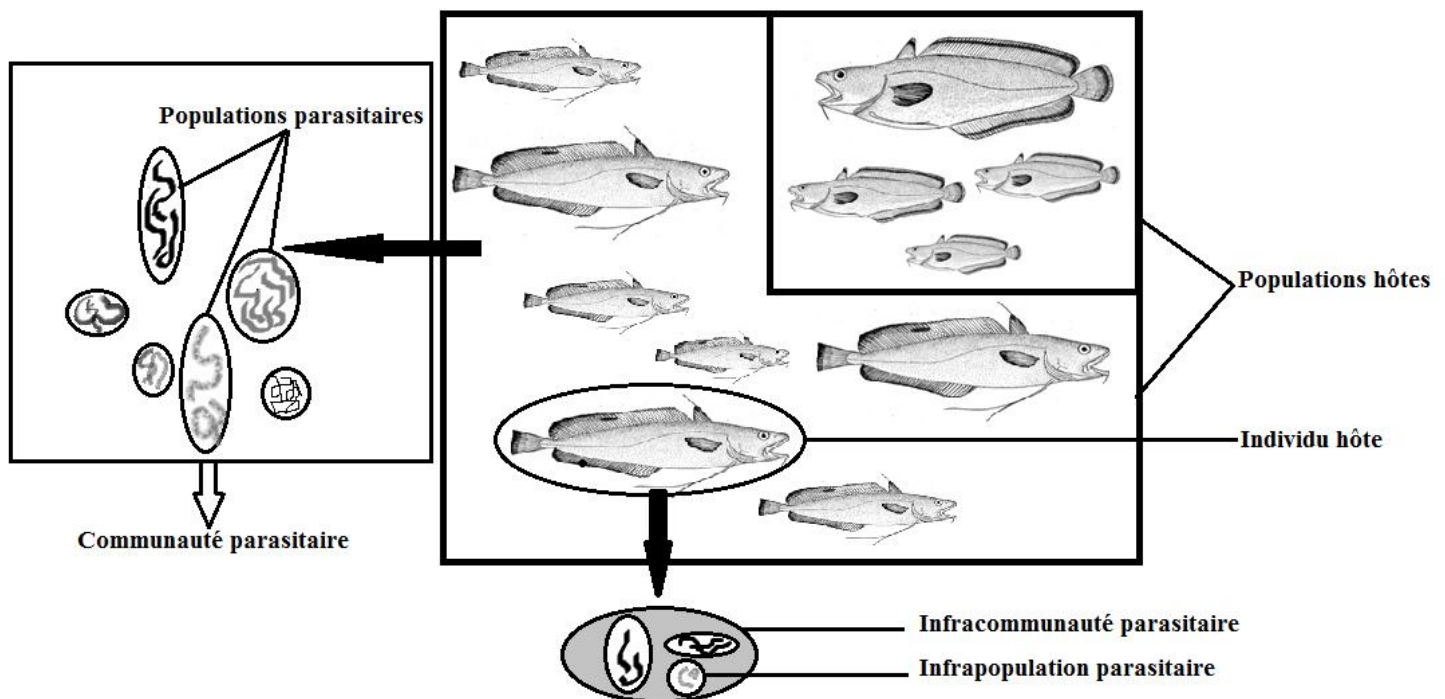


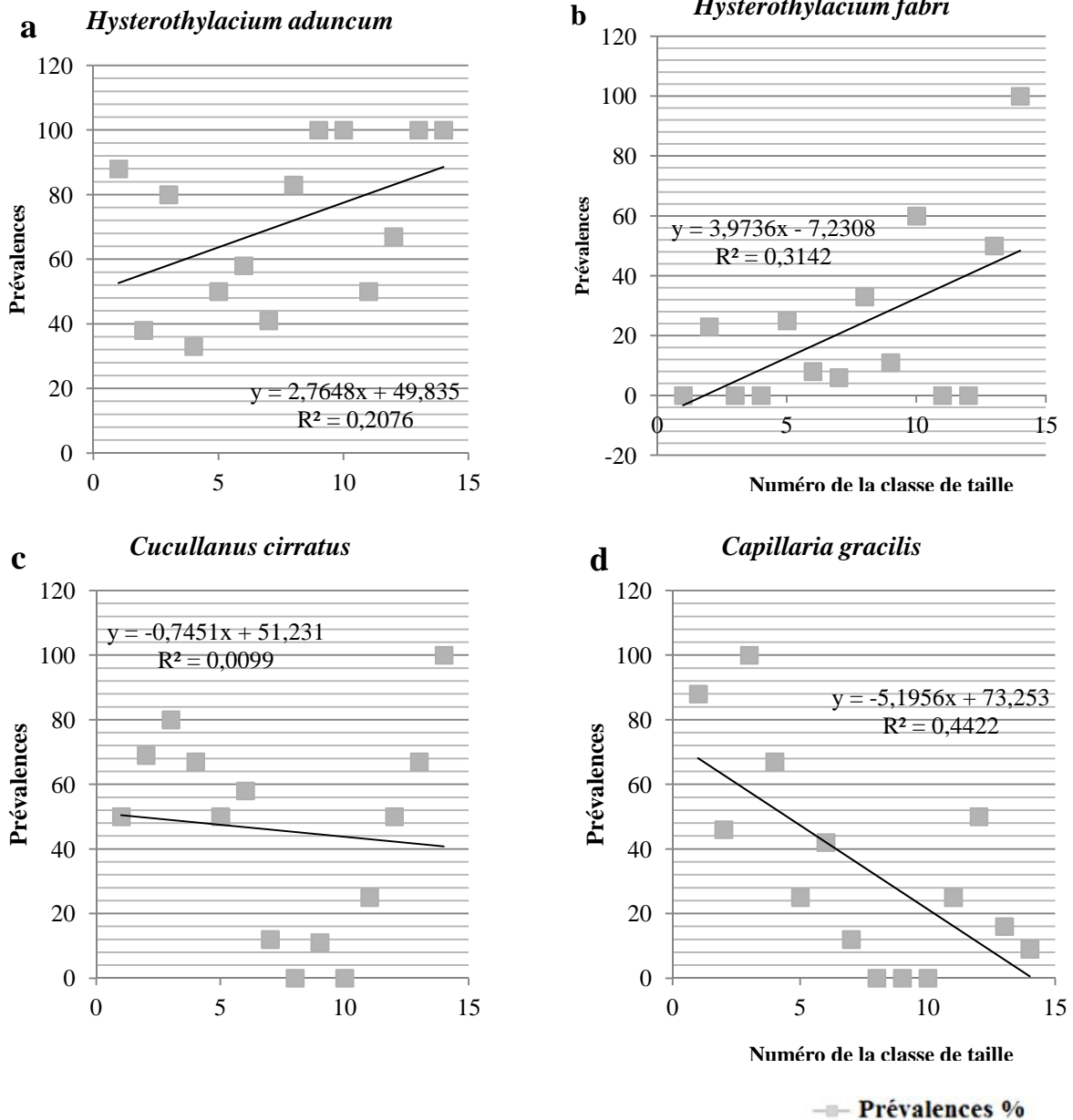
Figure 13. Schéma synthétique de l'organisation des espèces parasites à l'échelle : population/communauté et infrapopulation/ infracommunauté (Le Pommelet et *al.*, 1997 modifié).

1. Parasitisme et facteurs biotiques

1.1. Dynamique des infrapopulations parasites en rapport avec la taille des hôtes

Le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson r nous a permis la mesure synthétique de l'intensité de la relation entre la taille des poissons hôtes (*Phycis blennoides* et *phycis phycis*) et les prévalences des différentes espèces de

Nématodes. Seules les espèces dont les valeurs de prévalences (P) sont les plus importantes, ont été prises en considération: *Hysterothylacium aduncum*, *Hysterothylacium fabri*, *Cucullanus cirratus* et *Capillaria gracilis* chez *Phycis blennoïdes* (Tableau 11) et *Hysterothylacium fabri*, *Cucullanus cirratus* et *Capillaria gracilis* chez *Phycis phycis* (Tableau12).



Graphiques 1 (a-d). Variations des valeurs de prévalences des Nématodes en fonction des classes de tailles de *Phycis blennoïdes* (R^2 : coefficient de détermination des nuages de points).

Tableau 11. Calcul du coefficient de corrélation de Bravais-Pearson r et du coefficient de corrélation des rangs de Spearman r' . (P : prévalences des espèces de Nématodes présentes chez *Phycis blennoides* ; p degré de significativité).

Numéro de la classe de taille	Classe de tailles en cm	P <i>H.aduncum</i>	r	P <i>H.fabri</i>	r	P <i>C.cirratus</i>	P <i>C.gracilis</i>
1	<21	88%	0,46	0%	0,56	50%	88
2	[21-22[	38%	0,62	23%	0,53	69%	46
3	[23-24[	80%	0,55	0%	0,59	80%	100
4	[25-26[	33%	0,68	0%	0,56	67%	67
5	[27-28[	50%	0,58	25%	0,50	50%	25
6	[29-30[	58%	0,50	8%	0,56	58%	42
7	[31-32[	41%	0,42	6%	0,53	12%	12
8	[33-34[	83%	0,07	33%	0,46	0%	0
9	[35-36[	100%	0,04	11%	0,55	11%	0
10	[37-38[	100%	0,34	60%	0,48	0%	0
11	[39-40[	50%	0,95	0%	0,94	25%	25
12	[41-42[	67%	0,87	0%	1,00	50%	50
13	[43-44[	100%	1,00	50%	1,00	67%	16
15	<45	100%	1,00	100%	1,00	100%	9
	r		0,58		0,66	-	-
	r'		-		-	0,15	-0,58
	p		0,05		0,01	-	0,05

Afin d'avoir une estimation plus précise de la significativité de nos coefficients de corrélations, il nous a suffi de les comparer aux valeurs critiques de r , en se reportant à la table de Bravais-Pearson. Par ce moyen, nous avons pu déterminer le degré de liberté dl et le degré de significativité p . L'examen des nuages de points montre que la relation qui unit nos deux variables : la prévalence des espèces de Nématodes et les classes de taille des individus hôtes de *Phycis blennoides* est une relation linéaire (le nuage de points peut s'ajuster plus ou moins correctement à une droite) et ce, concernant les espèces *Hysterothylacium aduncum* et *Hysterothylacium fabri* (Graphiques 1). Dans cette situation, le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson est suffisant afin d'en mesurer l'intensité.

Concernant les espèces *Cucullanus cirratus* et *Capillaria gracilis*, le nuage de points présente une forme curviligne et semble mal s'ajuster à une droite, par la dissymétrie de la distribution de nos deux variables qui souvent présentent des

valeurs exceptionnelles. Dans ce cas, la relation n'est pas linéaire, le coefficient de Bravais-Pearson est inapproprié, le calcul du coefficient de corrélation des rangs de Spearman r' s'impose donc, afin d'apprécier correctement cette corrélation (son interprétation demeure cependant identique à celle du coefficient de Bravais-Pearson).

Par conséquent, il existerait une corrélation positive et significative ($r = 0,58$; degré de significativité $p < 0,05$) entre la taille des hôtes et les prévalences d'*Hysterothylacium aduncum*. Le taux maximal de Mostelles de fond parasitées par ces Nématodes correspondrait à celles dont la taille est supérieure à 34 cm, avec néanmoins des pics de prévalences enregistrés chez les individus hôtes dont la taille est de 21-24 cm (Graphique 1.a). La même tendance est observée chez l'espèce *Hysterothylacium fabri*, les prévalences de ces Nématodes augmentent également avec la taille de leurs hôtes, mais la relation entre ces deux variables est plus significative ($p < 0,01$) que celle observée chez *H.aduncum* (Graphique 1.b).

Chez les Nématodes spécialistes des poissons Gadidés (*Cucullanus cirratus* et *Capillaria gracilis*), la relation entre nos deux variables est un peu plus complexe, que celle observée chez les Anisakidae. Plus de la moitié des poissons dont la taille est de 21 à 30 cm serait parasitée par *Cucullanus cirratus*. Les plus faibles prévalences sont enregistrées chez les poissons de taille moyenne (entre 30 et 38 cm). Le pourcentage des poissons parasités augmente progressivement à partir de cette classe de taille, afin d'atteindre sa valeur maximale chez les Mostelles de fond de plus de 45 cm. La relation entre les deux variables est de ce cas non linéaire, et avec une valeur de l'indice de Spearman r' de 0,15, elle est de plus non significative (Graphique 1.c).

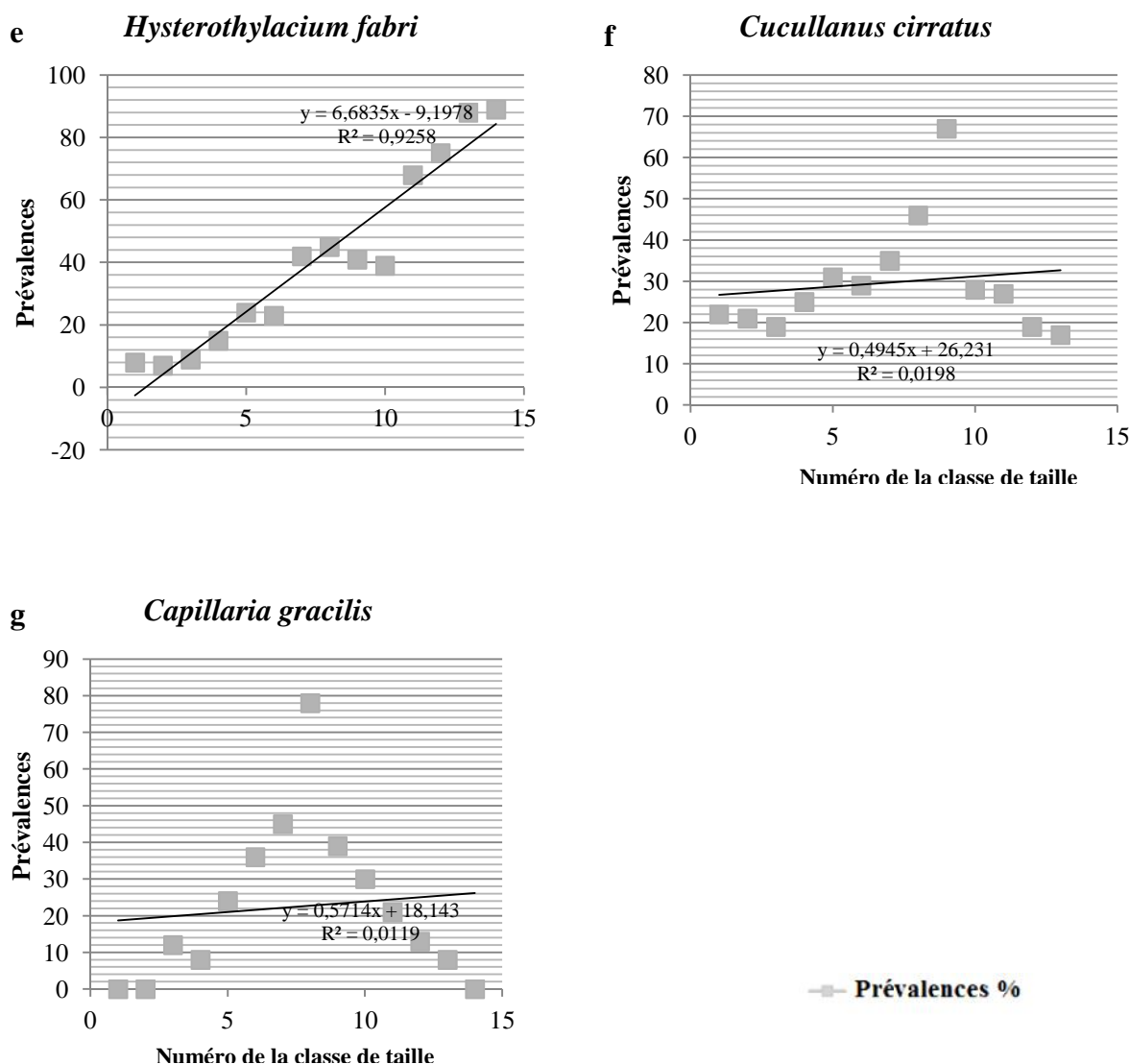
Le plus grand nombre de Mostelles de fond parasitées par *Capillaria gracilis*, sont celles dont la taille oscille entre 21-26cm, de même que plus d'un quart des hôtes de plus de 40 cm. En revanche, aucun poisson dont la taille est de 33-38cm n'est parasité par ce Nématode. L'analyse du nuage de points couplée au calcul de l'indice de Spearman ($r' = -0,58$), indique qu'il s'agit là d'une relation non linéaire, négative et significative ($p < 0,05$) entre nos deux variables : prévalences des Nématodes – taille des poissons hôtes (Graphique 1.d).

Tableau 12. Calcul du coefficient de corrélation de Bravais-Pearson r et du coefficient de corrélation des rangs de Spearman r' (P : prévalences des espèces de Nématodes présentes chez *Phycis phycis* ; p degré de significativité).

Numéro de la classe de taille	Classe de tailles en cm	P <i>H.fabri</i>	r	P <i>C.cirratus</i>	P <i>C.gracilis</i>
1	<21	8%	0,96	22%	0%
2	[21-22[	7%	0,97	21%	0%
3	[23-24[	9%	0,96	19%	12%
4	[25-26[	15%	0,95	25%	8%
5	[27-28[	24%	0,94	31%	24%
6	[29-30[	23%	0,94	29%	36%
7	[31-32[	42%	0,91	35%	45%
8	[33-34[	45%	0,93	46%	78%
9	[35-36[	41%	0,95	67%	39%
10	[37-38[	39%	0,93	28%	30%
11	[39-40[	68%	0,96	27%	21%
12	[41-42[	75%	0,90	19%	13%
13	[43-44[	88%	1,00	17%	8%
15	<45	78%	1,00	11%	0%
	r		0,95	-	-
	r'		-	0.21	0.26
	p		0,001	-	-

Nous notons une relation linéaire fortement positive et très significative ($p < 0.001$) entre les prévalences d'*Hysterothylacium fabri* et les classes de tailles de *Phycis phycis*. En effet, les valeurs les plus fortes de prévalences correspondent aux plus grandes Mostelles de roche (Graphique 2.e).

Nos deux Nématodes Gadidés-spécialistes, semblent avoir le même mode d'infestation. Ces Nématodes parasiteraient les Mostelles de roche de taille moyenne (33-36 cm), avec des valeurs de prévalences de 67% pour *Cucullanus cirratus* et de 78% pour *Capillaria gracilis* (Graphiques 2. f et g). Les nuages de points montrent qu'il s'agit d'une relation non linéaire qui de plus est non significative ($r' = 0,21$ pour *C.cirratus* ; $r' = 0,26$ pour *C.gracilis*) entre la prévalence des parasites et la taille de leurs hôtes.



Graphiques 2(e-g). Variations des valeurs de prévalences des Nématodes en fonction des classes de tailles de *Phycis phycis* (R^2 : coefficient de détermination des nuages de points).

Discussion

Si l'on se réfère à la littérature, trois études ont été réalisées en Méditerranée, sur les Anisakidae parasitant les Mostelles. En Espagne, Pereira-Bueno (1992) et Valero et al. (2005) trouvèrent que la prévalence de ces Nématodes augmentait avec la taille de *Phycis blennoides*. En revanche, ils ne trouvèrent aucune augmentation significative de la prévalence de ces Nématodes avec la taille de *Phycis phycis* à l'exception d'*Hysterothylacium fabri*. Dans l'Est de la Méditerranée, en Tunisie, les prévalences les plus importantes d'Anisakidae ont été enregistrées chez les plus grands individus aussi bien de *Phycis blennoides* que de *Phycis phycis* (Farjallah et al., 2006). Concernant la famille des Anisakidae, nos résultats se rapprocheraient de

ceux obtenus dans l'Ouest de la Méditerranée, nous jugeons donc le rapprochement géographique comme un argument suffisant à cette observation. Ces auteurs, justifient leurs résultats par l'accumulation des parasites avec l'âge des poissons. En fait, Poulin et Rohde (1997) affirment que la composition de la communauté parasitaire est le produit d'acquisitions et de pertes des diverses espèces parasitaires durant l'histoire évolutive des hôtes. Cependant, les résultats obtenus dans le cadre de cette étude concernant le groupe des Nématodes « gadoid specialist » suggèrent qu'il n'y aurait pas seulement ce phénomène « d'accumulation de parasites avec l'âge de l'hôte », mais également et surtout un changement ontogénique du régime alimentaire des poissons. En effet, les plus jeunes *Mostelles* de fond se nourrissent essentiellement de petits Crustacés. Ces derniers vont être progressivement remplacés par de petits poissons, qui deviendront les proies préférentielles des plus grands et donc des individus de *Phycis blennoides* les plus âgés (Sorbe, 1977 ; Salomé-Morte et al., 2002).

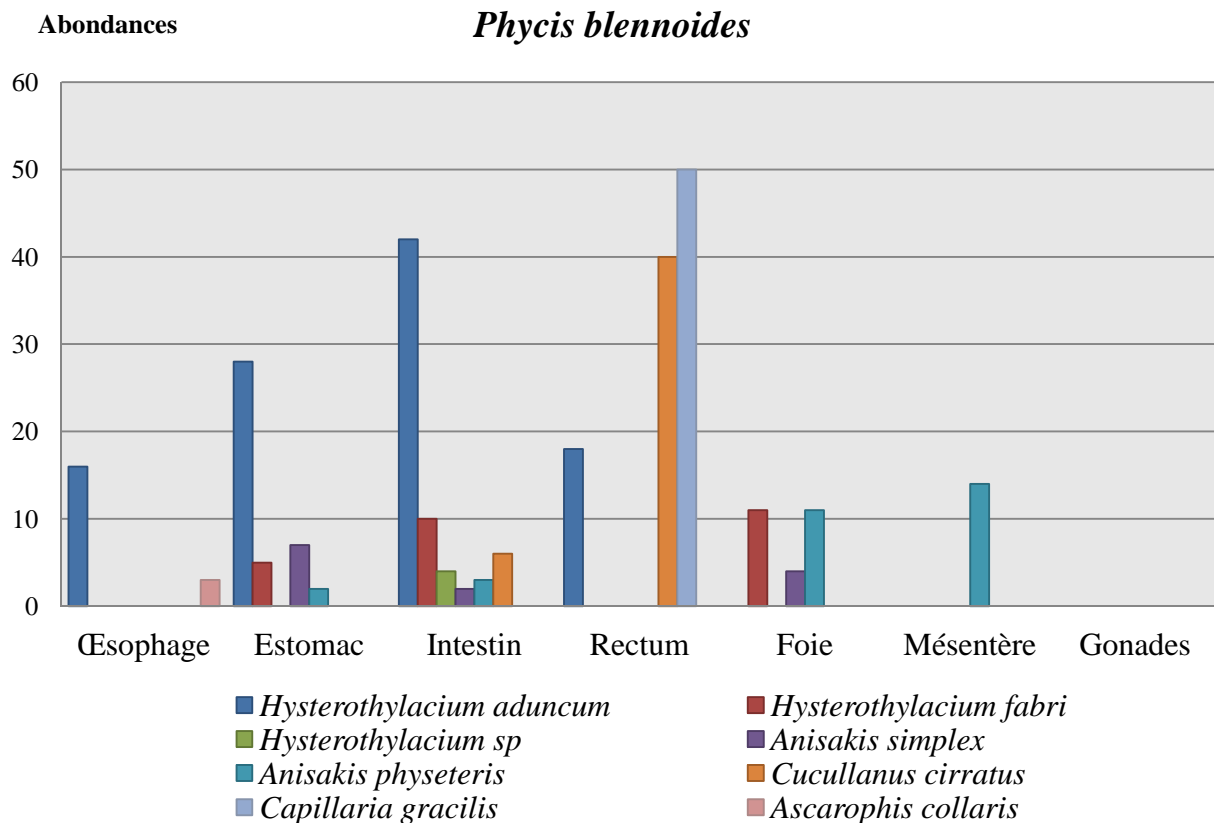
Nous pouvons également justifier le fait que les Nématodes Anisakidae soient significativement plus présents chez les plus grandes *Mostelles* en revenant à leurs cycles de développement (voir celui d' *Hysterothylacium aduncum*, figure 7, chapitre V), impliquant des poissons en tant que seconds hôtes intermédiaires (Koie, 1993a).

En ce qui concerne les Nématodes « gadoid specialist », Koie (2000), révéla que presque 100% des Morues atlantiques (*Gadus morhua*) de taille moyenne (20-39cm), étaient parasitées par *Cucullanus cirratus*. Les plus grandes Morues étaient parasitées à 50% tandis que les plus petits poissons ne l'étaient pas.

En 2001, Koie trouva que 90 à 100% des Morues atlantiques dans l'Øresund de plus de 40 cm et 50% de celles dont la taille était de 20 à 30 cm étaient infectées par *Capillaria gracilis*. En revanche, aucune Morue de moins de 10 cm n'en était parasitée. Elle expliqua également ses résultats par le fait que les Morues les plus âgées se nourrissaient presque exclusivement de Gobies, et que celles-ci sont les hôtes intermédiaires obligatoires de *Capillaria gracilis*.

1.2. Ségrégation spatiale des espèces parasitaires à l'échelle du biotope viscéral

L'abondance de chacune des espèces de Nématodes est représentée en histogrammes (Graphique 3 : *Phycis blennoides* ; graphique 4 : *Phycis phycis*), afin de mettre au mieux en évidence la relation entre les structures spatiales et la taxinomie des espèces parasitaires.



Graphique 3. Répartition des abondances des espèces de Nématodes dans le microhabitat chez *Phycis blennoides*.

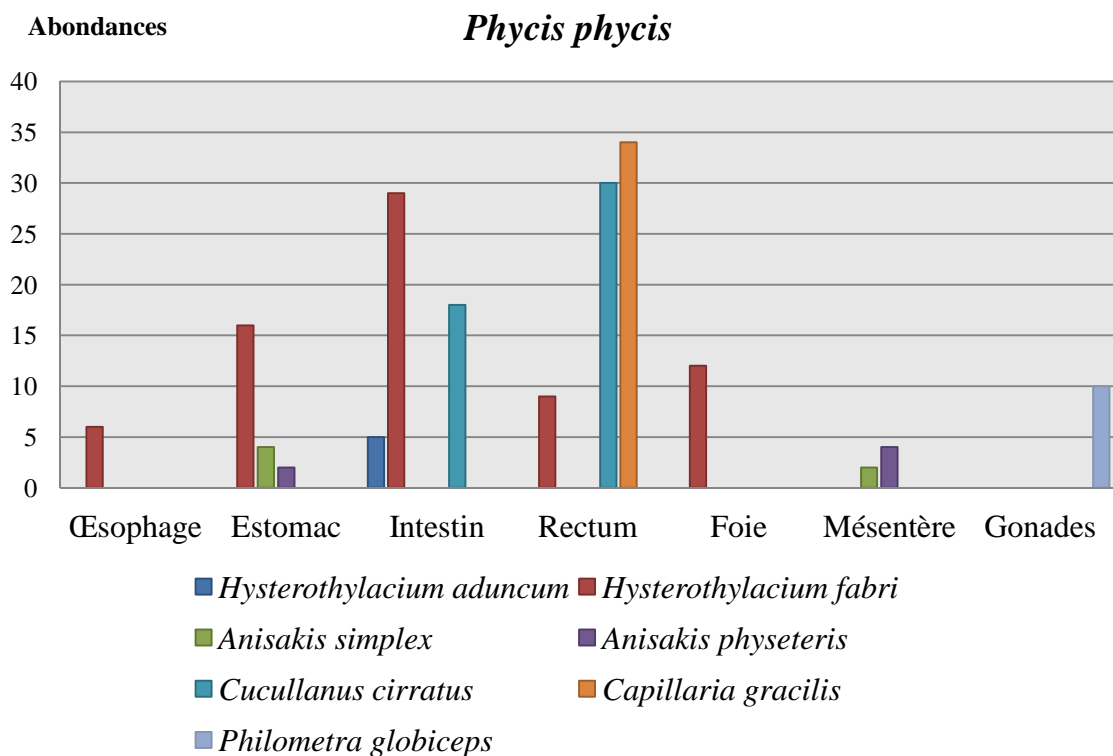
Le graphique 3 montre que d'une manière générale, les Anisakidae se localisent dans les portions antérieures (œsophage, estomac, intestin antérieur), et que les Nématodes « gadoids specialist » préféreraient les portions postérieures du tube digestif (intestin postérieur et rectum) des *Mostelles* de fond. Les espèces rares coloniseraient un seul organe à la fois : tous les spécimens d'*Ascarophis collaris* ont été récoltés dans l'œsophage, et tous ceux d'*Hysterothylacium sp* ont été récoltés dans l'intestin.

L'espèce *Hysterothylacium aduncum* est indifféremment répartie dans toutes les portions du tube digestif, de l'œsophage au rectum. Toutefois, elle aurait une

nette préférence pour l'intestin où son abondance est la plus importante. *Hysterothylacium fabri* est localisée dans l'estomac et dans l'intestin, dans le foie, son abondance est maximale.

Anisakis simplex est localisée dans l'intestin beaucoup plus que dans l'estomac. Elle a également été retrouvée encapsulée dans le foie (Photo 3, annexe 4). *Anisakis physeteris* est la seule espèce à avoir été récoltée dans le mésentère de *Phycis blennoides*, le plus grand nombre d'individus de cette espèce y a été retrouvé. Cette espèce a également été récoltée dans le foie où son abondance est à égalité avec celle d' *H.fabri*. Le plus petit nombre d'individus a été rencontré dans l'intestin puis dans l'estomac.

Cucullanus cirratus a été récoltée dans l'intestin et dans le rectum, *Capillaria gracilis* est l'espèce la plus abondante du rectum et n'a pas été observée dans les autres parties du tube digestif.



Graphique 4. Répartition des abondances des espèces de Nématodes dans le microhabitat chez *Phycis phycis*.

Hysterothylacium fabri est l'espèce qui coloniserait presque la totalité du tube digestif de *Phycis phycis*. Ainsi son abondance est maximale dans l'intestin, puis décroît dans l'estomac, le foie, le rectum et enfin dans l'œsophage (Graphique 4). Chez les Mostelles de roche elle serait la seule espèce à avoir été récoltée au niveau du foie.

Hysterothylacium aduncum n'a été récolté qu'au niveau de l'intestin

Les deux espèces d'*Anisakis* ont été récoltées dans l'estomac et dans le mésentère.

Le mode de répartition des « gadoïds specialist species » au sein du biotope intestinal est identique à celui observé chez les Mostelles de fond : *Cucullanus cirratus* colonise l'intestin et le rectum, tandis que l'espèce *Capillaria gracilis* colonise de manière exclusive le rectum.

Tous les spécimens de *Philometra globiceps* ont été retrouvés dans les gonades, ils seraient les seuls Nématodes à ne pas être localisés dans le tube digestif de *Phycis phycis* (Graphique 4).

Discussion

Les Anisakidae des espèces de Mostelles de Tunisie (Farjallah et al., 2006), ont un mode d'occupation de l'espace qui se rapproche de celui des nôtres. En effet, les larves L3 d'*Anisakis simplex* et d'*A.physeteris* ont été récoltées dans le foie ou bien dans la cavité générale des hôtes. *Hysterothylacium aduncum* l'a été dans l'intestin et le mésentère. Les larves L3 et L4 d'*Hysterothylacium fabri* ont été retrouvées dans les caecums pyloriques, l'estomac et le foie. Petter & Maillard (1988) estiment que la localisation de ces larves dans le foie est une localisation accidentelle. Cependant, et à en juger par l'abondance importante d'*Hysterothylacium fabri* dans le foie des Mostelles ainsi que dans celui des Rougets de roche (Hassani, 2011), nous supposons que ce Nématode tente la conquête d'un territoire nouveau, moins hostile, offrant de meilleures opportunités en matière de nutrition. En effet, Price (1980) pense que les communautés parasites en sont encore à des stades de développement précoces dans leur stratégie d'infestation et que les milieux hôtes sont encore largement sous exploités...

Concernant les espèces au site préférentiel strict, les résultats de cette étude sont en accord avec ceux de Perdiguero-Alonso (2008) et de Koie (1993b, 2001). Selon lesquels, les espèces de Nématodes « gadoid specialist » (*Cucullanus cirratus* et *Capillaria gracilis*) colonisent exclusivement la portion postérieure de l'intestin et le rectum. Néanmoins, Moravec (2001) signale que *Capillaria gracilis* a été récolté de l'estomac d'un poisson carangidae, *Trichonotus carolinus*.

Tepe et Oguz (2013), isolèrent *Philometra globiceps* de l'intestin d'*Uranoscopus scaber* et de *Trachurus mediterraneus*. Elle fut également trouvée dans les gonades et la cavité générale d'*Uranoscopus scaber* et de *Eucitharus linguatula* (Petter et al., 1984 ; Petter et Radujkovic, 1989). Il est généralement connu que les gonades des poissons représentent le microhabitat sélectif de *Philometra globiceps*. Cependant, étant donné que leur mode de transmission soit trophique, le tube digestif devient alors un lieu de transit obligatoire de ces parasites (Anderson, 2000).

Nous avons isolé uniquement 3 individus d'*Ascarophis collaris* à partir de l'œsophage de *Phycis blennoides*, Petter (1970) publie avoir trouvé cette nouvelle espèce dans l'estomac de *Phycis blennoides*. Depuis aucune autre étude n'a resignalée cet *Ascarophis* ailleurs.

L'analyse des modes d'occupation spatiale des infrapopulations parasites met en évidence certains facteurs influant :

Dans un premier degré il est à préciser que la taxinomie des espèces peut conditionner ces processus. Ainsi, les espèces congénériques ont un microhabitat plus similaire entre elles qu'avec les espèces taxinomiquement plus éloignées (Le Pommelet, 1993) (exemple des Nématodes de la famille Anisakidae de cette étude).

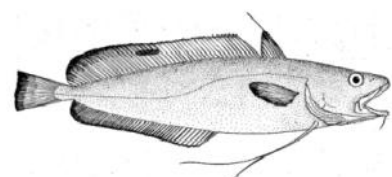
Dans un second degré, Rohde (1979), Rohde et Hobbs (1986) affirment que la restriction des sites serait une stratégie parasite afin d'augmenter les probabilités d'accouplement tout en diminuant celle d'hybridation entre les espèces. Nous en déduisant donc le rôle des interactions intraspécifiques dans ces processus de ségrégation spatiale.

Enfin, pour Holmes (1973 ; 1990) la compétition interspécifique est la force majeure qui a conduit à la ségrégation spatiales au cours de l'évolution et qui a agit

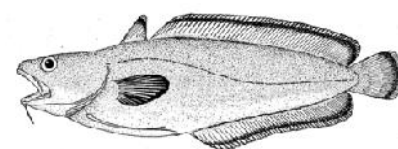
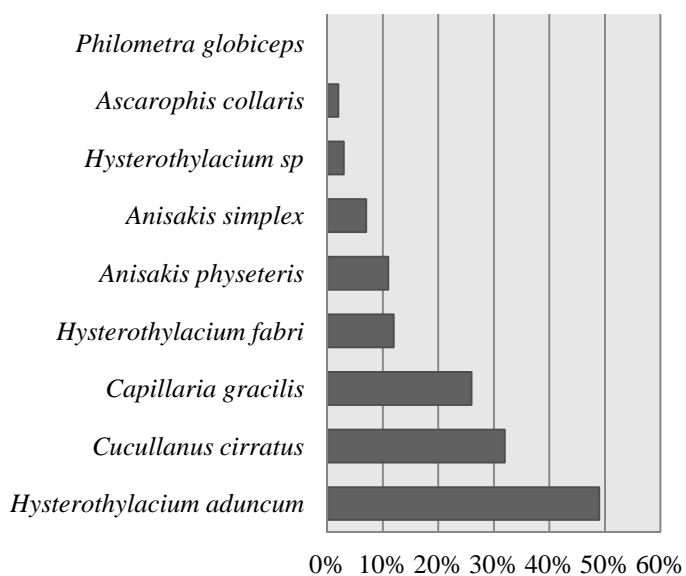
dans le sens d'une spécialisation des différentes espèces et « du partage des ressources ». Cependant, cela ne signifie pas que la répartition des espèces au sein de l'hôte soit une conséquence directe de l'influence taxinomique, de relations intraspécifiques ou encore de compétition interspécifique. Elle est donc loin d'être aussi formelle que ce que de nombreuses études (celle-ci y compris) prétendent.

1.3. Structure de la communauté parasitaire dans l'espace des deux milieux hôtes

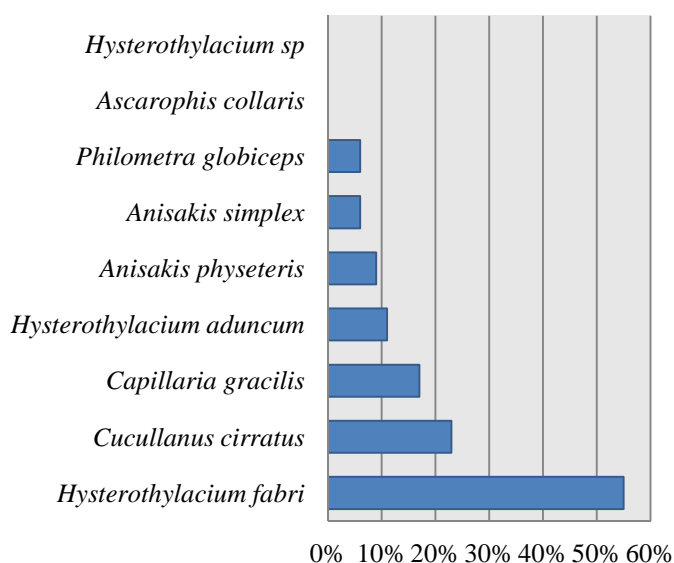
❖ Prévalences des parasites



Phycis blennoides



Phycis phycis



Graphiques 5. Prévalences des espèces de Nématodes dans l'espace des espèces hôtes

L'examen des graphiques ci-dessus démontre que *Hysterothylacium aduncum* est l'Anisakidae le plus fréquent chez *Phycis blennoides* (49%), contre une prévalence de 11% chez *Phycis phycis*. En revanche, la prévalence d'*Hysterothylacium fabri* est plus importante chez *Phycis phycis* (55%) contre 12% chez les Mostelles de fond.

Concernant les Nématodes du genre *Anisakis*, *A. physeteris* est plus fréquente qu'*A. simplex* aussi bien chez les Mostelles de fond que chez les Mostelles de roche.

Hysterothylacium sp (P=3%) et *Ascarophis collaris* (P=2%) sont des espèces rares qui n'ont été récoltées qu'à partir de *Phycis blennoides* telle que *Philometra globiceps* (P=6%) n'a été rencontrée que chez *Phycis phycis* (Graphiques 5).

Les valeurs de prévalences des « gadoid specialist species » chez *Phycis blennoides* sont supérieures à celles observées chez *Phycis phycis*. Néanmoins la prévalence de *Cucullanus cirratus* (P chez *P.blennoides*= 32%; P chez *P. phycis*= 23%) est plus importante chez les deux poissons hôtes que celle de *Capillaria gracillis* (P chez *P.blennoides*=26%; P chez *P. phycis*=17%).

Discussion

Les Mostelles de fond semblent être plus fréquemment parasitées par *Hysterothylacium aduncum*, aussi bien dans le cadre de cette étude que dans celui des autres études de Méditerranée (Pereira-Bueno, 1992 ; Valero et al., 2005 ; Farjallah et al., 2006). Le cas contraire est observé chez les Mostelles de roches, celles-ci le sont plus par *Hysterothylacium fabri*.

Ces auteurs, justifient cette disparité par la différence d'habitat des deux espèces hôtes : les Mostelles de fond évoluent plutôt sur un substrat sableux ou vaseux alors que les Mostelles de roche vivent dans les fonds rocheux. Leur régime alimentaire est par conséquent différent, constitué en son essentiel de poissons chez *Phycis blennoides* (Macpherson, 1978) et de Crustacés chez *Phycis phycis* (Papaconstantinou et Caragitsou, 1989) (voir chapitre II). Ainsi, nous présumons, que la raison pour laquelle l'espèce *Philometra globiceps* dont l'unique hôte intermédiaire obligatoire est un Copépode n'a jamais été rencontrée chez *Phycis blennoides*, de même qu'*Ascarophis collaris* dont l'hôte intermédiaire est un poisson n'a pas été rencontrée chez *Phycis phycis*.

❖ diversité des parasites

Cette approche de la diversité consiste à tenir compte d'une part du nombre d'espèces de Nématodes présentes dans chaque une des deux espèces de Mostelles (de fond ou de roche) et d'une autre part de l'abondance de celles-ci.

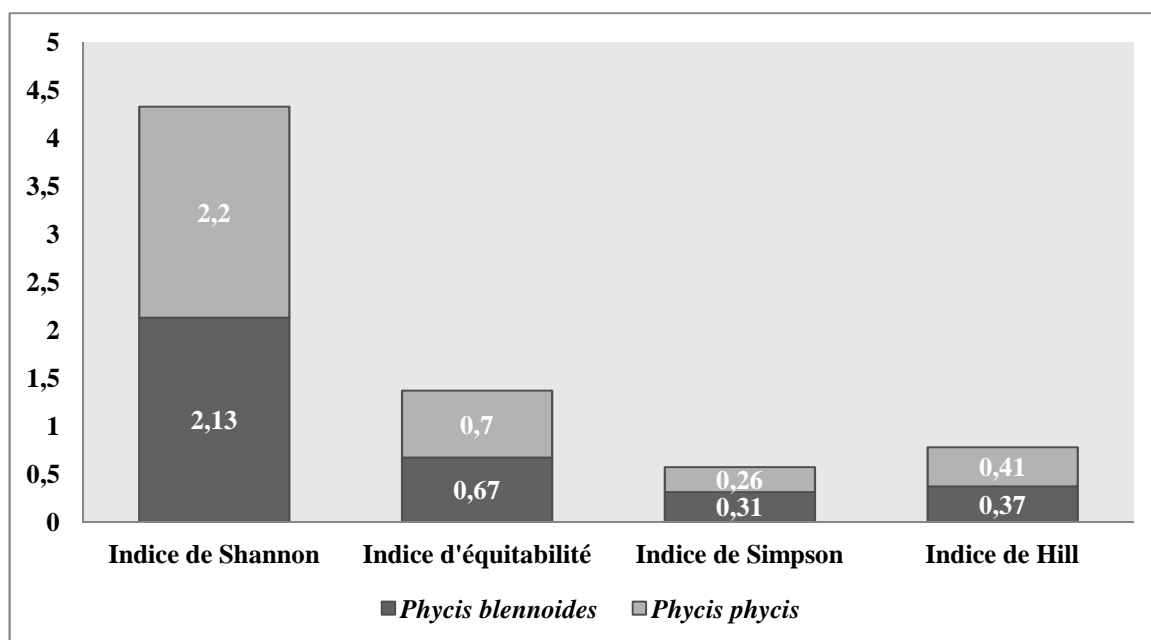
Dans ce travail nous utiliserons deux indices mathématiques, Shannon H' (sensible aux variations d'importance des espèces les plus rares) et Simpson D

(sensible aux variations d'importance des espèces les plus abondantes). Ces deux indices constituent à proprement parler, les indices de la diversité spécifique, fournissant des informations relatives à cette double considération de la richesse spécifique S (nombre d'espèces de parasites constituant la communauté) et de l'abondance. La valeur de l'indice de Shannon varie de 0 (une espèce dominant très largement toutes les autres) à $\log S$ (lorsque toutes les espèces ont à peu près la même abondance). La valeur de l'indice de Simpson est inversement proportionnelle à la diversité, celle-ci varie de 0 à 1.

Leur utilisation en concomitance nous permettra de réaliser une étude plus complète des informations concernant la structure de cette communauté parasitaire.

Nous calculerons également l'indice d'équitabilité IE de Pielou (Evenness) qui nous permettra d'établir le rapport entre la diversité mesurée et la diversité théorique maximale H_{\max} de l'indice de Shannon. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équi-répartition des individus dans les espèces de la communauté).

Outre les indices de Shannon et de Simpson, nous calculerons la série d'indices de Hill qui par sa composante : $1/D$, tenant compte des espèces abondantes et par sa composante e^H , tenant compte des espèces rares, nous fournira une vue encore plus précise de la diversité des populations parasitaires. Selon sa formulation, plus l'indice de Hill est proche de 1 et plus la diversité sera faible, et plus il tend vers 0, plus la diversité sera importante.



Graphique 6. Histogrammes des valeurs des quatre indices de diversité parasitaire chez les espèces hôtes.

L'analyse du graphique 6 montre que la valeur de l'indice de Shannon calculé pour les infracommunautés de Nématodes chez *Phycis phycis* ($H' = 2,2$) est plus importante que celle calculée chez *Phycis blennoïdes* ($H' = 2,13$), en revanche, l'indice de Simpson est plus élevé chez les Mostelles de fond ($D = 0,31$), ceci indique que la diversité des infracommunautés parasites est plus élevée chez les Mostelles de roches.

L'indice d'équitabilité de Pielou, aussi bien chez les Mostelles de fond que chez les Mostelles de roches ($IE = 0,67$; $IE = 0,7$, respectivement) détermine un rapprochement des valeurs de l'indice de Shannon H' avec ses valeurs théoriques ($H_{\max} = 3,17$). Ces calculs traduisent une codominance des espèces de Nématodes au sein de chaque communauté parasite chez les deux poissons hôtes (Graphique 6). Les valeurs de l'indice de Hill vont dans ce même sens étant donné qu'elles tendent vers 0 ($H = 0,37$; $H = 0,41$).

Le calcul de ces indices de diversité permet une lecture intuitive des données.

Cependant, nous avons estimé le degré de significativité entre la diversité des populations parasites chez les deux espèces de Mostelles par le test t de Student, où t est défini par :

$$t = \frac{H'1 - H'2}{\sqrt{\frac{Var(H'1) + Var(H'2)}{2}}}$$

(H'1 étant l'indice de Shannon calculé pour l'espèce *Phycis blennoides* et H'2 celui calculé pour l'espèce *Phycis phycis*); Var est la variance, dont la formule est la suivante :

$$\text{Var}(H) = \frac{\sum pi*(lnpi)^2 - (\sum pi*lnpi)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2}$$

Il en suit une loi de distribution de Student avec ν degrés de liberté, où :

$$\nu = \frac{\text{Var}(H'1) + \text{Var}(H'2)}{\frac{(\text{Var}(H'1))^2}{N1} + \frac{(\text{Var}(H'2))^2}{N2}}$$

La valeur tabulaire de t correspondant au degré de liberté ν calculé, indique qu'il n'y a pas de différence significative entre la diversité des communautés parasitaires des deux espèces de *Mostelles*, et ce en dépit de la présence de certaines espèces rares exclusivement chez l'une ou chez l'autre des deux espèces hôtes.

Discussion

Très peu d'ichtyoparasitologues se sont intéressés à l'étude comparative de la diversité des infracommunautés parasitaires d'hôtes phylogénétiquement proches. Les deux études de Valero et *al.* (2005) et Farjallah et *al.* (2006), n'ont trouvé aucune différence significative de la biodiversité des Anisakidae entre *Phycis blennoides* et *Phycis phycis*, bien que le mode de dispersion de ces Nématodes soit différent dans chacune des espèces hôtes. Ces deux études n'ont cependant pas visé les autres familles de Nématodes.

Chez les Mullidae, il n'y avait pas de différences significatives entre la diversité parasitaire (Digènes et Crustacés parasites) des Rougets de roche et des Rougets de vase pêchés en Oranie (Boudaoud-Krissat, 1979). En 1997, Le Pommelet et *al.* obtinrent des résultats similaires chez les mêmes poissons hôtes provenant de cinq sites du golfe du Lion ainsi que de la côte Corse, et cela en dépit de la différence d'habitats des deux espèces de Rougets impliquant des régimes alimentaires différents. Kalay et *al.* (2009) révélèrent que les prévalences d'*Hysterothylacium aduncum* de deux poissons Sparidés (le Sar à tête noire : *Diplodus vulgaris* et la Dorade royale : *Sparus aurata*) de la mer Noire étaient similaires.

2. Parasitisme et facteurs abiotiques

2.1. Influence des milieux géographiques

❖ Prévalences des Nématodes

La figure 14 représente la répartition des prévalences des infrapopulations parasitaires par secteurs de sites chez *Phycis blennoïdes* et *Phycis phycis*.

La prévalence maximale des Mostelles de fond parasitées par *Hysterothylacium aduncum* est enregistrée à Béni-Saf. Puis ces prévalences décroissent à Oran (P=54%), Mostaganem (P=47%) puis Bouzedjar. Le plus petit pourcentage de poissons parasités par ce Nématode est enregistré à Arzew (39%).

Le taux maximal de prévalence d'*Hysterothylacium fabri* (17%), est enregistré à Bouzedjar et le plus faible à Arzew (7%).

Les prévalences les plus importantes des Nématodes du genre *Anisakis* ont été enregistrées à Béni-Saf (P *A. simplex*=22% ; P *A. physeteris*=11%) et Bouzedjar. A Oran et à Arzew, les prévalences de ces Nématodes sont les plus faibles et à Mostaganem, aucun poisson n'est parasité par *A. simplex*.

Les prévalences des espèces de Nématodes spécialistes des Gadidés sont maximales à Oran (P *C. cirratus*=35% ; P *C. gracillis*=43%). Le plus petit nombre de poissons parasités par *Cucullanus cirratus* est enregistré à Arzew (P=25%), uniquement 5% des Mostelles de fond seraient parasitées par *Capillaria gracillis* à Mostaganem. Les espèces *Ascarophis collaris* et *Hysterothylacium* sp n'ont été rencontrées qu'à Béni-Saf.

Chez les Mostelles de roche, la prévalence maximale d'*Hysterothylacium fabri* est enregistrée à Kristel et à Béni-Saf, la valeur la plus faible à Ain el turck.

Des prévalences similaires d'*Anisakis simplex* 11% et d'*Anisakis physeteris* 17%, sont enregistrées à Kristel et à Béni-Saf. Cependant aucun poisson d'Ain el turck n'en est parasité.

La prévalence maximale des « gadoid specialist species » est enregistrées à Ain el turck et la plus faible à Kristel.

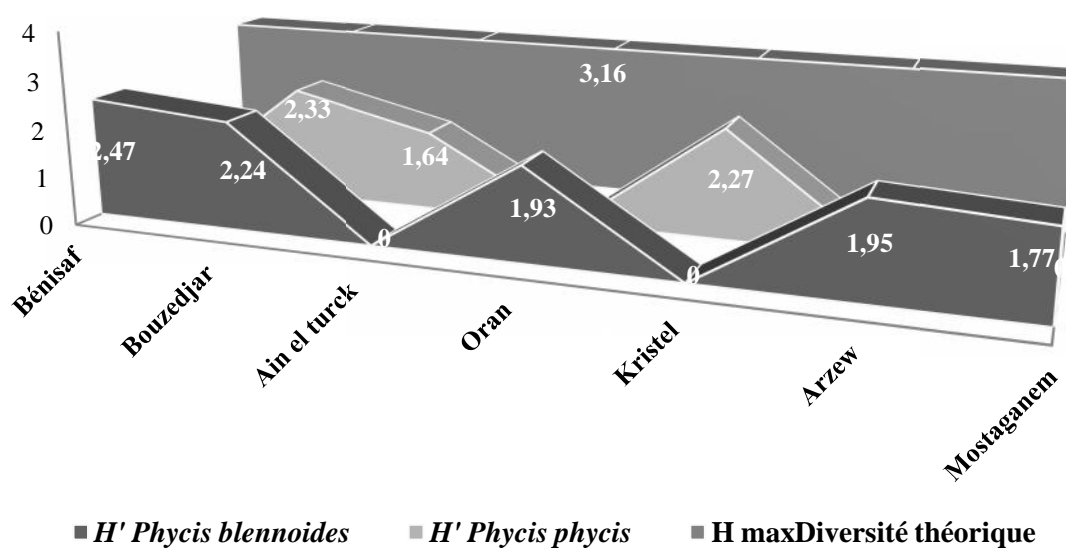
Les 5 individus de *Philometra globiceps* ont été rencontrés uniquement chez deux Mostelles de roche à Béni-Saf.

Les compositions des communautés parasitaires de Béni-Saf et de Bouzedjar se rapprochent. Ces sites sont caractérisés par la présence de toutes les espèces recensées chez les Mostelles de fond. Les plus importantes prévalences d'Anisakidae y ont été enregistrées.

Les sites d'Oran, d'Arzew et de Mostaganem seraient plutôt des sites à « gadoid specialist species », avec de faibles valeurs de prévalences des Anisakidae.

Concernant les Mostelles de roches, il y a également présence de toutes les espèces répertoriées dans le site de Béni-Saf, et à un moindre degré dans celui de Kristel, le site d'Ain el turck serait également un site à « gadoid specialist species ».

❖ Diversité des Nématodes



Graphique 7. Calcul de l'indice de Shannon H' des sites de prélèvements pour les deux poissons hôtes en comparaison avec la diversité maximale théorique H_{max} .

Dans le graphique 7, les sites des prélèvements sont positionnés en abscisses d'Ouest en Est. Les valeurs de l'indice de Shannon H' en comparaison avec sa valeur théorique H_{max} sont en ordonnées. L'analyse du graphique, démontre que pour les deux espèces de Mostelles hôtes, la diversité théorique maximale ($H_{max} = \text{Log}, S = 3,17$) n'a été atteinte dans aucun des sept sites de prélèvement.

L'indice d'équitabilité de Pielou IE , indique un rapprochement de la diversité théorique maximale et donc une équi-répartition des espèces de Nématodes à Béni-Saf ($IE = 0,78$; $H' = 2,47$) et Bouzedjar ($IE = 0,70$; $H' = 2,24$).

L'écart entre les valeurs de H' et de H_{max} est d'autant plus grand que le nombre d'individus des espèces composant la communauté de Nématode est faible. Ce cas de figure est observé pour les sites de Mostaganem ($IE = 0,55$; $H' = 1,23$) et

Oran (IE=0,60 ; H'=1,93), où la valeur de diversité minimale a été relevée. La diversité des Nématodes à Arzew (IE=0,61 ; H'=1,95) aurait une valeur intermédiaire entre celle de Mostaganem et celle d'Oran (Graphique 7).

La courbe des valeurs de H' chez les Mostelles de fond tend à régresser d'Ouest en Est. L'indice de Shannon le plus élevé est relevé à Béni-Saf et le plus faible à Mostaganem. Chez les Mostelles de roche le site d'Ain el turck présente le plus bas taux de diversité : H'=1,64 contre H'=2,27 à Kristel et H'=2,33 à Béni-Saf. L'indice d'équitabilité calculé pour le site d'Ain el turck (IE= 0,41) tend vers 0, il indique la présence d'espèces dominantes, notamment celle des espèces spécialistes ainsi que d'*Hysterothylacium fabri* (Figure 14). Les indices d'équitabilité calculés pour les sites de Béni-Saf (IE= 0,73) et de Kristel (IE= 0,71) indiquent une codominance des espèces du peuplement de Nématodes.

Le test de t de Student indique qu'il n'y a pas de différences significatives entre la diversité des communautés de Nématodes et les différents sites de pêches des Mostelles hôtes.

Discussion

Nos résultats rendent la liaison entre l'état de pollution des sites de pêche et de la diversité parasitaire difficile à établir, en raison du manque de connaissances sur les grandes bathymétries. De nombreuses études feraient état sur la pollution métallique importante de Mostaganem et d'Arzew et microbiologique d'Ain el turck (Kerfouf, 2006 ; Kerfouf et *al.*, 2010 ; Remili et Kerfouf, 2013 ; Kies et Kerfouf, 2014), les taux les plus faibles de la diversité des Mollusques et des Echinodermes y ont été signalés en comparaison avec d'autres sites de la côte oranaise (Méziane et Kerfouf, 2013 ; Allaili et Kerfouf, 2014). En revanche, le site de Kristel présente un taux de diversité de Nématodes important, et est considéré comme « le site de référence » par de nombreuses études (Belhouari-Bekhedda, 2012; Rouane-Hacéne, 2013; Hasani et *al.*, 2012; Hassani et *al.*, 2015) même s'il reste très proche de la raffinerie de pétrole d'Arzew. Cependant toutes ces données ne concernent que les zones côtières.

En comparaison avec les études de Valero et *al.* (2005) et de Farjallah et *al.* (2006), chez *Phycis blennoides*, les prévalences de nos espèces d'Anisakidae ont des

valeurs intermédiaires. Chez les Mostelles de roche, la prévalence d'*Hysterothylacium fabri* se situerait également entre celles des deux précédentes études. En revanche, nous avons enregistré les valeurs de prévalences les plus importantes d'*Hysterothylacium aduncum*, d'*Anisakis physeteris*, ainsi que d'*Anisakis simplex* chez nos deux espèces de Mostelles en Méditerranée.

Tenrnegu et *al.* (2009), compara les prévalences parasitaires (Crustacés parasites, Digènes, Monogènes, Cestodes et Nématodes) de plusieurs espèces de poissons téléostéens à l'intérieur et à l'extérieur de la réserve protégée de Bonifacio en Corse. Chez *Phycis phycis*, seule *Philometra globiceps* montra une spécificité liée au site de prélèvement, les autres espèces étaient indifféremment réparties. Selon cet auteur, la composition parasitaire semble être beaucoup plus liée à la phylogénie des hôtes plutôt qu'à leur habitat. Néanmoins, ce dernier peut avoir un effet sur les valeurs des abondances des parasites, par son influence sur celle des hôtes intermédiaires (invertébrés benthiques), principaux acteurs des cycles biologiques parasitaires (Poulin et Rohde, 1997). Chez la Morue atlantique, Les valeurs des prévalences des « gadoid specialist species » étaient supérieures à celles des espèces généralistes dans les mers septentrionales (mer de Norvège, mer Baltique, mer du Nord). Au plus près des mers méridionales, cette tendance s'inversait progressivement (Perdiguero-Alonso et *al.*, 2008).

Ainsi, la composition de la faune parasitaire des poissons dits de haute mer, « deep-sea fishes » est assez homogène, constituée essentiellement d'espèces généralistes (ciblant des poissons de différents taxons). Ceci serait probablement lié au fait de la relative constance des facteurs abiotiques dans les grandes profondeurs : oligotrophie, faible oxygénation, température relativement constante en dessous de -200m (Rotllant et *al.*, 2002). Bray (2004) rapporte que les taux de diversités des Digènes généralistes, étaient plus importants chez les poissons de haute mer que ceux de leurs congénères des eaux peu profondes. Les résultats de Klimpel et *al.* (2001 ; 2006) révèlent que les « deep sea fishes » auraient une plus large gamme de proies préférentielles que celles des « shallowest water fishes », comme réponse aux contraintes imposées par la vie dans les bathymétries importantes. Par conséquent, ils présenteraient des taux diversités parasitaires plus importants que ceux des poissons côtiers.

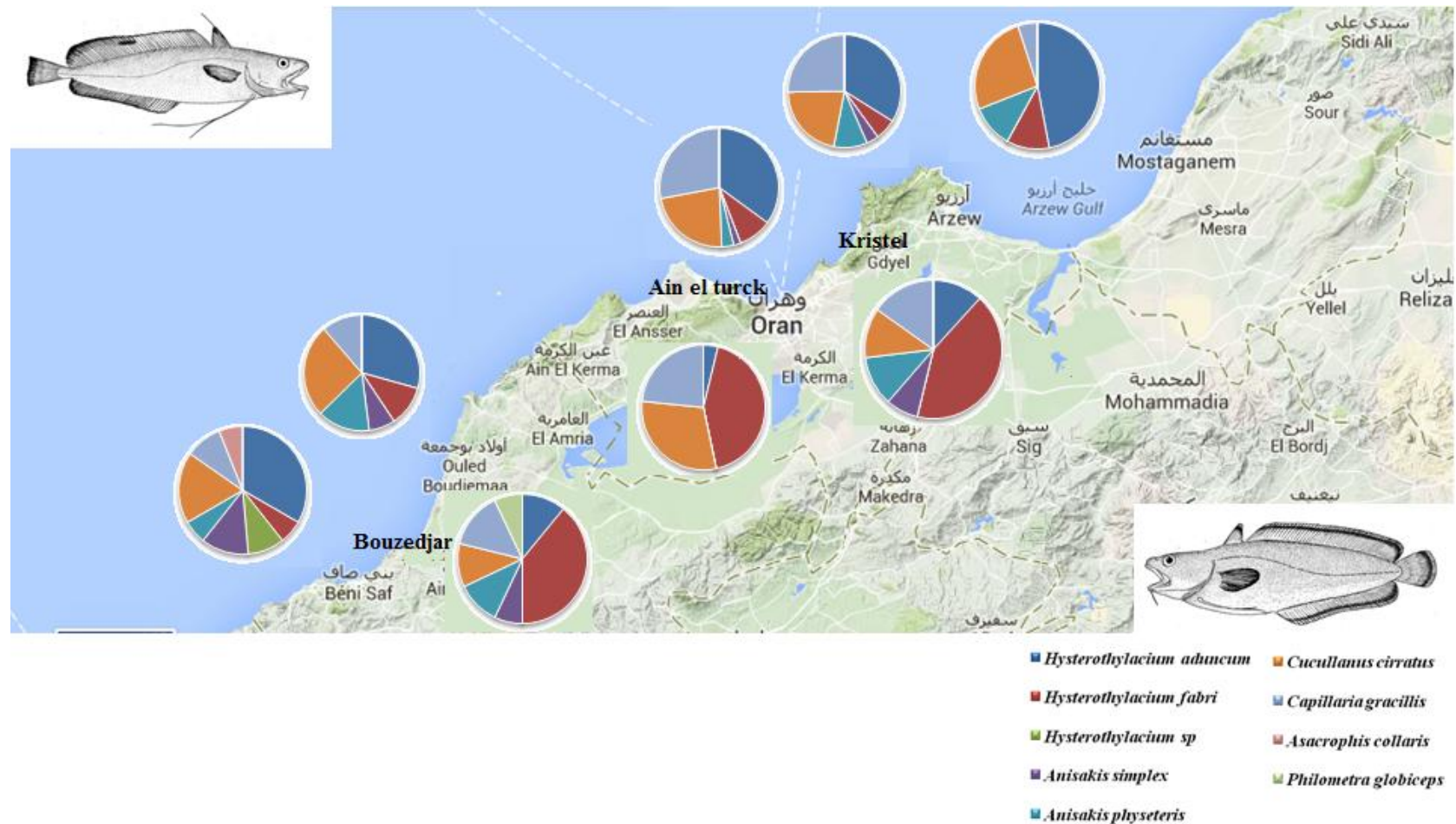


Figure 14. Prévalences des infrapopulations parasites par secteurs de sites

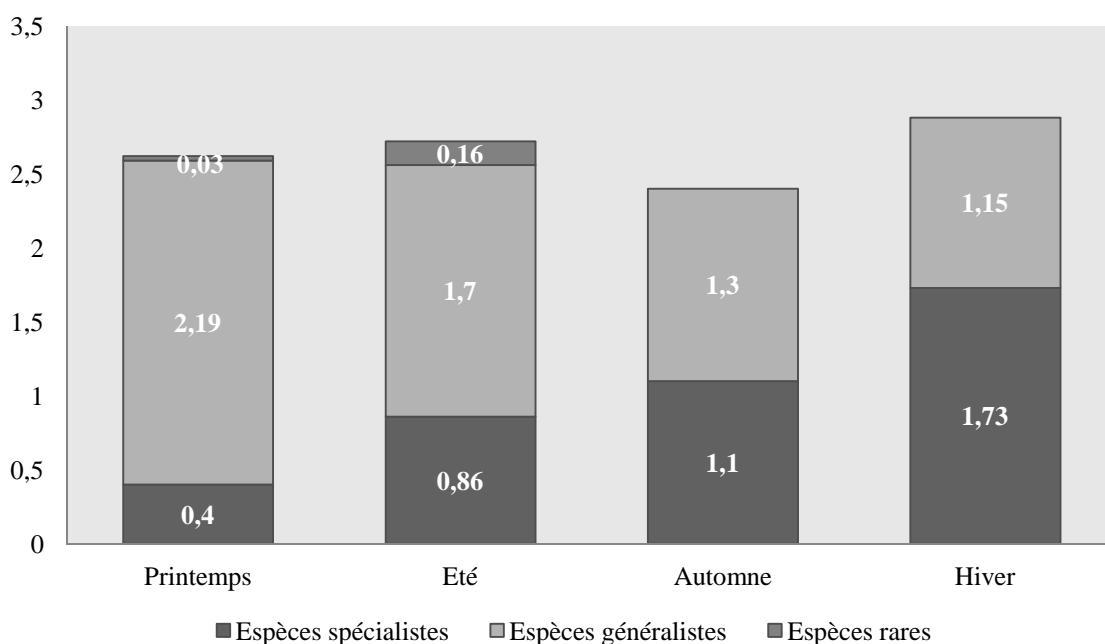
2.2. Influence des saisons

Pour aborder cet aspect, nous avons regroupé les espèces de Nématodes en trois catégories :

- Les espèces généralistes : ce sont tous les Anisakidae (*Hysterothylacium aduncum*, *H.fabri*, *Anisakis simplex*, *A.physeteris*)
- Les espèces spécialistes : *Cucullanus cirratus* et *Capillaria gracilis*.
- Les espèces rares : *Hysterothylacium* sp, *Ascarophis collaris* et *Philometra globiceps*.

L'année dont les données ont été prises en considération est l'année 2013 concernant uniquement *Phycis blennoides*, car la fréquence des échantillonnages était régulière faisant référence aux saisons.

La répartition des abondances des Nématodes en fonction des saisons est représentée dans le graphique 8.



Graphique 8. Variations des abondances des espèces de Nématodes en fonction des saisons.

L'examen du graphique 8 indique que les valeurs des abondances des Nématodes spécialistes augmentent progressivement à partir du printemps, saison durant laquelle, et contre toute attente, elles sont minimales. Les abondances des espèces généralistes suivent une tendance inverse, leurs valeurs sont maximales au

printemps puis diminuent progressivement à partir de l'été. Leur abondance minimale est enregistrée en hiver. Les espèces rares ne font leur apparition qu'au printemps et en été (Graphique 8).

L'indice de Shannon calculé pour les quatre saisons, indique un taux maximal de la diversité parasitaire durant l'automne ($H'=2,44$) et l'été ($H'=2,25$), le taux de diversité le plus faible se situerait en durant l'hiver ($H'=1,73$), l'indice de Shannon est de $H'=2,11$ pour le printemps.

Le test t de Student montre que la différence entre la valeur de diversité parasitaire maximale de l'automne et celle minimale de l'hiver est significative au seuil de confiance $\alpha = 0,05$ (test bilatéral). Ce résultat peut être expliqué par les températures de l'automne de l'année 2013 qui présentaient des valeurs supérieures aux normales saisonnières (ONEM).

Discussion

L'impact des fluctuations saisonnières sur la dynamique des populations parasitaire est bien connu, et les exemples concernant ce sujet dans la littérature sont très nombreux. En effet, l'abondance maximale des Anisakidae a été enregistrée au printemps et en été (Farjallah et *al.*, 2006) saisons durant lesquelles, les Mostelles de fond sont le plus actives et se nourrissent plus, de ce fait, la probabilité de consommation d'hôtes intermédiaires vecteurs des parasites augmente. En Espagne, le taux maximal des plus grandes Mostelles (hébergeant le plus grand nombre de parasites) aurait été relevé pendant ces saisons (Lloret et Leonart, 2002). Kalay et *al.* (2009) publia des résultats similaires concernant l'augmentation significative des prévalences d'*Hysterothylacium aduncum* durant les saisons chaudes chez les Sparidés de mer Noire. En effet, le développement des larves de d'*Hysterothylacium aduncum* et d'*Anisakis simplex* ralentit considérablement lorsque la température de l'eau est inférieure à 18°.

Koie (2000) nota des prévalences maximales des stades adultes de *Cucullanus cirratus* chez la Morue atlantique durant les mois d'octobre à février. L'occurrence des Philometridae avait également lieu à partir de la fin du mois de juin à mi-septembre, période qui concorderait avec la prolifération des Copépodes hôtes intermédiaires obligatoires de ces Nématodes (Moravec, 1977b). La

température apparait donc comme étant le facteur abiotique ayant le plus d'influence sur la dynamique des cycles de développement et de transmission des parasites.

Néanmoins, les liens directs entre la température et la composition qualitative ou quantitative de la communauté parasitaire ne sont pas si évidents, tant les variables environnementales pouvant agir sur la biologie des hôtes, des hôtes intermédiaires ou paraténiques sont nombreuses. Parmi les multiples facteurs environnementaux, certains ne sont cependant pas à négliger : le régime des courants, leur force ou leur directions ainsi que la nature du substrat, ceux-ci peuvent jouer un rôle important quant à la dispersion des stades de vie libres des parasites (œufs ou larves) ou bien à l'accessibilité des hôtes intermédiaires (Le Pommelet et *al.*,1997).

Conclusion & Perspectives

Au terme de cette étude sur les helminthes parasites de la Mostelle de fond et de la Mostelle de roche de la côte oranaise, nous avons pu dans un premier temps, dresser un inventaire des Nématodes des Gadidés et dans un second, analyser les variabilités des structures démographiques des infrapopulations au travers du calcul des indices parasitaires et des indices de la diversité spécifique, le tout soutenu par des testes statistiques adéquats.

Ce travail s'est échelonné sur deux années et demie (Octobre 2011 à Juillet 2014). L'examen parasitologique de 184 poissons, nous a permis d'inventorier neuf espèces de Nématodes, qu'il nous est apparu évident de classer en trois catégories : Les Nématodes généralistes, les Nématodes spécialistes et les Nématodes rares.

Les Nématodes généralistes sont toutes les espèces d'Anisakidae, elles sont communes aux deux Gadidés (à l'exception d'*Hysterothylacium* sp), il s'agit : des larves du 4^e stade d'*Hysterothylacium fabri*, des stades adultes d'*Hysterothylacium aduncum*, des larves du 3^e stade d'*Anisakis simplex* et d'*Anisakis physeteris*.

Les espèces de Nématodes spécialistes : *Cucullanus cirratus* et *Capillaria gracilis*, sont également communes aux deux espèces de Gadidés.

Les espèces rares : *Hysterothylacium* sp et *Ascarophis collaris* n'ont été rencontrées que chez *Phycis blennoides* par opposition, *Philometra globiceps* n'a été rencontrée que chez *Phycis phycis*.

Nous signalons la présence des Nématodes : *Anisakis simplex*, *Anisakis physeteris*, *Ascarophis collaris*, *Cucullanus cirratus*, *Capillaria gracilis* et *Philometra globiceps* pour la première fois en Algérie.

Des discussions concernant les positions taxinomiques de chaque espèce, nous avons pu constater que certains de nos Nématodes présentaient des différences biométriques avec ceux des descriptions originales, ceci ne permettait cependant pas qu'on les attribue à de nouvelles espèces. C'est notamment le cas de *Capillaria gracilis*, dont nous nous sommes interrogé sur la possibilité d'en analyser l'empreinte génétique. En effet, depuis l'introduction de ces outils dans la taxinomie et la phylogénie, plusieurs descriptions d'espèces ont été révisées, de

nouvelles espèces ont été décrites pendant que d'autres ont été assignées à de nouvelles positions taxinomiques (Lecointre et *al.*, 1993). Cependant et à ce jour aucune "unité de mesure" génétique des Nématodes parasites n'est définie dans la littérature (Blouin et *al.*, 1998) et l'utilisation des données génétiques en l'absence d'un autre support biologique n'est pas recommandée, elle doit impérativement être corrélée à un profil biologique distinct, incluant un nombre de caractères morphologiques et de comportements écologiques et épidémiologiques (Thompson et *al.*, 1998).

Nous avons également dû trancher quant à l'attribution des Cucullanidae rencontrés au cours de ce travail à l'espèce *Cucullanus cirratus*, en effet dans la littérature, les Cucullanidae présents chez *Phycis phycis* ont été attribués à l'espèce *Cucullanus longicollis* (Nématode spécialiste des poissons Mullidae), pour notre part, nous avons préféré désigner ce parasite sous le nom de *Cucullanus cirratus* en fonction de son spectre d'hôte (les Gadidés), ce qui est une pratique courante en systématique des parasites (Poulin et Keeney 2008).

Sur le plan écologique, nous préférons garder une certaine réserve quant aux conclusions que l'on pourrait tirer de nos résultats, tant l'équation est d'une complexité extrême. Aussi, il nous est apparu inapproprié d'établir des relations directes entre les différentes variables étudiées, ceci n'exclut cependant pas le fait qu'il existe certains aspects dont nous ne pouvons ignorer l'évidence.

De ce fait, Les prévalences parasitaires des Anisakidae augmentent significativement avec la taille des Mostelles, celles des Nématodes spécialistes sont maximales chez les plus petit individus mais sans significativité.

Au niveau du biotope viscérale, les Anisakidae ont une position antérieure (de l'œsophage à l'intestin) à celle des Nématodes spécialistes (Intestin et rectum), certaines espèces sont indifféremment réparties telle qu'*Hysterothylacium fabri* que l'on a même retrouvé au niveau du foie. Les espèces rares ont des sites préférentiels stricts.

A l'échelle des espèces hôtes, on pourrait dire en termes simples qu'*Hysterothylacium fabri* est à *Phycis phycis*, ce qu'est *Hysterothylacium aduncum* à *Phycis blennoides*.

Le calcul des indices de diversité spécifiques montre qu'il n'y aurait pas de différence significatives de la diversité parasitaire des deux espèces de *Mostelles*, et ce en dépit de leur différence d'habitat et de régime alimentaire, la phylogénie apparaît donc comme le facteur biotique le plus important influant la composition qualitative et quantitative des infracommunautés parasitaires des poissons hôtes.

Face aux facteurs abiotiques que sont les sites de prélèvements et les saisons, nous avons pu noter une globale homogénéité de la diversité des Nématodes dans tous les sites de prélèvements des deux *Mostelles*, avec toutefois, quelques différences qui mériteraient d'être mentionnées : les sites d'Ain el turck et de Mostaganem montrent une dominance des Nématodes « gadoid specialist », ceux de Kristel et de Béni-Saf, indiquent une codominance de tous les Nématodes associée à une diversité plus importante.

Concernant les saisons, les dominances des Anisakidae augmentent avec la température, à l'inverse de celles des Nématodes spécialistes augmentent durant les saisons froides. Il y aurait de plus, une différence significative entre la diversité spécifique des Nématodes en hiver et en automne, saison où contre toute attente elle est maximale.

Nous avançons prudemment l'hypothèse qu'il y aurait une compétition interspécifique entre les Nématodes généralistes et spécialistes par les multiplications des coïncidences : ils ne se trouvent pas chez les poissons de même taille ; ils ne partagent pas le même microhabitat ; ils ne se trouvent pas à la même saison, ni dans le même site de prélèvement. Là également le facteur phylogénique intervient pour que vivent ensemble toutes les espèces proches (Le Pommelet, 1993) parallèlement à l'éternel chassé-croisé avec les espèces taxinomiquement plus éloignées.

Nos résultats se rapprochent de ceux des deux études prises comme références (Espagne : Valero et *al.*, 2005 et Tunisie : Farjallah et *al.*, 2006) mais beaucoup plus de celle de l'Ouest méditerranéen, ceci corroborerait avec l'hypothèse de l'homogénéité des facteurs abiotiques en haute mer (Rotllant et *al.*, 2002).

Nous proposons enfin, que la structure parasitaire de l'ichtyofaune profonde soit être investiguée d'avantage, en incluant d'autres Gadidés de la côte algérienne,

dans le cadre de notre projet de recherche C.N.E.P.R.U (F0212013102), visant à surveiller les pollutions des eaux côtières et des produits de la pêche dans l'Ouest algérien. Cependant, les protocoles d'échantillonnages devront être normalisés et faire strictement référence aux saisons, l'identification des Nématodes devra être basée sur une étude morpho-anatomique détaillée couplant observations au microscope photonique et électronique à balayage, et validée par un séquençage de l'ADN des Nématodes, afin de contourner le concept de l'existence d'espèces dites cryptiques, morphologiquement indiscernables malgré l'existence de différences génétiques ou inversement d'espèces caractérisées par des différences morphologiques dues à leur large répartition géographique alors qu'il n'y aurait à priori pas de divergences génétiques entre elles (Thompson et Lymbery ,1996).

Références
Bibliographiques

A

- Abdel-Ghaffar, F., Abdel-Gaber, R., Bashtar, A.R., Morsy, K., Melholm, H., Al Qusaishy, S et Saleh, R. 2014. *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda, Anisakidae) with new host record from the common Sole *Solea solea* (Soleidae) and its role as biological indicator of pollution. *Parasitology Research*. 114 (2): 513-522.
- Abecasis, A.R.T., Canha, A., Reis, D., Pinho, M.R et Gil-Pereira, J. 2009. Age and growth of the forkbeard *Phycis phycis* (Gadidae) from the Azorean archipelago, North Atlantic. *Journal of Marine Biology*.89: 629-633.
- Abollo, E., Gestal, C et Pascual, S. 2001. *Anisakis* infestation in marine fish and cephalopods from Galician waters: an updated perspective. *Parasitology Research*. 87:492-499.
- Agrawal, V.1965. Two New Spirurid Nematode Parasites from Fresh water Fishes of India. *Procol of the helminthologic Society of Washington*.32 (2): 246-249.
- Akmirza, A. 1997. Metazoon parasites of red mullet (*Mullus surmuletus* L.) Caught near gökçeada. *Veteriner Fakültesi Dergisi (Istanbul)*. 26 (1): 129-140.
- Albikovskaya, L.K et Gerasimova, O.V. 1993. Food and Feeding Patterns of Cod (*Gadus morhua* L.) and Beaked Redfish (*Sebastes mentella* Travin) on Flemish Cap. *Scientific Council Studies*. 19: 31-39.
- Allaili, H et Kerfouf, A. 2014.Biodiversity of echinological fauna of hard substrates of the Algerian west coast. *International Journal of Sciences: Basic and applied research*. 19(1): 81-87.
- Allain, V.2001. Reproductive strategies of three deep-water benthopelagic fishes from the northeast Atlantic Ocean. *Fishery Research*.51: 165-176.
- Anderson, R.C. 1958. Méthodes pour l'examen des Nématodes en vue apicale. *Annales de parasitologie Humaine et Comparée*. 33 :171-172.
- Anderson, R.C. 2000. Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission. 2nd Edition, Waligford, UK, Cabi Publishing. 650 pp.

- Anderson, R.C., Chabaud, A.G and Willmott, S. 2010. Keys to the Nematodes parasites of Vertebrates. *Archival volume. 2nd Edition* Wallingford, UK, Cabi Publishing. 463pp.
- Arthur, J. R. et Albert, E. 1994. A survey of the parasites of Greenland halibut zoogeography in this fish. *Canadian Journal of Zoology*. 72 : 765-778.
- Ash, L. R. et Orihel, T. C. 1991. Parasites: a guide to laboratory procedures and identification. *ASCP Press, Chicago*.65pp.

B

- Baker, M.R., 1984. On the biology of *Cucullanus cystophora* in Perch (*Perca flavescens*) from Lake Erie, Ontario. *Canadian Journal of Zoology*. 62: 2062-2073.
- Balbuena, J.A., Karlsbakk, E., Saksvik, M., Kvenseth, A.M. et Nylund, A. 1998. New data on the early development of *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Anisakidae). *Journal of Parasitology*. 84: 615-617.
- Barreto, A.L. 1922. Revision of the Family Cucullanidae (Barreto, 1916). *Mem. Inst.Osw.Cruz*.14:68-87.
- Bashirullah, A.K.M et Adams, J.R. 1983. *Philonema oncorhynchi*: effect of hormones on maturation in anadromous sockeye, *Oncorhynchus nerka*. *International Journal for Parasitology*. 13:261-265.
- Baylis, H.A. 1923. Report on a collection of parasitic Nematodes mainly from Egypt. Part I. Ascaridae and Heterakidae. *Parasitology*. 15(1): 1-3.
- Belhouari-Benkhedda, A.2012. Etude écotoxicologique chez un gastéropode marin *Osilinus turbinatus* (Born, 1780) dans le littoral algérien occidental. *Thèse de Doctorat. Université d'Oran*.150pp.
- Belhoucine, F., Bouderbala, M et Boutiba Z.2009. Cas D'hermaphrodisme Observé Chez Le Merlu (*Merluccius Merluccius*, L 1758) Pêché Dans La Baie d'Oran. *Benthos*. 306-314.
- Benghali, S., Mouffok, S., Kherraz, A et Boutiba, Z. 2014. Some aspects on the reproductive biology of greater Forkbeard *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) in western Algerian coasts (osteichthyes, gadidae). *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*. 19(3): 199-206.

- Benguedda-Rahal, W. 2012. Contribution à l'étude de la bioaccumulation métallique dans les sédiments et différents maillons de la chaîne trophique du littoral extrême ouest algérien. *Thèse de Doctorat. Université de Tlemcen*. 117p.
- Bensahla Talet, L., Mezedjri, L., Bensahla Talet, A., Mami, A et Kerfouf, A. 2014. Physico-Chemical Quality and Metallic Pollution Levels in Wastewater discharges from Mostaganem (Algerian West Coasts). *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 15(2):116-125.
- Benzaoui, M.Y. 2010. Mesure du stress sur la moule *Mytillus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) de la baie de Kristel (est oranais). *Thèse de Magister. Université d'Oran*. 87pp.
- Berland, B. 1961. Nematodes from some Norwegian marine fishes. *Sarsia*. 2: 1-50.
- Berland, B. 1982. Basic techniques involved in helminths preservation. *Résumés du 5^e Congrès international de parasitologie, Toronto (Ontario)*. 242-245.
- Beumer, J.P., Ashburner, L.D., Burbury, E.J et Latham, D.J.A. 1982. Checklist of the parasite of fishes from Australia and its adjacent Antarctic territories. *Commonwealth Agricultural Technical communications*. 4- 99.
- Blouin, M.S., Yowell, C.A., Courtney, C.H et Dame, J.B. 1998. Substitution bias, rapid saturation, and the use of mtDNA for Nematode systematics. *Molecular Biology & Evolution*. 15: 1719-1727.
- Bogoyavlenskiy, Y.K. 1973. Structure and function of covering tissues of parasitic Nematodes. *Nauka, Moscow, 231pp* (en Russe).
- Boudaoud-Krissat, K. 1979. Contribution à l'étude des Helminthes et des Crustacés parasites des poissons du Genre *Mullus* en Oranie. *Thèse de Magister, Université Es-Senia, Oran*. 130 pp.
- Bradai, M.N., Quignard, J.P., Bouain, A, Jarboui, O et Ouannes-Ghorbel, M. 2004. Ichtyofaune autochtone et exotique des côtes tunisiennes. *Cybium*. 28(4): 315-328
- Bray, R.A. 2004. The bathymetric distribution of the Digenean parasites of deep-sea fishes. *Folia Parasitologica*. 51: 268-274.

- 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. *Journal of Parasitology*. 83: 575-583.

C

- Campana-Rouget, Y. 1955. Sur deux nouveaux genres de Spirurides parasites de poissons : discussion systématique des genres voisins. *Annales de Parasitologie*. 30(4): 346-362.
- Campana-Rouget, Y. 1957. Parasites de poissons de mer ouest-Africains récoltés par J. Cadenat. Nématodes (4ème note) et sur quelques espèces de Cucullanidae : Révision de la sous-famille. *Bulletins de l'Institut Français d'Afrique Noire*. A(19): 417-465.
- Carpine, C. 1970. Ecologie de l'étage bathyal dans la Méditerranée Occidentale. *Mémoires de l'Institut Océanographique de Monaco*. 2 : 1-146.
- Carvajal, J et Gonzalez, L. 1995. Ecto y endoparasitos en cultivos marinos de salmonidos en el sur de Chile. *Parasitologia al Dia*. 19- 109.
- Casas, J.M et Piñeiro, C. 2000. Growth and age estimation of greater forkbeard (*Phycis blennoides*) (Brünnich, 1768) in the north and northwest of the Iberian Peninsula (ICES Division VIIIc and IXa). *Fisheries Research*. 12 (47):19-25.
- Caspeta-Mandujano, J.M., Moravec, F et Aguilar, R. 2000. *Cucullanus mexicanus* sp. n (Nematoda: Cucullanidae) from the intestine of the freshwater catfish *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae) in Mexico. *Helminthologia*. 37(4): 215-217.
- Chabaud, A.G. 1975. Keys to genera of the order Spirurida. Part 1. Camallanoidea, Dracunculoidea, Gnathostomatoidea, Physalopteroidea, Rictularioidea and Thelazioidea. Commonwealth, Farnham Royal, Bucks No.3, (UK). 270pp.
- Choquette, L.P.E. 1955. The life history of the Nematode *Metabronema salvelini* (Fujita, 1920) parasitic in the speckled trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill) in Quebec. *Canadian Journal of Zoology*. 33: 1-4.

- Cinar, M.E. 2014. Checklist of the phyla Platyhelminthes, Xenacoelomorpha, Nematoda, Acanthocephala, Myxozoa, Tardigrada, Cephalorhyncha, Nemertea, Echiura, Brachiopoda, Phoronida, Chaetognatha, and Chordata (Tunicata, Cephalochordata, and Hemichordata) from the coasts of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 38:1-25.
- Coggan, R.A., Gordon, J.D.M et Merrett. N.R. 1999. Aspects of the biology of *Nezumia aequalis* from the continental slope west of the British Isles. *Journal of Fish Biology*. 54: 152-170.
- Cohen, D. M. 1971. Nomenclature of the Gadoid fish genus. *Phycis. Copeia*. 2:327-328.
- Cohen, DM., Inada, T., Iwamoto, T et Scialabba, N.1990. FAO Species catalogue. Gadiform fishes of the world. *Fisheries Synopsis*. 125/10: 442 pp.
- Combes, C. 1995. *Interactions Durables : Ecologie et Evolution du Parasitisme*. Paris: Masson.

D

- D'Ancona, U. 1933. Gadidae. Eggs, larvae and juvenile stages of teleostei, fauna and flora of the bay of Naples. *Stazione Zoologica di Napoli*. 38:232-238.
- D'Onghia, G., Basanisi, M et Tursi, A. 2000. Population structure, age and growth of macrourid fish from the upper slope of the Eastern-Central Mediterranean. *Journal of Fish Biology*. 56: 1217-1238.
- Davey, J.T. 1971. A revision of the genus *Anisakis* Dujardin, 1845 (Nematoda, Ascaridata). *Journal of Helminthology*. 45: 51-72.
- Deardorff, T.L et Overstreet, R.M. 1980. Review of *Hysterothylacium* and *Iheringascaris* (both previously: *Thynnascaris*) (Nematoda: Anisakidae) from the northern Gulf of Mexico. *Protocols of the Biological Society of Washington*. 93:1035-1079.
- Dieuzeide, R., Novella, M et Rolaod, J. 1959. *Catalogue des Poissons des côtes algériennes. II, Ostéoptérygiens*. 2e éd. revue et augmentée. 299pp.

- Dilem, Y., Mami, A., Bensahla Talet, L., Bendraoua, A et Kerfouf, A. 2014. Assessment of the Physico-Chemical Quality and the Level of Metallic Contamination of the Dismissals of Sloppy Waters of Oran (Algerian West Coastline). *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 16(2): 124-130.
- Djad, A.2012. Caractéristiques bactériologiques et physico-chimiques des zones humides côtières. Cas du littoral oranais. *Thèse de Magister. Université de Sidi Bel Abbès*. 120 pp.
- Djebbari, N., Boudjadi, Z., Bensouilah, M. 2009. L'infestation de l'anguille *Anguilla anguilla* (L., 1758) par le parasite *Anguillicola crassus* (Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974) dans le complexe de zones humides d'El Kala (Nord-est algérien). *Bulletins de l'Institut Scientifique de Rabat*. 31 (1) : 45-50.
- Dobson, A. P. 1988. The population biology of parasite-induced changes in host behavior. *Quarterly Review of Biology*. 63:139-165.
- Dogiel, V.A., Petrushevskiy, G.K et Polyanskiy, Y.I. 1958. Basic problems of fish Parasitology. *House of Leningrad. University of Leningrad*. 364pp (en Russe).
- Dollfus, R.P. 1953. Aperçu général sur l'histoire naturelle des parasites animaux de la morue atlanto-arctique, *Gadus callarias* L.(*morhua* L.) et sa distribution géographique. *Encyclopédie de Biologie*. 43: 1- 423.
- Drasche, R., 1883. Revision der in der Nematoden Sammlung desk. k. Zoologischen Hofcabinetes befindlichen Original- Exemplare Diesing's und Molin's. *Verhdi.d. k. k. Zool. Bot. Gesellisch. Wien*. 32: 117-138.
- Dunne, G., Cronin, D.A., Brennan, M. H et Gormley, T. R. 2010. Determination of the total lipid and the long chain omega-3 polyunsaturated Fatty acids, epa and dha, in deep-sea fish and shark species from the north-east Atlantic. *Journal of Fisheries Sciences*. 4(3): 269-281.
- Durette-Desset, M.C. 1982. Techniques de récolte, de fixation et de conservation des Nématodes parasites de Vertébrés. *Résumés du 5^e Congrès international de parasitologie, Toronto (Ontario)*.247-248.

E

- Engelbrecht, H. 1963. Der Einfluss der Umwelt auf die Entwicklung parasitärer Würmer. *Cs. Parasitology*. 10 :73-80.

F

- Fagerholm, H. P. 1982. Parasitic of fish in Finland. VI. Nematodes. *Acta Academiae Aboensis*. B (40) : 5-128.
- Fanciulli, G et Relini-Orsi, L. 1979. Biologia di *Phycis blennoides* (Brünnich.). *Atti della Società Toscana de Scienze Naturali di Pisa*. B(86): 383-387.
- Farjallah, S., Ben slimane, B., Blel, H et Amor, N. 2006. Anisakid parasites of two forkbeards (*Phycis blennoides* and *Phycis phycis*) from the eastern Mediterranean coasts in Tunisia. *Parasitology Research*. 100(1): 11-17.
- Farjallah, S., Busi, M., Ould Mahjoub, M., Ben Slimane, B., Paggi, L., Said, K et D'Amelio, S. 2008. Molecular characterization of larval Anisakid Nematodes from marine fishes off the Moroccan and Mauritanian coasts. *Parasitology International*. 57: 430-436.
- Ferrer, E., Aznar, F.J., Balbuena, J.A et Moravec, F. 2005. A new Cystidicolid Nematode from *Mullus surmuletus* (Perciformes: Mullidae) from the Western Mediterranean. *The Journal of Parasitology*. 91(2): 335-344.
- Fioravanti, M.L., Zamperetti, S., Minelli, C., Restani, R et Sigovini, G. 1996. Distribution of Anisakidae larvae in marine fish from the Northern Adriatic Sea. *Parasitologia*. 34-38.
- Fiorentino, G., Garofalo, M., Gristina, S., Gancitano, G and Norrito, R. 2004. Some relevant information on the spatial distribution of demersal resources, benthic biocoenoses and fishing pressure in the Strait of Sicily. *Mediterranean Technical Documents*. 2: 50-66.
- Fishbase, 2013. (Froes, R et Pauly, D. Editors). World Wide Web electronic publications. [www. Fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Font, J., Salat, J et Tintoré, J. 1998. Permanent features of the general circulation in the Catalan Sea. *Acta Oceanologica*. 9:51-57.
- Frontier, S et Pichod-Viale, D. 2004. "Ecosystème : Structure, Fonctionnement, Evolution. *Editions Dunod 3^{ème} edition*. 550pp.

- Furuyama, T. 1934. On the morphology and life-history of *Philometra fujimotoi* Furuyama, 1932. *Keijo J. Med.* 5:165-177.

G

- Gaevskaya, A.V., Gusev, A.V., Delamure, S.L., Donets, Z.S., Iskova, N.I., Kornushin, V.V., Kovaleva, A.A., Margaritov, N.M., Markevich, A.P., Mordvinova, T.N., Naidenova, N.N., Nikolaieva, V.M., Parukhin, A.M., Pogoreltseva, T.P., Smogorzhevskaya, L.A., Solonchenko, L.A., Shtein, G.A. et Shulman, S.S. 1975. Opredelitel Parazitov Pozvonochnyh Chernogo I Azovskogo Morey. *Naukova Dumka, Kiev.* 378pp (en Russe).
- Gage, J.D et Tyler, P.A. 1991. Deep-sea biology: a natural history of organism at the deep-sea floor. *Cambridge University Press, Cambridge.* 504pp.
- Gallardo-Cabello, M. 1986. Analisis de las frecuencias de talla por medio de los métodos de Petersen, Cassie y Bhattacharya, para la determinacion de la edad de la brotola *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) en el Mediterráneo Occidental (Pisces: Gadidae). *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México.* 13: 187-196.
- Gascard, J.C. et C. Richez. 1985. Water masses and circulation in the western Alboran Sea and in the Strait of Gibraltar. *Progress in Oceanography.* 15: 157-216.
- Gibbons, L.M. 2010. Keys to the Nematodes parasites of vertebrates. Supplementary volume. *Waligford, UK, CABI Publishing.* 416pp.
- Gibson, D.I. 1982. Technology as applied to museum collections: the collection, fixation and conservation of helminthes. *Systematic Parasitology.* 6:241-255.
- Gonzalez-Solis, D., Tuz-Paredes, V.M et Quintal-Loria, V.M. 2007. *Cucullanus pargi* sp. n. (Nematoda: Cucullanidae) from the grey snapper *Lutjanus griseus* off the southern coast of Quintana Roo, Mexico. *Folia Parasitologica.* 54: 220-224.
- Goren, M et Galil, B.S. 1997. New records of deep-sea fishes from the Levant Basin and a note on the deep-sea fishes of the Mediterranean. *Journal of Zoology.* 43:197-203.

- Grau, A., Riera, F. et Carbonell, E. 1999. Some protozoan and metazoan parasites of the Amberjack from the Balearic Sea (Western Mediterranean). *Aquaculture International*. 7: 307-317.
- Guibout, P.1987. Atlas hydrologique de la Méditerranée. Laboratoire Océanographique physique. *Muséum National d'Histoire Naturelle*. 150pp.

H

- Hamann, O. 1895. Nematelminthen Beitrâge zur Kenntnis ihrer Entwicklung, ihres Baues und ihrer Lebensgeschichte. *Zweites Heft, Jena*. 120pp.
- Hansen, R.R. et Malmstrøm, M. 2006. Kveisinfeksjonen i fisk og sel i Oslofjorden. *M.Sc Thesis. Department of Biology. University of Oslo*. 138pp.
- Hartwich, G. 1975. Rhabditida and Ascaridida. Die Tierwelt Deutschlands. *Teil G. Fischer Verlag, Jena*. 256 pp.
- Hassani, M.M. 2011. Identification des Nématodes et aspects écologiques de la parasitofaune du Rouget de roche *Mullus surmuletus* (Linné, 1758) pêché dans la baie de Kristel. *Thèse de Magister. Université d'Oran*.120 pp.
- Hassani, M.M., Kerfouf, A. et Brahim-Tazi, N.A. 2012. *Metoncholaimus* sp. (Nematoda Oncholaimidae) pseudoparasite of *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) (Perciniforme, Mullidae) in the western Algerian Sea. *Biodiversity Journal*. 3 (3): 173-178.
- Hassani, M.M et Kerfouf, A.2014. Diversity of Nematodes parasites of the greater forkbeard *Phycis blennoides* in the western Mediterranean Sea. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*.18 (2):97-103.
- Hassani, M.M., Kerfouf, A. et Boutiba, Z. 2015. Checklist of helminthes parasites of Striped Red Mullet, *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) (Perciform: Mullidae), caught in the Bay of Kristel, Algeria (western Mediterranean). *Checklist: Journal of lists species and distribution*. 11(1).1-3.
- Hays, R., Measures, L.N et Huot, J. 1998. Euphausiids as intermediate hosts of *Anisakis simplex* in the St Laurent estuary. *Canadian Journal of Zoology*. 76: 1226-1235.
- Helfman, G. S., Collette, B.B et Facey, D.E. 1997. The diversity of fishes, Malden. *Blackwell Science*. 35(1): 6-13.
- Hemmingsen, W., Lombardo, I et Mackenzie, K. 1991. Parasites as biological tags for cod, *Gadus morhua* L., in northern Norway: a pilot study. *Fishery Research*. 12: 365-373.

- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*. 54: 427-432.
- Højgaard, D.P. 1998. Impact of temperature, salinity and light on hatching of eggs of *Anisakis simplex* (Nematoda, Anisakidae), isolated by a new method, and some remarks on survival of larvae. *Sarsia*. 83:21-28.
- Holmes, J.C.1973. Site selection by parasitic helminthes interspecific interaction, site segregation and their importance to the development of helminthes communities. *Canadian Journal of Zoology*. 51:333-347.
- Holmes, J.C.1990. The structure of helminth communities. *International Journal for Parasitology*. 17(1): 203-208.
- Hristovski, N.D et Jardas, I. 1983. A contribution of the helminthes fauna of fishes from the coastal waters of the Mid insular Area of the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*. 24: 179-191.
- Hurst, R.J. 1984. Marine invertebrates hosts of New Zealand Anisakidae (Nematoda). *New Zealand journal of marine and freshwater research*. 18: 187-196.

I

- Inglis, W.G et Coles, J.W. 1963. Miscellanea nematologica III. *Capillaria kabatai* nov. sp. *Z. Parasitenk.* 22: 518-520.
- Ivashkin, V.M., Sobolev, A.A et Khromova, L.A.1971. Camallanata of Animals and Man and the Diseases Caused by Them. *Osnovy nematologii* 22. *Nauka, Moscow*. 388 pp (en Russe).

I

- Janiszewska, J. 1949. Some fish Nematodes from the Adriatic Sea. *Poloniae. Wroclaw*. 5: 7-30.
- Jardas, I et Hristovski, N. D. 1985. A new contribution to the knowledge of helminth parasite fauna of fishes from the channels between Mid-Dalmatian islands, Adriatic Sea. *Acta adriatica*. 26:145-164.
- Justine, J.L. 1990. *Capillaria dessetae* n. sp. (Nematoda, Capillariinae) parasite de Lagomorphe au Népal; intérêt de l'appareil reproducteur mâle interne pour la taxonomie des Capillariinae. *Systematic Parasitology*.17:125-132.

K

- Kalay, M., Dönmez, A, E et Koyuncu, C.E. 2009. Seasonal variation of *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Raphidascarididae) infestation in Sparid fishes in the Northeast Mediterranean Sea .*Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences*. 33(6): 517-523.
- Kaldonski, N., Perrot-Minnot, M.J et Cézilly, F. 2007. Differential influence of two acanthocephalan parasites on the antipredator behaviour of their common intermediate host. *Animal Behaviour*. 74:1311-1317.
- Kennedy, C.R. 1975. Ecological animal Parasitology. *Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne*.163pp.
- Kelly, C.J., Connolly, P.L et Bracken, J.J. 1996. Life histories and reproduction. Maturity, oocyte dynamics and fecundity of the roundnose grenadier from the Rockall Trough. *Journal of Fish Biology*. 49 (Supplement): 5-17.
- Kerfouf A., 2006. Impact de la pollution, approche méthodologique pour l'élaboration d'une carte bio sédimentaire : cas du littoral d'Arzew. *Thèse de doctorat d'état, Université Djillali Liabès Sidi Bel Abbès*. 190 pp.
- Kerfouf, A., Amar, Y et Boutiba, Z. 2007. Distribution of Macro benthos in the Coastal Waters in the Gulf of Oran (Western Algeria). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 10: 899-904.
- Kerfouf, A et Benyahia, M. 2010. Distribution spatiale et biodiversité de la macrofaune annélienne du golfe d'Oran (Algérie occidentale). *In proceeding of : 11^{emes} Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer, Nabeul, Tunisie*. Volume : Numéro spécial.
- Kerfouf, A., Benyahia, M et Boutiba, Z. 2010. La qualité bactériologique des eaux de baignade du golfe d'Oran (Algérie occidentale). *Revue de Microbiologie Industrielle, Sanitaire et Environnementale*. 4(1): 22-31.
- Kies, F et Kerfouf, A. 2014. Impact of the climate change on the West coast of Algeria: Gulf of Oran, Arzew and Mostaganem. *Sustainability, Agriculture, Food and Environmental Research*. 2(3): 1-15.
- Klimpel, S., Seehagen, A., Palm, H.W et Rosenthal, H. 2001. Deep-water Metazoan Fish Parasites of the World. *Logos Verlag, Berlin*. 316 pp.

- Klimpel, S., Palm, H.W., Ruckert, S et Piatkowski, U. 2004. The life cycle of *Anisakis simplex* in the Norwegian Deep (northern North Sea). *Parasitology Research*. 94: 1-9.
- Klimpel, S., Palm, H.W., Busch, M.W., Kellermanns, E et Ruckert, S. 2006. Fish parasites in the Arctic deep-sea: Poor diversity in pelagic fish species vs. heavy parasite load in demersal fish. *Deep-Sea Research*. 53:1167-1181.
- Klimpel, S., Kleinertz, S., Hanel, R et Rücker, S. 2007. Genetic variability in *Hysterothylacium aduncum*, a raphidascarid Nematode isolated from Sprat (*Sprattus sprattus*) of different geographical areas of the north eastern Atlantic. *Parasitology Research*. 101:1425-1430.
- Klimpel, S., Kleinertz, S et Wilhelm Palm, H. 2008. Distribution of parasites from red mullets (*Mullus surmuletus* L., Mullidae) in the North Sea and the Mediterranean Sea. *Bulletin of Fish Biology*. 10(2): 25-38.
- Ko, R.C. 1986. A preliminary review of Ascarophis (Nematoda) of fishes. *Occasional publications of the Department of zoology. University of Hong Kong, Hong Kong*. 54pp.
- Koie, M. 1993a. Aspects of the life cycle and morphology of *Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi, 1802) (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). *Canadian Journal of zoology*. 71: 1289-1295.
- Koie, M. 1993b. Nematodes parasites in teleosts from 0 to 1540 m dept off the Faroe Island (the North Atlantic). *Ophelia*. 38: 217-243.
- Koie, M., Berland, B et Burt, M.D.B. 1995. Development to third-stage larvae occurs in the eggs of *Anisakis simplex* and *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). *Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences*. 52:134-139.
- Koie, M. 2000. Life cycle and seasonal dynamics of *Cucullanus cirratus* (Nematoda, Ascaridida, Cucullanidae) O.F Müller, 1777 in Atlantic cod *Gadus morhua* (L.). *Journal of Parasitology*. 78:182-190.
- Koie, M. 2001. The life-cycle of *Capillaria gracilis* (Capillariidae), a Nematode parasite of gadoid fish. *Sarsia*. 86:383-387.
- Kovaleva, A.A et Khromova, L.A. 1967. Sur la biologie de *Philometra globiceps* (Rudolphi, 1819) (Nematoda, Dracunculoides). Problèmes de Parasitologie. *Naukova Dumka, Kiev*. 472-473.

- Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S et Appel, L.J. 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Circulation*. 106: 2747-2757.

L

- Lafferty, K.D., Dobson, A.P. et Kuris, A.M. 2006. Parasites dominate food web links. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 103:11211-11216.
- Larizza, A et Vovla, N. 1995. Morphological observations on third-stage larvae of *Anisakis simplex* (Nematoda, Anisakidae) from Adriatic and Ionian waters. *The Journal of the Helminthological Society of Washington*. 62: 260-264.
- Lascaratos, A. 1998. La Méditerranée: un océan miniature fascinant. N° spécial « Océan 1998 ». Ed. *Unité de coordination du plan d'action pour la Méditerranée (PAM)*. 1-20.
- Le Pommelet, E. 1993. Structure des communautés parasitaires dans les ecosystems dulçaquicoles tropicaux: Analyse des interactions et du partage de l'espace branchiale chez les Monogènes ectoparasites d'*Hemichromis fasciatus*. *Mémoire de D.E.A. Université de Montpellier* .30p.
- Le Pommelet, E., Bartoli, P et Silan, P. 1997. Biodiversité des digènes et autres helminthes intestinaux des Rougets: Synthèse pour *Mullus surmuletus* (Linné, 1758) et *M. barbatus* (L. 1758) dans le bassin méditerranéen. *Annales de Sciences Naturelles de Zoologie*. 18(4): 177-181.
- Lèbre, C et Petter, A.J. 1984. *Cucullanus campanae* n.sp (Cucullanidae, Nematoda) parasite de la Sole (*Solea vulgaris*). *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris*. 4^e série, A(6) : 999-1005.
- Leclaire, L. 1972. La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares (Précontinent algérien). Ed. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris*. 391pp.
- Lecointre, G., Philippe, H ., Van Le, H.L et Le Guyader, H. 1993. Species sampling has a major impact on phylogenetic interferences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2: 205-224.
- Li, L., Zhang, L et Liu, Y. 2013. *Hysterothylacium similen.* sp. And *H. aduncum* (Rudolphi, 1802) (Nematoda: Raphidascarididae) from marine

- fishes in the Bohai and Yellow Sea, China, with comments on the record of *H. paralichthydis* (Yamaguti, 1941) from Chinese waters. *Systematic Parasitology*.84:57-69.
- Lick, R. 1991. Untersuchungen zu Lebenszyklus (Krebse-Fische-marine Sauger) und Gefrierresistenz anisakider Nematoden in Nord- und Ostsee. *Ber. Inst. Meereskd, Kiel*. 218:1-195.
 - Linstow, O. 1902. Beobachtungen an neuen und bekannten Nematelminthen. *Arch. Mikr. Anat.* 60: 217-232.
 - Lloret, J et Leonart, J. 2002. Recruitment dynamics of eight species in the northwestern Mediterranean sea. *Scientia Marina*. 66(1):77-82.
 - Lopez-Neyra, R.P. 1947. Los Capillariinae. *Memories of the Royal Academy of Madrid*. 12:1-248.
 - Loucif, N., Meddour, A., Samraoui, B. 2009. Biodiversité des Parasites chez *Anguilla anguilla* (L. 1758) dans le Parc National d'El Kala, Algérie. *European Journal of Scientific Research*. 2: 300-309.
 - Lozano, Y et Rey, L. 1960. Peces fisodistos. Tercera parte. Subseries Toracicos (Ordenes Equeneiformes y Gobiformes), Pediculados y Asimetricos. *Memories of the Royal Academy*. 14: 613-173.

M

- MacKenzie, K., Williams, H.H., Williams, B., McVicar, A.H et Siddall, R. 1995. Parasites as indicators of water quality and the Potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advances in Parasitology*.35: 85-144.
- MacKenzie, K. 1999. Parasites as Pollution Indicators in Marine Ecosystems: a Proposed Early Warning System. *Marine Pollution Bulletin*. 38(11): 955-959.
- Macpherson, E. 1978. Régimen alimentario de *Phycis blennoides* (Brûnnich) y *Antonogadus megalokynodon* (Kolombatovic) (pisces : gadidae) en el Mediterraneo occidental. *Investig. Pesq.* 42(2) :455-466.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University.

- Manfredi, M.T., Crosa, G., Galli, P et Ganduglia, G. 2000. Distribution of *Anisakis simplex* in fish caught in the Ligurian Sea. *Parasitology research*. 86: 551-553.
- Marcogliese, D.J. et D.K. Cone. 1997. Food webs: A plea for parasites. *Trends in Ecology and Evolution*. 12:320-325.
- Marcogliese, D.J. 2001. Pursuing parasites up the food chain: Implications of food web structure and function on parasite communities in aquatic systems. *Acta Parasitologica*. 46:82-93.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M et Schad, G.A. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of adhoc committee of the American society of parasitologists). *Journal of parasitology*. 68 (1): 131-133.
- Markevich, P. 1951. Parasite fauna of freshwater fish of the Ukr.SSR. *Izd.AN USSR, Kiev*. 376pp (en Russe).
- Markowski, S. 1937. Über die Entwicklungsgeschichte und Biologie des Nematoden *Contracaecum aduncum* (Rudolphi 1802). *Bull. Acad. Pol. Sci. Lett.* B(2):227-247.
- Martin-Sanchez, J. 2003. Molecular arguments for considering *Hysterothylacium fabri* (Nematoda: Anisakidae) a complex of sibling species. *Parasitology Research*. 89:214-220.
- Martorelli, S.R., Navone, G.T et Ivanov, V. 2000. Proposed life cycle of *Ascarophis marina* (Nematoda: Cystidicolidae) in Argentine waters. *Journal of Parasitology*. 86 (5): 1047-1050.
- Massuti, E., Morales-Nin, B. et Lloris, D. 1996. Bathymetric distribution and recruitment patterns of *Phycis blennoides* (Pisces: Gadidae) from the slope of the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina*. 60 (4): 481-488.
- Matarrese, A., D'Onghia, G., Tursi, A et Basanisi, M. 1996. New information on the Ichthyofauna of the south-eastern Italian coast (Ionian Sea). *Cybium*. 20: 197-211.
- Matarrese, A., D'Onghia, G., Basanisi, M et Mastrototaro, F. 1998. Spawning and recruitment of *Phycis blennoides* (Phycidae) from the north-western Ionian Sea (Middle-eastern Mediterranean). *Italian Journal of Zoology*. 65: 203-209.
- Matic-Skoko, S., Ferri, J., Skeljo, F., Bartulovic, V., Glavi K et Glamuzina, B. 2011. Age, growth and validation of otolith morphometrics as

- predictors of age in the forkbeard, *Phycis phycis* (Gadidae). *Fisheries Research*. 112: 52- 58.
- Mattiucci, S., Nascetti, G., Bullini, L., Orecchia, P et Paggi. L. 1986. Genetic structure of *Anisakis physeteris* and its differentiation from the *Anisakis simplex* complex (Ascaridida: Anisakidae). *Parasitology*.93: 383-387.
 - Mattiucci, S., Paggi, L., Nascetti, G., Abollo, E., Webb, S.C., Pascual, S., Cianchi, R et Bullini, L. 2001. Genetic divergence and reproductive isolation between *Anisakis brevispiculata* and *Anisakis physeteris* (Nematoda: Anisakidae). *International Journal for Parasitology*. 31: 9-14.
 - Mattiucci, S., Nascetti, G., Dailey, M., Webb, S.C., Barros, N.B., Cianchi, R et Bullini, L. 2005. Evidence for a new species of *Anisakis* Dujardin 1845: Morphological description and genetic relationships between congeners (Nematoda, Anisakidae). *Systematic Parasitology*. 61: 167-171.
 - Mattiucci, S et Nascetti, G. 2006. Molecular systematic and phylogeny and ecology of Anisakid Nematodes of the genus *Anisakis* Dujardin 1845: Up date. *Parasite*. 13:99-113.
 - Mauchline, C et Gordon,S. 1986. Foraging strategies of deep-sea fish. *Marine Ecology - Progress Series*. 21: 221-238
 - Maurin, C. 1962. Etude des fonds chalutables de la méditerranée occidentale (écologie et pêche). *Revue des Travaux de l'institut des Pêches maritimes*. 26 (2): 163-218.
 - Mejia-Madrid, H.H et Aguirre-Macedo, M.L. 2011. Redescription and genetic characterization of *Cucullanus dodsworthi* (Nematoda: Cucullanidae) From the Checkered Puffer *Sphoeroides testudineus* (Pisces: Tetraodontiformes). *Journal of Parasitology*. 97(4):695-706.
 - Merzoug, D., Boutiba, Z., Gibson, D.I., Pérez-del-Omo, A et Kostadinova, A. 2012. Descriptions of Digeneans from *Sardina pilchardus* (Walbaum) (Clupeidae) off the Algerian coast of the western Mediterranean, with a complete list of its helminthes parasites. *Systematic Parasitology*.17-34.
 - Méziane, K et Kerfouf, A.2013. Biodiversité et distribution spatiale des Mollusques de l'estran de la côte Ouest algérienne (cas des substrats durs). *3ème Colloque International sur la Biodiversité et Ecosystèmes Littoraux 26-28 Novembre, Oran*. 98-105.

- Millot, C. 1989. La circulation générale en Méditerranée occidentale: aperçu de nos connaissances et projets d'études. *Annales de géographie*. 549, XCVII. 498-515.
- Molin, R. 1858. Prospectus helminthum, quae in prodromo faunae helminthologicae Venetianae continentur, Sitzb. *Mathem. Naturw. Cl.* 30: 9-302.
- Molnar, K. 1967. Morphology and development of *Philometra abdominalis* Nybelin, 1928. *Acta Vet. Acad. Sci. Hung.* 17: 293-300.
- Molnar, K. 1969. Morphology and development of *Thwaitia kotlanisp.* n. (Philometridae, Nematoda). *Acta Vet. Acad. Sci. Hung.* 19: 137-143.
- Molnar, K et Fernando, C.H. 1975. Morphology and development of *Philometra cylindracea* (Ward and Magath, 1916) (Nematoda: Philometridae). *Journal of Helminthology*. 49: 19-24.
- Molnar, K. 1976. Data on the developmental cycle of *Philometra obturans* (Prenant, 1886) (Nematoda: Philometridae). *Acta Vet. Acad. Sci. Hung.* 26: 183-188.
- Moore, J. 2002. Parasites and the Behavior of Animals. *New-York: Oxford University Press*. 233pp.
- Morales-Nin, B., Massuti, E et Stefanescu, C. 1996. Distribution and biology of *Alepocephalus rostratus* from the Mediterranean sea. *The journal of fish biology*. 48:1097-1112.
- Morand, S et Rigby, M.C. 1998. Cucullanidae Nematodes from coral reef fishes of French Polynesia, with a description of *Cucullanus faliexae* n.sp. (Nematoda: Chitwood chabaudiidae). *Journal of Parasitology*. 84: 1213-1217.
- Morato, T., Solà, E., Grós, M.P et Menezes, G. 1999. Diets of forkbeard (*Phycis phycis*) and conger eel (*Conger conger*) off the Azores during spring of 1996 and 1997. *Arquivos, Life and Marine Sciences*. 17A: 51-64.
- Moravec, F et Ergen, R. 1970. Nematodes from fishes and cyclostomes of Mongolia. *Folia Parasitologica*. 17: 217-232.
- Moravec, F. 1971. On the life history of the Nematode *Cystidicoloides tenuissima* (Zeder, 1800) in the River Bystrice, Czechoslovakia. *Folia Parasitologica*. 18: 107-112.

- Moravec, F. 1977a. The life history of the Nematode *Philometra abdominalis* in the Rokytká Brook. Czechoslovakia. *Acta Society of Zoology Bohemoslov.* 41:114-120.
- Moravec, F. 1977b. The development of the Nematode *Philometra abdominalis* Nybelin, 1928 in the intermediate host. *Folia Parasitologica.* 24: 237-245.
- Moravec, F. 1979. Occurrence of the endoparasitic helminths in pike (*Esox lucius* L.) from the Macha Lake fishpond system. *Vest. Cs. Spolec. Zool.* 43: 174-193.
- Moravec, F. 1980. Development of the Nematode *Philometra ovatae* (Zeder, 1803) in the copepod intermediate host. *Folia Parasitologica.* 27: 29-37.
- Moravec, F et McDonald, T. E. 1981. *Capillaria margolisi* sp.nov. (Nematoda: Capillariidae) from a marine fish, *Scorpaenichthys marmoratus* (Ayres), from the west coast of Canada. *Revue canadienne de zoologie.* 59(1): 88-91.
- Moravec, F. 1987. Revision of Capillariid Nematodes (subfamily Capillariinae) parasitic in fishes. *Study CSAV n° 3. Prague Academia.* 141pp.
- Moravec, F. 1994. Parasitic Nematodes of Freshwater Fishes of Europe. *Academia and Kluwer Academic Publishers, Prague and Dordrecht, Boston, London.* 473 pp.
- Moravec, F., Kohn, A et Fernandes, B.M.M. 1997. New observations on Seuratoid Nematodes parasitic in fishes of the Paraná River, Brazil. *Folia Parasitologica.* 44: 209-223.
- Moravec, F. 1998. Nematodes of freshwater fishes of the neotropical regions. *Academia and Kluwer Academic Publishers, Prague and Dordrecht, Boston, London.* 395pp.
- Moravec, F. 2001. Trichinelloid Nematodes parasitic in cold-blooded vertebrates. *Academia, Praha, Czech Republic.* 429 pp.
- Moravec, F. 2004. Some aspects of the taxonomy and biology of Dracunculoid Nematodes parasitic in fishes: a review. *Folia Parasitologica.* 51: 1-13.
- Moravec, F et Justine, J.L. 2005. Two species of *Philometra* (Nematoda, Philometridae) from serranid fishes off New Caledonia. *Acta Parasitologica.* 50: 323-331.

- Moravec, F., Ternengo, S et Lévron, C. 2006. Three species of *Philometra* (NEMATODA, Philometridae) from marine fishes of Corsica, France. *Acta Parasitologica*. 51(2): 11-118.
- Moravec, F. 2007. Nematode parasites of fishes: recent advances and problems of their research. *Parassitologia*. 49: 155-160.
- Moravec, F ; Chavez, R.A et Oliva, M.E. 2011. A new gonad-infecting species of *Philometra* (Nematoda: Philometridae) from the red cusk-eel *Genypterus chilensis* (Osteichthyes: Ophidiidae) off Chile. *Parasitology Research*. 108:227-232.
- Moravec, F et de-Buron, I. 2013. A synthesis of our current knowledge of philometrid Nematodes, a group of increasingly important fish parasites. *Folia Parasitologica*. 60, 81-101.
- Moravec, F et Ali, A.H. 2014. Additional observations on *Philometra* spp. (Nematoda: Philometridae) in marine fishes off Iraq, with the description of two new species. *Systematic Parasitology*. 87:259-271.
- Moravec, F et Justine, J.L.2014. Philometrids (Nematoda: Philometridae) in carangid and serranid fishes off New Caledonia, including three new species. *Parasite*. 21(21):1-16.
- Moyà-Alcover, C.M., Nachev, M., Zimmermann, S., Montero, F.E., Carrassón, M., Sures, B et Pérez-del-Olmo, A. 2014. Are parasites of *Phycis blennoides* (Gadiformes: Phycidae) good indicators of metal pollution in the Western Mediterranean deep sea? *Projects Biomare CTM2006-28145*.

N

- Nagasawa, K et Moravec, F. 1995. Larval Anisakid Nematodes of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) from the Sea of Japan. *Journal of Parasitology*. 81: 69-75.
- Nascetti, G., Paggi, L., Orecchia, P., Smith, J.W., Mattiucci, S. et Bullini, L. 1986. Electrophoretic studies on the *Anisakis simplex* complex (Ascaridida: Anisakidae) from the Mediterranean and North-East Atlantic. *International Journal for Parasitology*. 16 (6):633-640.
- Navone, G et Martorelli, S. R. 1997. *Ascarophis marina* n. comb. (Nematoda: Cystidicolidae) from the fishes *Parona signata* (Carangidae) and *Urophycis*

brasiliensis (Gadidae) in the southwestern Atlantic. *Journal of Parasitology*. 83:917-921.

- Nikolaeva, V.M et Naidenova, N.N. 1964. Nematodes of pelagic and benthopelagic fishes of the Seas of mediterranean basin. *Trudy Sevastopolskoy Biologi Cheskoy Stantsii*. 17: 125-168 (en Russe).
- Nikolaeva, V.M et Naidenova, N.N. 1969. On the Nematode fauna of benthic fishes of the Mediterranean basin. *Biologiya Morya*. 14-82 (en Russe).
- Nourrison, M. 1956. Etude morphologique comparative et critique des Typhlocirolana (Crustacés isopodes circolanidés) du Maroc et de l'Algérie. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles*. Maroc. 36 : 103-124.

Q

- Oguz, M.C., Gûre, H., Özdemir, H., Öztürk, M.O et Sava, Y. 2000. A study of *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809) in some economically important teleost fish caught on the Canakkale coasts and thourought the Dardanelles Strait. *Türki Parazitoloji Dergisi*. 24: 431-434.
- Orecchia, P et Paggi, L. 1978. Aspetti di sistematica e di ecologia degli elminti parassiti di pesci marini studiati presso l'Istituto di Parassitologia de l'Università di Roma. *Parassitologia*. 31: 37-43.
- Orecchia, P., Paggi, L., Mattiucci, S., Smith, J.W., Nascetti, G et Bullini, L. 1986. Electrophoretic identification of larvae and adults of *Anisakis* (Ascaridida: Anisakidae). *Journal of Helminthology*. 60: 331-339.
- Orton, J.H. 1920. Sea temperature, breeding and distribution in marine animals. *Journal of Marine Biology*. 12: 339-366.
- Osmanov, S.U. 1940. Materialy k parazitofaune ryb Chernogo morya. Uchenye Zapiski Leningradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta im. A.I. Gertsena *Kafedra Zoologii i Darvinizma*. 30: 187-265.

P

- P.A.C. 2007. Plan d'Aménagement côtier de la Wilaya d'Ain témouchent.
- Paggi, L., Orecchia, P., Minervini, R et Mattiucci, S. 1982. Sulla comparsa di *Anguillicola australiensis* Johnston e Mawson, 1940 (Dracunculoidea: Anguillicolidae) in *Anguilla anguilla* del lago di Bracciano. *Parassitologia*. 24: 139-144.

- Paggi, L., Nascetti, G., WEBB, S.C., Mattiucci, S., Cianchi, R. et Bullini, L. 1998. A new species of *Anisakis* Dujardin, 1845 (Nematoda, Anisakidae) from beaked whales (Ziphiidae): allozyme and morphological evidence. *Systematic Parasitology*. 40: 161-174.
- Pallary, P. 1900. Echinoderms of the gulf of Oran. Bulletin of agricultural station and fishing's. *Castiglione*. 3: 48-60.
- Papaconstantinou, C. et Caragitsou, E. 1989. Feeding interactions between two sympatric species *Pagrus pagrus* and *Phycis phycis* around Kastellorizo island (Dodecanese, Greece). *Fisheries Research*. 7: 329-342.
- Parker, G. A., Chubb, J. C., Roberts, G. N., Michaud, M et Milinski, M. 2003. Optimal growth strategies of larval helminths in their intermediate hosts. *Journal of Evolutionary Biology*. 16,47-54.
- Parukhin, A.M. 1975. On the distribution in world Ocean of the Nematodes recorded from fishes in the southern Seas. *Vestnik zoologii. Kiev*. 1:33-38 (en Russe).
- Parukhin, A.M. 1989. Parasitic worms of benthic fishes of the southern Seas. *Izd. Naukova Dumka, Kiev*. 183pp (en Russe).
- Pekmezci, G.Z., Yardimci, B., Onuk, E.E et Umur, S. 2014. Molecular characterization of *Hysterothylacium fabri* (Nematoda: Anisakidae) from *Zeus faber* (Pisces: Zeidae) caught off the Mediterranean coasts of Turkey based on nuclear ribosomal and mitochondrial DNA sequences. *Parasitology International*. 63:127-131.
- Perdiguero-Alonso, D., Monteo, E.F., Antonio, R et Kostadinova, A. 2008. Composition and structure of the parasite faunas of cod, *Gadus morhua* L. (Teleostei: Gadidae), in the North East Atlantic. *Parasites and Vectors*. 1(23): 1-18.
- Pereira-Bueno, J.M. 1992. Algunos aspectos de la epidemiología y prevención de la anisakidosis. Valladolid' Junta de Castilla y León. Consejería de Sanidad y Bienestar Social.
- Pereira, A.N., Pantoja, C., Luque, J.L et Timi, J. 2014. Parasites of *Urophycis brasiliensis* (Gadiformes: Phycidae) as indicators of marine ecoregions in coastal areas of the South American Atlantic. *Parasitology Research*. 113 (11):4281-92.

- Petter, A.J. 1970. Une espèce nouvelle d'*Ascarophis* (Nematoda, Cystidicolinae) Parasite de *Phycis blennoides* (Brunnich) Gadidé. *Revue des travaux de l'institut de pêche maritime*. 34(2) :221-225.
- Petter, A.J. 1974. Essai de classification de la famille des Cucullanidae. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris*. 3^e série, 255(177) : 1469-1490.
- Petter, A.J., Lébre, C et Radujkovic, B.M. 1984. Nématodes Parasites de Poissons Ostheichthyens de L'Adriatique Méridionale. *Acta Adriatica*. 25 : 205-221.
- Petter, A.J et Maillard, C.1988. Larves d'ascarides parasites de poissons en Méditerranée Occidentale. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*. 10: 347-369.
- Petter, A.J et Radujkovic, B.M. 1989. Parasites des poissons marins du Montenegro: Nématodes. *Acta Adriatica*. 30:195-236.
- Pielou, E. C. 1969. An introduction to Mathematical Ecology. *Witley-Interscience Ed. New York: Witley-Interscience*.
- Pinardi, N et Navarra, A. 1993. Baroclinic wind adjustment processes in the Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research*. 2(40):1299-1326.
- Pinho, M.R. 2003. Abundance estimation and management of Azorean demersal species. *PhD thesis. Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores, Horta*. 173pp.
- Platzer, E.G et Adams, J.R. 1967. The life history of a Dracunculoid, *Philonema oncorhynchi*, in *Oncorhynchus nerka*. *Canadian Journal of Zoology*. 45: 31-43.
- Poulin, R et Keeney, D.B. 2008. Host specificity under molecular and experimental scrutiny. *Trends in Parasitology*. 24: 24-28.
- Poulin, R et Morand, S.2004. The diversity of parasites. *Quarterly Review of Biology*.75:277-293.
- Poulin, R et Rohde, K.1997. Comparing the richness of metazoan ectoparasite communities of marine fishes: controlling for host phylogeny. *Oecologia*. 110:278-283.
- Poulin, R. 1998. Evolutionary Ecology of Parasites:from Individuals to Communities. *Journal of Parasitology*. 84: 1050-1052.
- Price, P. W. 1974. Strategies for egg production. *Evolution*. 28:76-84.

- Price, P.W. 1980. Evolutionary Biology of parasites. *Princeton University Press, Princeton, New Jersey.*
- Punt, A. 1941. Recherches sur quelques Nématodes parasites de Poissons de la mer du Nord. *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique.* 110pp.

R

- Radujkovic, B.M et Raibaut, A. 1989. Faune des parasites des poissons marins des côtes du Monténégro (Adriatic Sud). *Acta Adriatica.* 30: 1-324.
- Ragonese, S., Fiorentino, F., Rinelli, P et Grecco, S. 2002. A procedure to evaluate the effect of lag-time in studying length structure and growth rate of young fish: the case of *Phycis blennoides* Brûnnich, 1768 (Osteichthyes : Gadiforme) in the central Mediterranean. *Scientia Marina.* 53(2): 253-260.
- Ramachandran, P. 1973. *Philometra saltatrix* sp. n., infecting the gonads of the common bluefish *Pomatomus saltatrix* (L.) of the New England Coast of the United States. *Zoology Annals.* 191: 325-328.
- Ransom, B.H. 1911. The Nematodes parasitic in the alimentary tract of cattle, sheep and other ruminants. *Bureau Anim. Ind. Bull., U.S. Department of Agriculture.* 127:1-132.
- Rasheed, S. 1963. A revision of the genus *Philometra* Costa, 1845. *Journal of Helminthology.* 37: 89-130.
- Reimer, L.W. 1991. *Capillaria merluccii* spec. nov. from the Sea hake *Merluccius capensis* and *M. paradoxus* from the coastal waters of Namibia. *Angew Parasitology.* 32(1):33-7.
- Rello, F.J., Adroher, F.J et Valero, A.2008. *Hysterothylacium aduncum* the only Anisakid parasite of sardines (*Sardina pilarchus*) from the southern and the eastern coasts of Spain. *Parasitology.* 104: 117-121.
- Remili, S et Kerfouf, A. 2009. Surveillance environnementale eT développement durable côtier (Cas du littoral oranais)». *Actes du Cinquième Colloque International sur le thème : «Energies, Changements climatiques et développement durable », Hammamet, Tunisie.*

- Remili, S et Kerfouf, A.2013. Evaluation de la qualité physico-chimique et du niveau de contamination métallique (cd, pb, zn) des rejets d'eaux usées d'Oran et de Mostaganem (littoral ouest algérien). *Géographie Physique et Environnement*. 6 : 165-182.
- Rodríguez-Cabello, C., Velasco, F et Olaso, I. 1998. Reproductive biology of lesser spotted dogfish *Scyliorhinus canicula* (L., 1758) in the Cantabrian Sea. *Scientia Marina*. 62: 187-191.
- Rohde, K et Hobbs, R.P. 1986. Species segregation: competition or reinforcement of reproductive barriers? in parasite lives, Paper on parasites , their hosts and their associations. *University of Queensland Press*. 189-199.
- Rohde, K.1979. A critical evaluation of intrinsic factors responsible for niche restriction in parasites. *American Naturalists*. 114(5): 648-671.
- Rosales, M.J., Mascaro, C., Fernandez, C., Luque, F., Moreno, M.S., Parras, L., Cosano, A et Munoz, J.R. 1999. Acute intestinal anisakiasis in Spain: a fourth-stage *Anisakis simplex* larva. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 94(6):823-826.
- Rosfelder, 1955. Carte provisoire au 1/500000 de la marge continentale algérienne. Note de présentation. *Publications du Service des Cartes Géologiques d'Algérie*.5 :55-105.
- Rotllant, G., Moranta, J., Massuti, E., Sarda, F et Morales-Nin, B. 2002. Reproductive biology of three gadiform fish species through the Mediterranean deep-sea range (147-1850 m). *Scientia Marina*. 66: 157-166.
- Rouane-Hacene, O. 2013. Biosurveillance de la qualité des eaux cotières du littoral occidental algérien par le suivi d'indices biologiques de la biodisponibilité et de la bioaccumulation des métaux lourds chez la moule *Mytilus galoprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus*. *Thèse de Doctorat, Université d'Oran*. 249 pp.
- Rudolphi, C.A. 1819. Entozoorum sive vermicum intestinalium historica naturalis, Vol I, II. *Amsterdam*. 457pp.

S

- Sahi, M.A et Bouaicha, M .2003. la pêche artisanale en Algérie. *Document FAO Copemed*. 23pp.

- Salomé-Morte, M., Redón, M. J et Sanz-Brau, A. 2002. Diet of *Phycis blennoides* (Gadidae) in relation to fish size and season in the Western Mediterranean (Spain). *Marine Ecology*. 23(2):141-155.
- Sanmartin, M.P., Quintero, L., Iglesias, R., Santamaria, M.T., Leiro, J et Ubeira, F.M. 1994. Nematodos parasitos en peces de las costas gallegas. *Editiones Diaz de Santos, Madrid*. 80pp.
- Santa, S. 1961. Les poissons et le monde marin des côtes de l'Oranie. *Archives de la Société de Géographie et d'Archéologie de la province d'Oran*. N°1.
- Santos, A.T., Sasal, P., Verneau, O et Lanfant, P.2006. A method to detect the parasitic Nematodes from the family Anisakidae, in *Sardina pilchardus*, using specific primers of 18S DNA gene. *European Food Research and Technology*. 222:71-77.
- Sartor, P et Biagi, F. 1992. Feeding of *Phycis blennoides* (Brunnich, 1768) in the Northern Tyrrhenian Sea. *Abstracts of Conférence Internationale Mer Méditerranée*. 311-312.
- Scott, J.S. 1987. Helminth parasites of the alimentary tract of the hake (*Merluccius*, *Urophycis*, *Phycis*: teleostei) of the Scotian shelf. *Canadian Journal of Zoology*.65: 304-311.
- Secor, D et Dean, J., 1989. Somatic growth effects on the otolith-fish size relationship in young pond reared striped bass, *Morone saxatilis*. *Canadian Journal of Fish. Aquatic Sciences*. 46:113-121.
- Serracca, L., Cencetti, E., Battistini, R., Rossini, I., Prearo, M., Pavoletti, E., Fioravanti, M.L., Righetti, M., Di-Donfrancesco, B et Ercolini, C. 2013. Survey on the presence of *Anisakis* and *Hysterothylacium* larvae in fishes and squids caught in Ligurian Sea. *Veterinary Parasitology*. 196: 547-551.
- Sey, O. 1970. Parasitic helminthes occurring in Adriatic fishes (Nematodes, Acanthocephala). *Acta Adriatica*.13 (3): 1-16.
- Shannon, C.E.1948. A mathematical theory of communications. *Bell System Technical Journal*. 27: 379-423.
- Shapiro, D.Y. 1992. Plasticity of gonadal development and protandry in fishes. *Journal of Experimental Zoology*. 261: 194-203.

- Shiraki, T. 1974. Larval Nematodes of family Anisakidae (Nematoda) in the northern Sea of Japan as a causative agent of eosinophilic pleuritis or granuloma in the human gastro-intestinal tract. *Acta Medical Biology, Niigata*.22: 57-98.
- Silva, H.M. 1986. Reproduction of the forkbeard *Phycis phycis* (Linnaeus, 1766) in Azorean waters. ICESCM /G: 60.
- Silva, H.M et Krug, G. 1992. Virtual Population Analysis of the forkbeard, *Phycis phycis* (Linnaeus, 1766), in the Azores. - *Arquivos. Life and Earth Sciences*. 10: 5-12.
- Simpson. E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*. 163: 688.
- Skryabin, K.I et Shikhobalova, N.P. 1957. Trichocephalis and Capillariids of animals and man and the diseases caused by them. *Osnovy nematologii* 6. *Izd. ANSSSR, Moscow*.587pp (en Russe).
- Slimane-Moussa, S. 2009. Les tendances polluantes du littoral oranais. Thèse de Magister. Université d'Oran, 145pp.
- Smith, J.W. 1983. Larval *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809) and larval *Hysterothylacium* sp. (Nematoda:Ascaridoidea) in euphausiids (Crustacea: Malacostraca) in the north-east Atlantic and northern North Sea. *Journal of Helminthology*. 57:167-177.
- Sorbe, J.C. 1977. Régime alimentaire de *Phycis blennoides* (Brunnich, 1768) dans le sud du golfe de Gascogne. *Revue des travaux Institut des Pêches maritimes*.4 1(3):271-281.
- Stossich, M. 1895. Appunti di elminotologia. *Bollentino della Societa Adriatica de Scienze Natural, Trieste*. 19: 1- 6.
- Strassen, O.K.L. 1907. *Filaria medinensis* und *Ichtyonema*: Verhdl. D. *Deutsch. Zool. Gesellsch*. 110-129.
- Strømnes, E et Andersen, K. 2000. "spring rise" of whale-worm (*Anisakis simplex*; Nematoda, Ascaridoidea) third-stage larvae in some fish species from Norwegian waters. *Parasitology Research*. 86:619-624.
- Suzuki, T et Ishida, K. 1979. *Anisakis simplex* and *Anisakis physeteris*: physicochemical properties of larval and adults hemoglobin. *Exploits in Parasitology*. 48: 225-234.
- Svetovidov, A. N. 1948. Gadiformes Fauna of U.S.S.R. 222 p.

T

- Taraschewsky, H. 1987. Distribution and morphology of two helminths recently introduced into European Eel populations: *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) and *Paratenuisentis ambiguous* (Acanthocephala, Tenuisentidae). *Diseases of Aquatic Organisms*. 3:167-176.
- Tepe, Y et Oguz, M.C. 2013. Nematode and acanthocephalan parasites of marine fish of the eastern Black Sea coasts of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 37: 753-760.
- Ternengo, S., Levron, C., Mouillot, D et Marchand, B. 2009. Site influence in parasite distribution from fishes of the Bonifacio Strait Marine Reserve (Corsica Island, Mediterranean Sea). *Parasitology Research*. 104(6):1279-1287.
- Thompson, R.C.A et Lymbery, A.J.1996. Genetic variability in parasites and host-parasite interactions. *Parasitology*.112: 17-22.
- Thompson, R.C.A., Constantine, C.C et Morgan, U.M. 1998. Overview and significance of molecular methods: what role for molecular epidemiology? *Parasitology*. 117: 161-175.
- Timi, J.T et Rossin, M.A., Lanfranchi, L.A. 2006. A new species of *Capillaria* (nematoda: Capillariidae) parasitizing *Conger orbignianus* (pisces: Congridae) from Argentina. *Journal of Parasitology*. 92 (3):628-630.
- Torniquist, N. 1931. Die Nematoden familien Cucullanidae und Camallanidae nebst weiteren Beitragen zur Kenntnis der Anatomie und Histologie der Nematoden. *Goterborgs K. Vetens K. Vitter Samh. Handl, Foljden, Ser. B.2*. 441 pp.

U

- Ugland, K.I., Strømnes, E., Berland, B et Aspholm, P.E. 2004. Growth, fecundity and sex ratio of adult whale-worm (*Anisakis simplex*: Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae) in three whales from the north-east Atlantic. *Parasitology Research*. 92:484-489.
- Unger, P., Klimpel, S., Lang, T et Palm, H.W. 2014. Metazoan parasites from herring (*Clupea harengus* L.) as biological indicators in the Baltic Sea. *Acta Parasitologica*. 59(3): 518-528.

- Uspenskaya, A.V. 1953. The life cycle of the Nematodes belonging to the genus *Ascarophis* van Beneden. *Zoologicheskii Zhurnal*. 32: 828-832 (en Russe).
- Uzman, J.R. 1967. Juvenil *Asarophis* (Nematoda Spiruroidea) in the American Lobster: *Homarus americanus*. *Journal of Parasitology*. 53-218.

V

- Valero, A., Paniagua, M.I., Hierro, I., Diaz, V., Valderrama, M.J., Benitez, R et Adroher, F.J. 2005. Anisakid parasites of two forkbeards (*Phycis blennoides* and *Phycis phycis*) from the Mediterranean coasts of Andalusia (Southern Spain). *Parasitology International*.55(5):1-5.
- Valovaya, M.A. 1979. Biology of *Cucullanus cirratus* Müller, 1977 (Nematoda, Cucullanidae). *Parazitologiya*. 13: 540-544 (en Russe).
- Valter, E.D. 1980. Observations on the development of *Contracaecum aduncum* (Ascaridata) in *Jaera albifrons* (Crustacea). *Biol. Belogo moray*. 5: 155-164 (en Russe).
- Van Banning, P. 1971. Some notes on a successful rearing of the herring-worm, *Anisakis marina* (Nematoda: Heterocheilidae). *Journal du Conseil*. 34(1):84-88.
- Vaissière, R. et Fredj, G. 1963. Contribution to the study of the benthic fauna of the continental shelf of Algeria. *Bulletin de l'institut Oceanographique de Monaco*. 60: 83-83.
- Vidal-Martínez, V.M., Osorio-Sarabia, D et Overstreet, RM. 1994. Experimental infection of *Contracaecum multipapilatum* (Nematoda: Anisakinae) from Mexico in the domestic cat. *Journal of Parasitology*. 80:576-579.

W Y Z

- Wheeler, A. 1969. *The Fishes of the British Isles and North-West Europe*. Macmillan, London. 392 pp.
- Whitehead, P.J.P. 1985. FAO species catalogue. Vol.7. Clupeoid fishes of the world. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *FAO Fish. Synop Rome, Italy*. 125, Vol. 7, Pt. 1, 303 pp.

- Willemoes-Suhm, V. 1870. Zur entwicklungs geschichte des kleinen Leberegels. *Zwis. Zool.* 21:175-203.
- Young, C.M et Eckelbarger, K.J. 1994. Reproduction, Larval Biology, and Recruitment of the Deep-Sea Benthos. *Columbia University Press.* 336 pp.
- Zeder, J.G.H. 1800. Erster Nachtrag zur Naturgeschichte der Eingeweidewurmer mit Zufassen und Anmerkungen herausgegeben. *Leipzig.* 320pp.

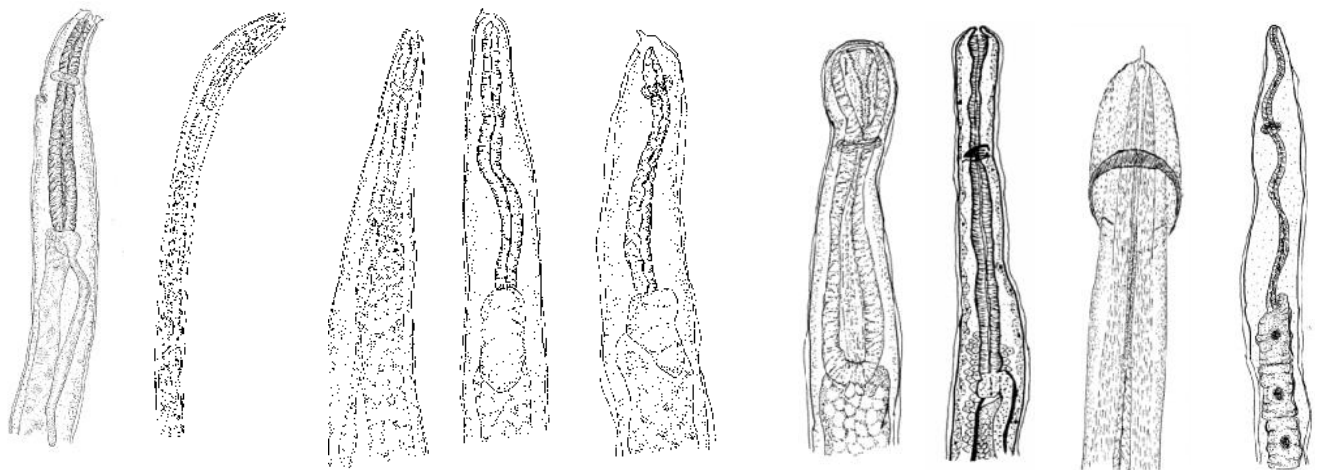
Annexes

Recettes de fixatifs, conservateurs et teintures normalement utilisés en parasitologie (d'après Ash et Orihel 1991).

	Solutions	Préparation
C O N S E R V A T I O N	Ethanol à 70 %	740 ml d'éthanol à 95 % + 260 ml d'eau
	Ethanol à 70 %/glycérol	50 ml de glycérol + 740 ml d'éthanol à 95 % + 210 ml d'eau
	Formol tamponné à 10%	Dissolvez 6,1 g de phosphate monoacide de sodium (Na_2HPO_4) et 0,15 g de phosphate monosodique (NaH_2PO_4) dans 800 ml de formaldéhyde à 37,5 % (formol à 100 %) + 7,2 litres d'eau
	AFA (alcool-formol-acide acétique)	100 ml de formol à 100% + 500 ml d'éthanol à 95 % + 50 ml d'acide acétique glacial + 450 ml 'eau
CO LO RA TI ON	Teinture acétocarminée de Schneider	Ajoutez graduellement 45 ml d'acide acétique glacial à 55 ml d'eau. Ajoutez 5 g de poudre de carmin, faites bouillir 15 minutes. Refroidissez et filtrez. S'utilise en ajoutant quelques gouttes dans une petite cuvette d'éthanol à 70 % pour créer une solution d'un rose moyen à foncé.
E C L A I R C I S S E M E N T	Série de solution de glycérol et d'alcool pour éclaircir progressivement les gros nématodes	50 ml de glycérol + 700 ml d'éthanol à 95 % + 250 ml d'eau
		100 ml de glycérol + 700 ml d'éthanol à 95 % + 200 ml d'eau
		200 ml de glycérol + 500 ml d'éthanol à 95 % + 300 ml d'eau
		500 ml de glycérol + 300 ml d'éthanol à 95 % + 200 ml d'eau
		700 ml de glycérol + 100 ml d'éthanol à 95 % + 100 ml d'eau
	Agent clarifiant au lactophénol	20 ml de glycérol + 10 ml d'acide lactique + 10 ml de cristaux de phénol fondus + 10 ml d'eau.
	Fluide de Berland	5 ml de formol à 100 % + 95 ml d'acide acétique glacial

Phylogénie des Nématodes (Moravec, 1994)

Embranchement Nematelminthes						
Classe Nematodes						
Sous-Classe	Adenophora	Secernentea				
Ordre	Enoplida	Ascaridida			Spirurida	
Super – Famille	Trichuroidea	Seuratoidea	Ascaridoidea		Dracunculoidea	Habronematoidea
Famille	Capillariidae	Cucullanidae	Anisakidae		Philometridae	Cystidicolidae
Genre	<i>Capillaria</i>	<i>Cucullanus</i>	<i>Anisakis</i>	<i>Hysterothylacium</i>	<i>Philometra</i>	<i>Ascarophis</i>



<i>fabri</i>	<i>aduncum</i>	<i>sp</i>	<i>simplex</i>	<i>physeteris</i>	<i>cirratus</i>	<i>globiceps</i>	<i>collaris</i>	<i>gracilis</i>
<i>Hysterothylacium</i>			<i>Anisakis</i>		<i>Cucullanus</i>	<i>Philometra</i>	<i>Ascarophis</i>	<i>Capillaria</i>
<i>Anisakidae</i>					<i>Cucullanidae</i>	<i>Philometridae</i>	<i>Cystidicolidae</i>	<i>Capillariidae</i>
<i>Ascaridoidea</i>					<i>Seuratoidea</i>	<i>Dracunculoidea</i>	<i>Habronematoidea</i>	<i>Trichuroidea</i>
<i>Ascaridida</i>						<i>Spirurida</i>		<i>Enoplida</i>
<i>Secernentea</i>							<i>Adenophora</i>	

Clés d'identification des espèces de Nématodes (Moravec, 1994)

Classe des nématodes RUDOLPHI, 1808 :

La classe des Nématodes est subdivisée en deux sous-classes :

1-Phasmides absents, œsophage cylindrique ou avec des glandes œsophagiennes libres dans le pseudocoel ou formant des stichocytes, système excréteur sans canaux latéraux, mâles avec un spicule ou sans, œufs généralement non segmentés avec un branchement à l'un des pôles ou qui éclosent dans l'utérus.....**Sous-classe des Adenophora**

2-Phasmides présents, l'œsophage n'a jamais la forme de stichosomes, le système excréteur est muni de canaux latéraux. Mâles avec deux spicules, exceptionnellement sans, œufs sans branchements polaires, rarement operculés ou qui éclosent dans l'utérus...**Sous-classe des Secernentea**

Sous-classe des Adenophora Linstow, 1905 :

Petits nématodes rarement grands, sans deirides, ni phasmides, système excréteur représenté par des rénettes unicellulaires. La majorité des Adenophora sont libre ou parasitant les plantes, les espèces parasitant les animaux sont toutes regroupées dans l'ordre des **Enoplida**. Des trois super familles des Enoplida, celles qui parasitent les vertébrés sont au nombre de deux : Les **Trichuroidea** et les **Diectophymatoidea**

Clés des super familles des Enoplida :

1-œsophage bien développé et cylindrique, stichosomes absents, queue des mâles modifiée en une ventouse ventrale comme une bourse musculaire, vulve située près de l'anus, corps épais et robuste....**Diectophymatoidea**

2-stichosomes présents, queue des mâles sans bourse musculaire, vulve antérieure ou à proximité de l'œsophage. Petit corps fin, filiforme sauf chez les **Cystoopsis** où l'extrémité postérieure est globuleuse...**Trichuroidea**.

Super famille des Trichuroidea Railliet, 1916 :

Ce sont des nématodes avec une extrémité antérieure étroite et une extrémité postérieure pouvant être considérablement développée, la bouche est petite entourée de lèvres pas très distinctes, l'œsophage est divisé en deux parties : antérieure courte et musculaire, postérieure longue et glandulaire entourée plus loin par un deux ou trois rangées de glandes œsophagiennes unicellulaires les **stichocytes**. Le système excréteur est rudimentaire ou absent. L'équipement génital des mâles et des femelles est simple, un spicule unique ou absent, gaine spiculaire présente, vulve antérieure située près de l'œsophage, œuf avec un branchement à chaque pôle. Développement directe ou indirecte utilisant des annélides ou des crustacés comme hôtes intermédiaires. Des six familles de Trichuroidea, uniquement deux parasitent les poissons

Clés des familles des Trichuroidea :

1-tube digestif complet comprenant un anus, région postérieure des femelles quelque peu extensible de forme cylindrique non pas comme une vésicule, vulve située près de l'œsophage. Parasites du tube digestif ou du foie des poissons.....**Capillariidae**.

2-tube digestif incomplet, intestin dilaté en sac, anus absent, femelle avec un corps divisé en une région antérieure fine et postérieure développée en vésicule, vulve située près de l'anneau nerveux. Parasite de la peau des gars ? et des esturgeons.....**Cystoopsis**.

Famille des Capillariidae Railliet, 1915 :

Nématodes fins et filiformes, cuticule avec bandes bacillaires longitudinales, généralement deux latérales, une ventrale et une dorsale. Chez les mâles, présence d'un spicule plus ou moins sclérosée avec une gaine lisse ou épineuse capable de s'évagner ou de s'invagner. Bourse membranaire présente ou pas. Vulve à proximité de la partie distale de l'œsophage, parfois avec des lèvres surélevées. Œufs en forme de baril ; avec branchement polaire et surface lisse ou sculptée. Parasitent différents organes de vertébrés homéothermes ou poïkilothermes. Cycle biologique directe ou avec un hôte intermédiaire généralement un annélide.

Clés des genres Capillariidae :

1-gaine de spicule épineuse, de nombreux sillons transversaux rugueux sont présent sur moins de la moitié de la spicule. Parasites du foie ou du tube digestif.....**2**

-gaine de spicule lisse, surface de spicule aussi, sans sillons transversaux. Parasites du tube digestif.....**3**

2-queues des mâles pourvues d'une bourse membraneuse reposant sur deux projections sous forme de doigts ainsi qu'une paire de grandes papilles subventrales. Stichosomes formés de trois rangs longitudinaux de stichocytes. Parasites du foie.....**Shulmanella**.

-queues des mâles sans bourse membraneuse, portant une paire de papilles, stichosomes formés d'un rang simple de stichocytes. Parasites du foie et de l'intestin.....**Capillaria**.

Genre Capillaria Zeder, 1800 :

Les stichosomes consistent en un rang simple de stichocytes. Absence d'ailes latérales caudales chez les mâles. Extrémité postérieure des mâles arrondies, généralement munie de deux lobes latéraux dorsolatérales ou ventrolatérales, bourse membraneuse absente. Une paire de petites papilles généralement présentes près de l'orifice cloacal. Spicule avec gaine épineuse. Avec ou sans appendice vulvaire. Parasite de l'intestin et du foie.

Sous classe des Secernentea :**Ordre des ASCARIDIDA Skrjabin et Schulz, 1940 :**

Extrémité antérieure munie généralement de trois lèvres, parfois, les lèvres sont absentes, espace interlabial parfois présent. Œsophage cylindrique et quelque peu développé en sa partie postérieure, parfois avec un ventricule et avec ou sans appendices ventriculaires ; il peut également y avoir un caecum intestinal antérieur. Présence de deux spicules généralement de taille égale, chez les mâles, la ventouse précloacale peut être présente, chez les femelles il peut y avoir deux utérus ou plus. Développement directe ou avec hôte intermédiaire et paraténiques. Adultes parasites du tube digestif des vertébrés.

Clés des super familles des Ascaridida Skrjabin et Shultz, 1940:

1-extrémité céphalique munie de trois lèvres bien délimitées et généralement de grande taille, parfois séparées par un interlabia. Œsophage simple et cylindrique s'achevant en un ventricule ; caecum présent ou pas. Pas de ventouse précloacale chez les mâles mais présence de nombreuses papilles génitales. Œufs épais non embryonnés lors qu'ils sont pondus exception faite des *Raphidascaris* (*Sprentascaris*). Ce sont généralement des nématodes de grande taille (de plus d'un cm).....**Ascaridoidea.**

-Petites lèvres pouvant être absentes, et varient lors qu'elles existent en nombre et en forme. Œsophage de différentes structures, sans ventricule. la ventouse précloacale peut être présente chez le mâle. Papilles génitales chez le mâle peu nombreuses (moins de 14 paires). Œufs qui éclosent dans l'utérus ou avec une délicate coquille à la ponte par la femelle. Ce sont souvent de petits nématodes de moins d'un cm..... **2.**

2-œsophage cylindrique, antérieurement différencié en une partie distincte, un isthme subglobulaire à allongé et un bulbe vulvaire possédant des cellules mononuclées.....**Cosmocercoidea.**

-Court œsophage, simple et cylindrique ou bien divisé en deux parties à diamètre inégale. Présence ou pas de la partie pré pharyngienne de l'œsophage. Absence de lèvres ou bien remarquablement réduites. Orifice buccal parfois allongée dorsoventralement.....**Seuratoidea.**

Superfamille des Seuratoidea Hall, 1916 :

Nématodes souvent de taille moyenne, lèvres sur l'extrémité antérieure très réduites ou absentes. Ouverture buccale parfois allongée dorsoventralement. Œsophage court, simple et cylindrique ou bien divisé en deux parties à diamètre inégale, ventricule absent. Ventouse précloacale pouvant être présente chez le mâle. Papilles génitales peu nombreuses moins de 11 paires. Deux spicules souvent égales et similaires, gubernaculum pouvant être présent. Vulve située dans la moitié ou la région postérieure du corps. Cycles biologiques de la majorité des espèces impliquant des hôtes intermédiaires. Parasites de toutes les classes de vertébrés.

Clés des familles des Seuratoidea :

1-cavité buccale absente et si présente dérivant d'un cheilostome ; la cuticule composant le cheilostome ayant les mêmes réactions que la cuticule externe.....**Quimperiidae.**

-Cavité buccale formée à partir de modifications de la partie antérieure de l'œsophage (oesophastome) ; les parois de l'oesophastome étant tapissées de tissu œsophagien **Cucullanidae.**

Famille des Cucullanidae Cobbold, 1864 :

Orifice buccal triangulaire ou allongé dorsoventralement. Papilles céphaliques du cercle externe au nombre de huit, et disposées ensembles en paires les papilles du cercle interne sont peu nombreuse, lèvres bien développées ou bien pseudolabia absent. Présence de l'oesophastome (capsule pseudo-buccale). Œsophage musculaire développé juste en sa partie antérieure et postérieure. Intestin muni d'un caecum antérieur droit ou carrément absent. Ailes caudales des mâles rétrécies ou absentes. Spicules égales ou presque. Gubernaculum présent. Vulve légèrement subéquatoriale. Ovivipares parasites des poissons et rarement des reptiles.

Clé des genres Cucullanidae :

1-caecum intestinal présent, orifice buccal perpendiculaire à l'axe du corps, généralement petits nématodes avec une cuticule épaisse....**Dichelyne.**

-caecum intestinal absent, bouche quelque peu inclinée dorsalement, généralement nématodes moyens à grands.....**2.**

2-extrémité caudale des adultes courte et arrondie. Spicules remarquablement larges, avec extrémités distales arrondies, au moins 9 paires de papilles pré anales chez les mâles.....**Neocucullanus.**

-extrémité caudale des adultes conique et pointue. Spicules fines et longue, et extrémité distale rétrécie. Au plus 7 paires de papilles pré anales chez le mâle.....**Cucullanus.**

Genre Cucullanus Muller, 1777 :

Oesophastome (capsule pseudo buccale) rétrécie latéralement, lèvres ou pseudolabia absents, papilles céphaliques de l'anneau externe au nombre de huit, disposés en paires incomplètement fusionnées. Papilles du cercle interne très petites, situées près de la bordure de la bouche. Amphides situées au niveau des papilles du cercle externe. Œsophage non divisé développé en ses deux extrémités postérieure et antérieure. L'intestin ne comprend pas de caecum. Ventouse précloacale sans anneau sclérosé est généralement présente chez les mâles. Ailes caudales absentes. Spicules égales, gubernaculum présent. Vulve près de la moitié du corps, vagin dirigé antérieurement. Deux ovaires, ovipares, œufs à coquille fine. Parasites intestinaux des poissons. (Espèce type *Cucullanus cirratus*) pore excréteur situé au

niveau de l'extrémité postérieure de l'œsophage. Deirides non retrouvés. Extrémité caudale conique étirée.

Super famille des Ascaridoidea Railliet et Henry, 1915 :

Les larves appartenant aux Ascaridoidea sont des parasites communs entre les poissons d'eau douce et d'eau de mer qui leur servent d'hôtes intermédiaires et paraténiques. Les formes adultes de ces espèces parasitent différents vertébrés piscivores : poissons prédateurs, poissons se nourrissant d'oiseaux ou de mammifères marins. La morphologie et la systématique de ces larves d'Ascaridoidea est peu décrite par conséquent, leur spécificité exacte ou parfois leur détermination générique basée uniquement sur leurs caractères morphologiques est la plupart du temps impossible à l'heure actuelle ; dans de nombreux cas ces larves peuvent être identifiées de manière sûre uniquement sur la base d'expérimentations sur leur alimentation. Par le passé de nombreuses de ces larves ont été décrites tant qu'espèces indépendantes mais leur description très inadéquate a empêché d'établir une évaluation de leur statut systématique en accord avec les critères taxonomiques actuels cependant, il est nécessaire de les traiter en tant qu'espèces.

Clés des familles sous-familles et genres d'Ascaridoidea :

1-Œsophage avec un ventricule ou sans, habituellement il y'a un long appendice postérieur. Caecum intestinal présent ou pas, pore excréteur à proximité de l'anneau nerveux ou niveau de la base des lèvres.

2-caecum intestinal antérieur et appendice ventriculaire postérieur présents tout deux ou absents, si seulement le caecum intestinal est présent cela implique que le pore excréteur est situé entre les lèvres subventrales ou la base de l'interlabia.....**Famille des Anisakidae** Railliet et Henry, 1912.

3-anneau cuticulaire toujours sans épines, présence uniquement de l'appendice ventriculaire ou bien du caecum intestinal antérieur ou alors absence des deux, si les deux sont présent donc le pore excréteur est souvent situé au niveau de la base des lèvres ou le caecum intestinal antérieur est relativement long....**4.**

4-le caecum intestinal antérieur et l'appendice ventriculaire postérieur sont tous deux présents.....**5.**

- Présence uniquement de l'appendice ventriculaire postérieur ou du caecum intestinal antérieur ou tous deux absents.....**Anisakis**

5-pore excréteur situé au niveau de l'anneau nerveux ou quelque peu en dessous mais toujours éloigné de l'extrémité antérieure. L'extrémité caudale de la larve du quatrième stade est munie de courtes projections cuticulaires (épines). Adultes parasites des poissons.....**Hysterothylacium** Ward et Magath, 1917.



Photo1. *Hysterothylacium aduncum* extrémité caudale du mâle (GX100)

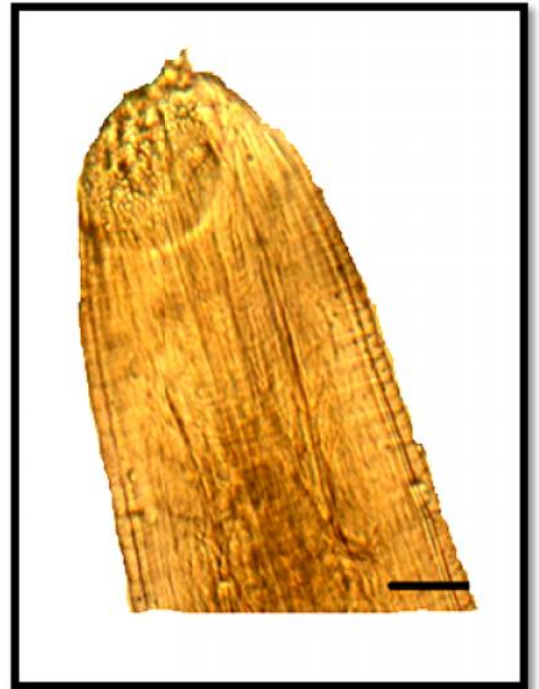


Photo2. *Anisakis simplex* extrémité céphalique (GX400)



Photo 3. *Anisakis simplex* enkysté dans le foie (GX40)



Photo 4. *Cucullanus cirratus* extrémité céphalique (GX400)



Photo 5. *Cucullanus cirratus* extrémité caudale du mâle (GX100)

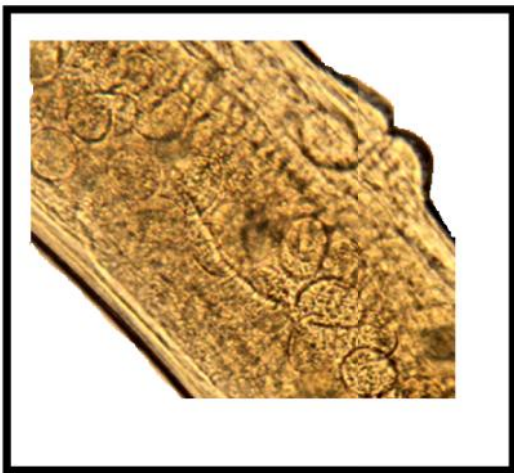


Photo 6. *Cucullanus cirratus* région vulvaire (GX400)



Photo 7. *Ascarophis collaris* extrémité céphalique à gauche ; extrémité caudale à droite (GX400)

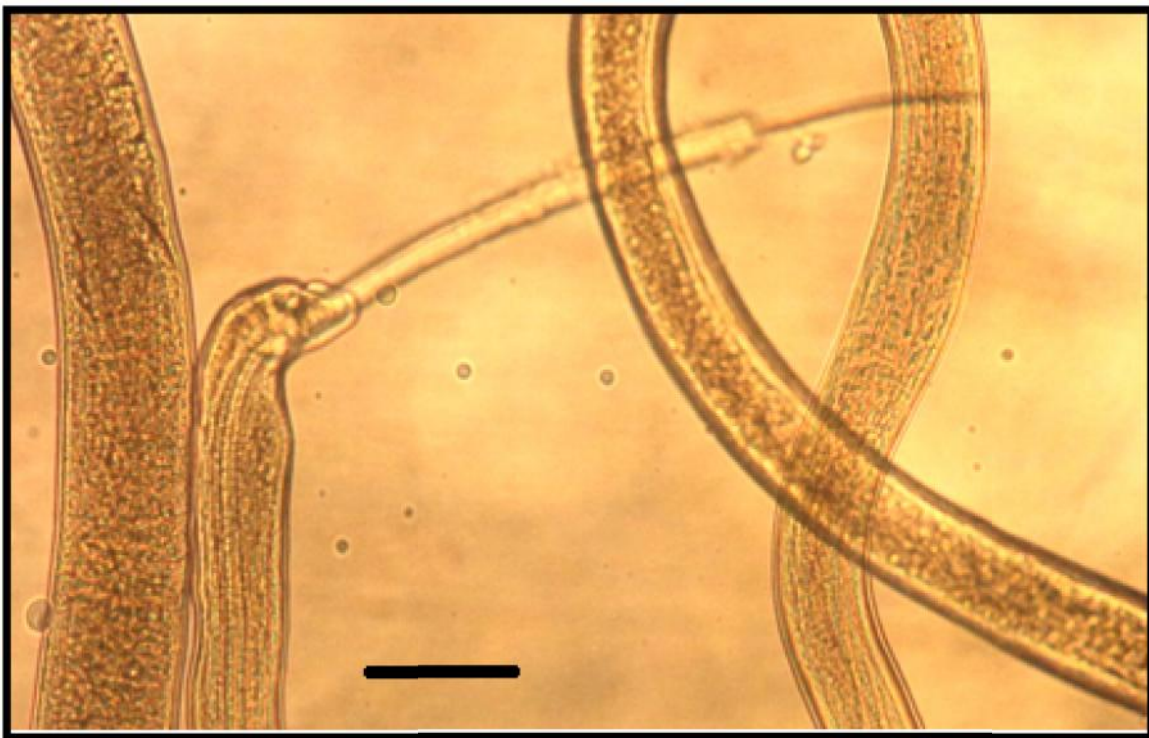


Photo 8. *Capillaria gracillis* région caudale du mâle (barre=250µm)



Photo9. *Capillaria gracillis* région vulvaire, à gauche : GX100, à droite : GX400



Photo 10. *Capillaria gracillis* extrémité caudale de la femelle (GX 100)

Valeurs des prévalences et des abondances des espèces de Nématodes chez *Phycis blennoides*

<i>Phycis blennoides</i>	Prévalence	abondance
<i>H. aduncum</i>	49%	1,35
<i>H. fabri</i>	12%	0,225
<i>H. sp</i>	3%	0,033
<i>A. Simplex</i>	7%	0,1
<i>A. physeter</i>	11%	0,25
<i>C. ciratus</i>	32%	0,408
<i>C. gracillis</i>	26%	0,5
<i>A. collaris</i>	2%	0,025
<i>P.globiceps</i>	0	0

Valeurs des prévalences et des abondances des espèces de Nématodes chez *Phycis phycis*

<i>Phycis phycis</i>	Prévalence	abondance
<i>H. aduncum</i>	11%	0,125
<i>H. fabri</i>	55%	3,625
<i>P.globiceps</i>	6%	0,15
<i>A. Simplex</i>	6%	0,093
<i>A. physeter</i>	9%	0,046
<i>C. ciratus</i>	23%	0,65
<i>C. gracillis</i>	17%	0,40
<i>A. collaris</i>	0	0
<i>H. sp</i>	0	0

Valeurs des prévalences et des abondances des espèces de Nématodes en fonction des sites de pêche de *Phycis blennoides*

Oran	Abondance	Prévalence
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	1,57	54%
<i>Hysterothylacium fabri</i>	0,22	14%
<i>Hysterothylacium sp</i>	-	-
<i>Anisakis simplex</i>	0,03	3%
<i>Anisakis physeteris</i>	0,14	5%
<i>Cucullanus cirratus</i>	0,38	35%
<i>Capillaria gracillis</i>	1,05	43%
<i>Asacrophis collaris</i>	-	-
<i>Philometra globiceps</i>	-	-

Arzew	Abondance	Prévalence
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	1,07	39%
<i>Hysterothylacium fabri</i>	0,07	7%
<i>Hysterothylacium sp</i>	0	-
<i>Anisakis simplex</i>	0,04	4%
<i>Anisakis physeteris</i>	0,21	11%
<i>Cucullanus cirratus</i>	0,29	25%
<i>Capillaria gracillis</i>	0,43	29%
<i>Asacrophis collaris</i>	0	-
<i>Philometra globiceps</i>	0	-
Mostaganem :	Abondance	Prévalence
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	1,16	47%
<i>Hysterothylacium fabri</i>	0,16	11%
<i>Hysterothylacium sp</i>	-	-
<i>Anisakis simplex</i>	-	-
<i>Anisakis physeteris</i>	0,21	11%
<i>Cucullanus cirratus</i>	0,42	26%
<i>Capillaria gracillis</i>	0,11	5%
<i>Asacrophis collaris</i>	-	-
<i>Philometra globiceps</i>	-	-
Bénisaf	Abondance	Prévalence
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	1,56	61%
<i>Hysterothylacium fabri</i>	0,22	11%
<i>Hysterothylacium sp</i>	0,22	17%
<i>Anisakis simplex</i>	0,44	22%
<i>Anisakis physeteris</i>	0,22	11%
<i>Cucullanus cirratus</i>	0,50	33%
<i>Capillaria gracillis</i>	0,17	17%
<i>Asacrophis collaris</i>	0,17	11%
18 Bouzedjar	Abondance	Prévalence
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	1,33	44%
<i>Hysterothylacium fabri</i>	0,56	17%
<i>Hysterothylacium sp</i>	-	-
<i>Anisakis simplex</i>	0,11	11%
<i>Anisakis physeteris</i>	0,61	22%
<i>Cucullanus cirratus</i>	0,56	39%
<i>Capillaria gracillis</i>	0,22	17%
<i>Asacrophis collaris</i>	-	-

Valeurs des prévalences et des abondances des espèces de Nématodes en fonction des sites de pêche de *Phycis phycis*

Kristel	Abondance	Prévalence
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	0,17	17%
<i>Hysterothylacium fabri</i>	1,56	61%
<i>Hysterothylacium sp</i>	0	-
<i>Anisakis simplex</i>	0,17	11%
<i>Anisakis physeteris</i>	0,17	17%
<i>Cucullanus cirratus</i>	0,50	17%
<i>Capillaria gracillis</i>	0,44	22%
<i>Asacrophis collaris</i>	0	-
<i>Philometra globiceps</i>	0,28	11%
Ain el turck	Abondance	Prévalence
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	0,04	4%
<i>Hysterothylacium fabri</i>	0,64	46%
<i>Hysterothylacium sp</i>	-	-
<i>Anisakis simplex</i>	-	-
<i>Anisakis physeteris</i>	-	-
<i>Cucullanus cirratus</i>	1,00	32%
<i>Capillaria gracillis</i>	0,64	25%
<i>Asacrophis collaris</i>	-	-
<i>Philometra globiceps</i>	-	-
Benisaf	Abondance	Prévalence
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	0,2	19%
<i>Hysterothylacium fabri</i>	1,9	64%
<i>Hysterothylacium sp</i>	-	-
<i>Anisakis simplex</i>	0,21	14%
<i>Anisakis physeteris</i>	0,16	18%
<i>Cucullanus cirratus</i>	0,62	21%
<i>Capillaria gracillis</i>	0,51	26%
<i>Asacrophis collaris</i>	-	-
<i>Philometra globiceps</i>	0,28	11%

Calcul de l'abondance des Nématodes dans le microhabitat de *Phycis blennoides*

	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	<i>Hysterothylacium fabri</i>	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Anisakis physeteris</i>	<i>Cucullanus cirratus</i>	<i>Capillaria gracilis</i>	<i>Philometra globiceps</i>
Œsophage	16	0	0	0	0	0	0
Estomac	28	5	0	7	2	0	0
Intestin	42	10	4	2	3	6	0
Rectum	18	0	0	0	0	40	50
Foie	0	11	0	4	11	0	0
Mésentère	0	0	0	0	14	0	0

Calcul de l'abondance des Nématodes dans le microhabitat de *Phycis phycis*

	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	<i>Hysterothylacium fabri</i>	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Anisakis physeteris</i>	<i>Cucullanus cirratus</i>	<i>Capillaria gracilis</i>	<i>Philometra globiceps</i>
Œsophage	0	6	0	0	0	0	0
Estomac	0	16	4	2	0	0	0
Intestin	5	29	0	0	18	0	0
Rectum	0	9	0	0	30	34	0
Foie	0	12	0	0	0	0	0
Mésentère	0	0	2	4	0	0	0
Gonades	0	0	0	0	0	0	10

Calcul des abondances des Nématodes de *Phycis blennoides* en fonction des saisons

	Abondance des Nématodes généralistes	Abondance des Nématodes spécialiste	Abondance des espèces rares
Automne	1.3	1.1	0
Hiver	1.15	1.73	0
Printemps	2.19	0.4	0.03
Été	1.7	0.86	0.16

Travaux en rapport
avec la thèse

***Metoncholaimus* sp. (Nematoda Oncholaimidae) pseudoparasite of *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) (Perciniformes Mullidae) in the western Algerian Sea**

Maya Meriem Hassani¹, S. Ahmed Kerfouf^{1*} & Nawel Amel Brahim Tazi²

¹Laboratoire d'éco-développement des espaces, Université Djilali Liabès, Sidi Bel Abbès, Algérie; e-mails: mayahassani@live.com; kerfoufahmed@yahoo.fr

²Laboratoire Réseau de Surveillance Environnementale, Université Es-Sénia Oran, Algérie; e-mail: meltazi@hotmail.com

*Corresponding author

ABSTRACT

This study was carried out between October 2009 and July 2010 to determine nematode parasites of the red striped mullet, *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758), in the gulf of Oran (western Algeria), located at 35°43' N - 0°37' W. A total of 100 fishes caught from the local fishermen by gill-net were investigated. Our investigation revealed the presence of three nematodes (one female and two males) located in the intestine of two infected fishes, these nematodes were alive and not attached to the mucosa of the fish host. The examination of the nematodes recovered showed that they belong to the genus *Metoncholaimus* Filipjew 1918 (Oncholaimidae Oncholaiminae). These nematodes are free living mostly in the coastal marine sediment; *Mullus surmuletus* might acquire them accidentally while either feeding on them or along with other food items taken from the bottom.

KEY WORDS

Mullus surmuletus; Nematode; Pseudoparasites; Oran; Western Algeria.

Received 04.05.2012; accepted 26.07.2012; printed 30.09.2012

INTRODUCTION

The striped red mullet *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) (Perciniformes Mullidae), a benthic perciform fish with a widely known distribution, is very common in the Algerian coasts and is a commercially important species (Figs. 1-3).

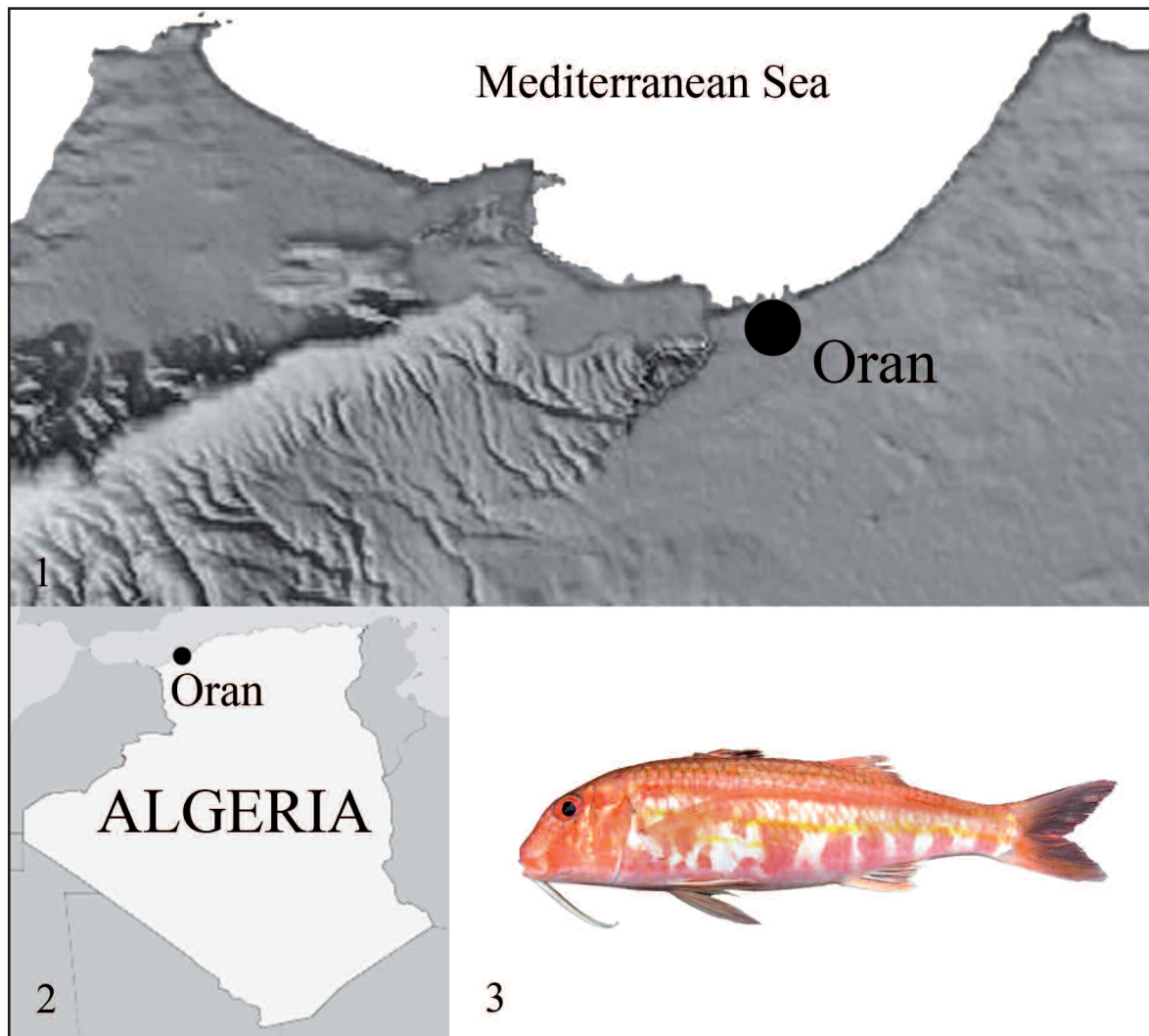
On the other hand, its nematode parasites in the western Mediterranean sea are poorly known although having been studied since more than one century by numerous authors who considered the system Helminthes-*Mullus* as the richest one and the most diversified of the Mediterranean sea (Bayoumy et al., 2008; Ferrer et al., 2005; Neifar et al., 2007; Ternengo et al., 2009). In this regard, we began a helminthological study during which we faced the problem posed by pseudoparasitism by known species of free-living nematodes.

MATERIALS AND METHODS

Fish were collected by means of a trammel net at a mean depth of 15 m, according to the traditional local small-scale fishery techniques. Individual body weight and size (total length), sex, and maturity stage were recorded. The range of fish size (total length) was 10.5-22 cm.

The whole gastro-intestinal tract was removed immediately after capture and all portions (stomach, pyloric caeca and intestine) were opened by a longitudinal incision. Removal of contents was obtained by successive washes with a wash bottle in a Petri dish, the food material collected was examined under a dissecting microscope Zeiss Stemi 2000.

Only helminthes infesting this tract were examined. The parasites were hand sorted and placed ini-



Figures 1, 2. Sampling site: Madagh bay, Oran, Algeria. Figure 3. *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758).

tially in 2% NaCl saline solution and then stored in 75% ethanol. The nematodes specimens were stained in Acetic-Carmin, dehydrated and mounted in Canada balsam.

The collected nematodes were cleared in glycerin for examination. Drawings were made with the aid of a Camera Lucida connected to a Wild bright field microscope.

For the identification of nematodes, drawings were compared with those of specialists in parasitic nematodes of fishes (Anderson, 1992; Moravec, 1998). Identification of nematode pseudoparasites did require the consultation of specialist works on free-living nematodes (i.e. Hope & Murphy, 1972; Tarjan, 1980; Platt & Warwick, 1983).

RESULTS

Systematic position

Phylum Nematoda Rudolphi, 1808
 Class Adenophorea Linstow, 1905
 Order Enoplida Filipjev, 1929
 Family Oncholaimidae Filipjev, 1916
 Genus *Metoncholaimus* Filipjev, 1918

Metoncholaimus sp.

Description (Figs. 4-7). Body elongated, somewhat tapering to both cephalic and caudal regions.

Cuticle. Smooth without transverse striations, thick, particularly in the cervical and the caudal regions.

Anterior extremity. The head bears a crown of tubular and non-segmented sensilla; mouth opening is spacious, roughly hexagonal, with narrow membranous margin provided with small papillae; lips are very distinct and developed; buccal capsule large, with well sclerotized walls, sub-terminal next to a simple muscular esophagus very long and somewhat expanded at its posterior part. Nerve ring encircling esophagus anteriorly, excretory pore not located. Outer sensory organs represented by a crown of well developed tubular and non-segmented bristles, never seen beyond the nerve ring.

Caudal region: the tail of males and females is conical, tapered and curved, short bristled mainly located in both preanal regions in both sexes.

Genital equipment, males: testes initiating at a short distance below the end of the muscular esophagus; strong spicules, regularly pairs are arched without individualized capitulum and the distal end is flared into two points. Solid gubernaculum, consisting of two distinct parts, central bulging and curved ventral apophysis. Numerous short bristles (8 to 10) are present in the cloacal opening region.

Genital equipment, females: only one female was found, it was non-gravid with monodelphic uterus. Ovary anteriorly starting below esophagus end. Genital opening situated in posterior end of the body.

DISCUSSION

The examination of stomach contents of *Mullus surmuletus* revealed the presence of several preys difficult to identify because of their advanced state of digestion. Generally, they are mainly composed of fragments of polychaetes, small fish or crustaceans (N'Da, 1992).

The stomach content analysis of *Mullus surmuletus* revealed a wide food range that can explain the observed parasite richness (Klimpel et al., 2008). Only parasites resist to digestion which led us to believe that the three *Metoncholaimus* specimens found alive and intact were nematode parasites of the fish. More precisely, these nematodes are pseudoparasites, i.e. *Mullus surmuletus* may accidentally ingest them from marine sediments, the

diet of the latter being composed largely of benthic prey (Quéro & Vayne, 1997) that the mullet harvests from the sediment through its burrowing and tactile barbells (Bougis, 1949).

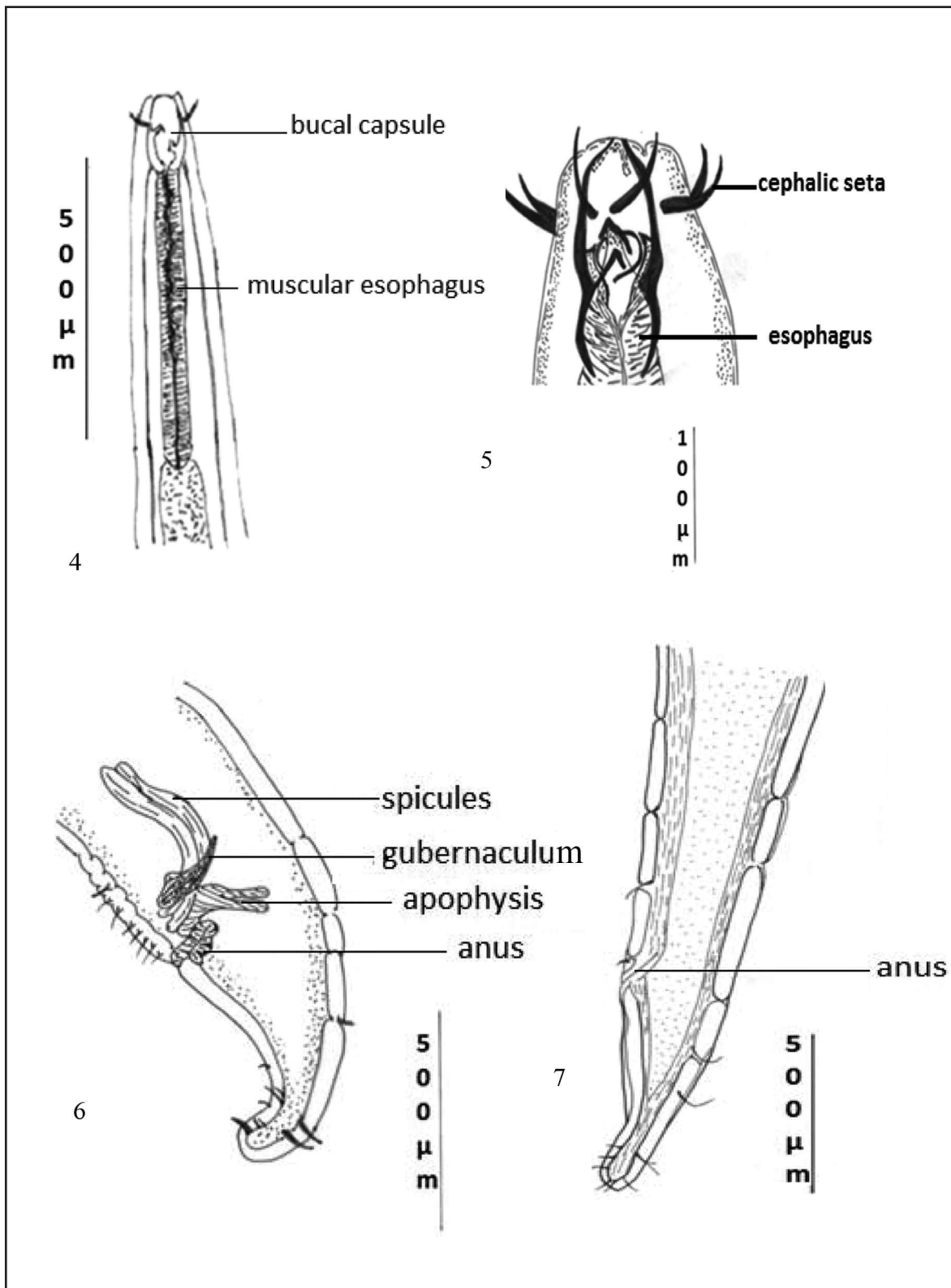
Pseudoparasitism is a fairly rare phenomenon, but was nevertheless described; indeed, pseudoparasites were found alive and in perfect condition in the fish *Haemulon sciurus* (Shaw, 1803) in Brazil. On a total of 50 fish examined, 13 contained nematode pseudoparasites at the rate of 2 to 50 specimens per fish.

These nematodes were identified as *Metoncholaimus amplus* Filipjev, 1918, Oncholaimidae (Moravec et al., 1990) that is a species of free living nematodes described for the first time by Hopper (1967). There are small differences between *Metoncholaimus amplus* specimens which may be considered to be within the limits of intraspecific variability.

This species was recorded in the coast of Florida, Bermuda Islands and also from the Suez canal (Riemann & Rachor, 1972). Comparison of our designs with those of Hopper (1967) did not allow us to assign our specimens to this species, however, we can assign it to the genus *Metoncholaimus* whose identification keys according to Keppner & Tarjan (1989) are:

- Cuticle smooth without transverse striations.
- Non-segmented cephalic setae located in one to three crowns before the nerve ring.
- Simply muscular and cylindrical esophagus without vesicular cells.
- Well-developed buccal capsule.
- Tapered shank short and curved.
- Spicules paired, fronted a gubernaculum.
- Presence or no of ventral apophysis.
- Short caudal setae concentrated primarily on the preanal region of male.

From a comparison of *Metoncholaimus amplus* Hopper, 1967 with our specimens, a few differences came to our attention: (i) *M. amplus* has two crowns of cephalic setae, *Metoncholaimus* sp. just one; (ii) as far as concerns shape and size of the copulatory apparatus, *M. amplus* shows thin and slender spicules and lacks of a ventral apophysis, our specimens - on the contrary- had stronger spicules and a ventral apophysis; (iii) in *M. amplus* the nerve ring of esophagus is situated at the mid-length of esophagus while in *Metoncholaimus* sp. is located more anteriorly.



Figures 4-7. *Metoncholaimus* sp. pseudoparasite of *Mullus surmuletus*. Fig. 4: anterior end; Fig. 5: detail of the anterior end; Fig. 6: posterior end of male; Fig. 7: posterior end of female.

It should be noted that *M. amplus* approximates our specimens particularly by the appearance of the head region, the esophageal structure, the shape of the buccal capsule, the measurements of the body and the implementation of the bristles in the caudal region.

The genus *Metoncholaimus* has twelve species and, in the Mediterranean Sea, is mainly represented by the species *Metoncholaimus pristiurus* Zur Strassen, 1894 (Gerlach & Riemann, 1973), with an abundance of 68.54% of the total population of free-living nematodes (Hedfi et al., 2010).

CONCLUSIONS

It is clear that *Metoncholaimus* sp. is not a real parasite of *Mullus surmuletus*. Indeed, setae on its cephalic and caudal regions indicate a free-living mode of life. Nevertheless, the mode of survival of pseudoparasites into the digestive tract and their resistance to digestive enzymes remain unknown although they are known to be biomonitoring tools in coastal ecosystems due to their extreme sensibility to any environmental stress (Mahmoudi et al., 2002).

Pseudoparasitism by known species of free living nematodes is rare, however it is interesting to report it in order to attract the attention of some ichthyoparasitologists who would easily confuse free living nematodes with parasitic nematodes of fishes because, despite nematodes are the most frequent and the most important parasites of fishes constituting a significant part of the parasite fauna of these hosts in freshwater, brackish-water or even marine environments throughout the world, there is a world-wide shortage of specialists capable of identifying unknown helminthological materials (Moravec, 2007).

REFERENCES

- Anderson R.C., 1992. Nematode Parasites of Vertebrates. Their development and transmission. C.A.B. International, Wallingford, 578 pp.
- Bayoumy E.M., Abd El-Monem S. & Ammar K.A., 2008. Ultrastructural study of some helminth parasites infecting the Goatfish, *Mullus surmuletus* (Osteichthyes: Mullidae) from Syrt coast, Libya. Nature and Sciences, 6: 51-63.
- Bougis P., 1949. Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus barbatus* L. et *Mullus surmuletus* L.). Thèse, Université de Paris, 174 pp.
- Ferrer E., Aznar F.J., Balbuena J.A., Kostadinova A. & Moravec F., 2005. A new cystidicolid nematode from *Mullus surmuletus* (Perciformes: Mullidae) from the western Mediterranean. Journal of Parasitology, 91: 335-344.
- Gerlach S.A. & Riemann F., 1973. Checklist of Aquatic Nematodes: a catalogue of Nematoda Adenophorea excluding the Dorylaimida. Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven, Supplement 4, pp. 1-734.
- Hedfi A., Boufahja F., Mahmoudi M., Essid N., Hamouda B., Aissa P & Mahmoudi E., 2010. Restructuration des communautés nématologiques, du vieux port de Bizerte après son aménagement, p. 15-16. In Association Tunisienne de Taxonomie, 1ère conférence internationale, Taxonomie et Biodiversité, 23 Avril 2012, Cité des Sciences de Tunis, Tunis, 35 pp.
- Hope W.D. & Murphy D.G., 1972. A taxonomic hierarchy and checklist of the genera and higher taxa of marine nematodes. Smithsonian Contribution to Zoology, 137: 1-101.
- Hopper B.E., 1967. Free-living marine nematodes from Biscayne Bay, Florida, II. Oncholaimidae; description of five new species and one new genus (*Meyersia*). Marine Biology, 1: 145-151.
- Keppner E.J. & Tarjan A.C., 1989. Illustrated Key to the Genera of Free-Living Marine Nematodes of the Order Enoplida. NOAA Technical Report NMFS, 77: 1-26.
- Klimpel S., Kleinertz S. & Palm H.W. 2008. Distribution of parasites from red mullets (*Mullus surmuletus* L., Mullidae) in the North Sea and Mediterranean Sea. Bulletin of Fish Biology, 10: 25-38.
- Mahmoudi E., Baccar E. & Aissa P., 2002. Response of free-living nematodes. Bulletin de Zoologie, 132: 111-123.
- Moravec F., 1998. Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region, Academy of Sciences of the Czech Republic, Praha, 464 pp.
- Moravec F., Kohn A. & Santos C.P., 1990. *Metoncholaimus amplus* Hopper, 1967 (Nematoda: Oncholaimidae), a pseudoparasite of the fish *Haemulon sciurus* (Shaw) in Brazil. Folia Parasitologica, 37: 363-365
- Moravec F., 2007. Nematode parasites of fishes: recent advances and problems of their research. Parasitologia, 49: 155-160.
- N'Da K., 1992. Régime alimentaire du rouget de roche *Mullus surmuletus* (Mullidae) dans le nord du Golfe de Gascogne. Cybium, 16: 159-167.

- Neifar I., Ferrer E. & Castello D., 2007. Parasite fauna of red striped mullet, *Mullus surmuletus*, in Tunisia and the Spanish Mediterranean: a geographical comparison. *Parasitologica*, 49: 351-356.
- Platt H.M. & Warwick R.M., 1983. Free-living marine nematodes. Part I. British Enoplids, Cambridge University, Cambridge, 307 pp.
- Quéro J.C. & Vayne J.J., 1997. Les poissons de mer des pêches françaises. Delachaux et Niestlé, Lausanne-Paris, 304 pp.
- Riemann T & Rachor P., 1972. Geographical distribution of species of the genus *Metoncholaimus* (Filipjew, 1918). *Journal of Zoology*, 21: 167-187.
- Tarjan A.C., 1980. An Illustrated guide to the marine nematodes. Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida, Gainesville, 135 pp.
- Ternengo S., Levron C., Mouillot D. & Marchand B., 2009. Site influence in parasite distribution from fishes of the Bonifacio Strait Marine Reserve (Corsica Island, Mediterranean Sea). *Parasitology Research*, 104: 1279-1287.



Diversity of Nematodes from the greater forkbeard Phycis blennoides (Teleostei: Gadidae) in the Western Mediterranean Sea

Maya M. Hassani^a, Ahmed kerfouf^{b*}

^{a,b} *University of SidiBel Abbes, Faculty of Nature Sciences and life, Department of Environment, SidiBelAbbés, 22000, Algeria.*

^a*Email: mayahassani@live.com*

^b*Email:kerfoufahmed@yahoo.fr*

Abstract

The parasitological examination revealed the presence of 236 nematodes parasitizing the digestive tract of 110 greater forkbeard Phycis blennoides from the western Algerian coasts. Eight species belonging to five different families of nematodes were identified: *Anisakis simplex*, *Anisakis physeteris*, *Hysterothylacium aduncum*, *Hysterothylacium fabri*, *Hysterothylacium* sp, *Ascarophis collaris*, *Cucullanus cirratus* and *Capillaria gracilis*, these two latest species were recorded for the first time in western Mediterranean and *Phycis blennoides* represents a new host record.

Keywords: Gadidae; Parasitic worms; Northwest Africa; Mediterranean sea

1. Introduction

In the Mediterranean, the greater forkbeard, *Phycis blennoides* [3] stocks have been subjects of increasing commercial interest in recent years, this interest helped to attract attention to a number of its life history aspects: its feeding habit, biology and growth that have been studied by [1,2,3] respectively.

* Corresponding author.

E-mail address: kerfoufahmed@yahoo.fr.

Nevertheless, to our knowledge number of gaps remain concerning the parasites of this gadidae and especially nematodes, that are the most frequent and the most important parasites of fishes throughout the world, the present data on these parasites remains still incomplete [4].

Only a few researchers have published their work on nematode parasites of greater forkbeard in the Mediterranean Sea, and these include [5] and [6] who centered on Anisakidae nematodes from *P. blennoides* due to their pathological effects on host and human health. Thus the results of this study will contribute to this existing knowledge, identify the more common parasites in *P. blennoides* and comment briefly on its.

2. Material and methods

In total, 110 greater forkbeard *P. blennoides* caught in Oran Bay ($35^{\circ}43' N - 0^{\circ}37' W$) (Figure 1), western Algerian coasts, were acquired from fishermen, between October 2011 and March 2014. Specimens were transported in plastic containers to the laboratory where individual body weight and size (total length), sex, and maturity stage were recorded. The range of fish size (total length) was between 25 and 45 cm.

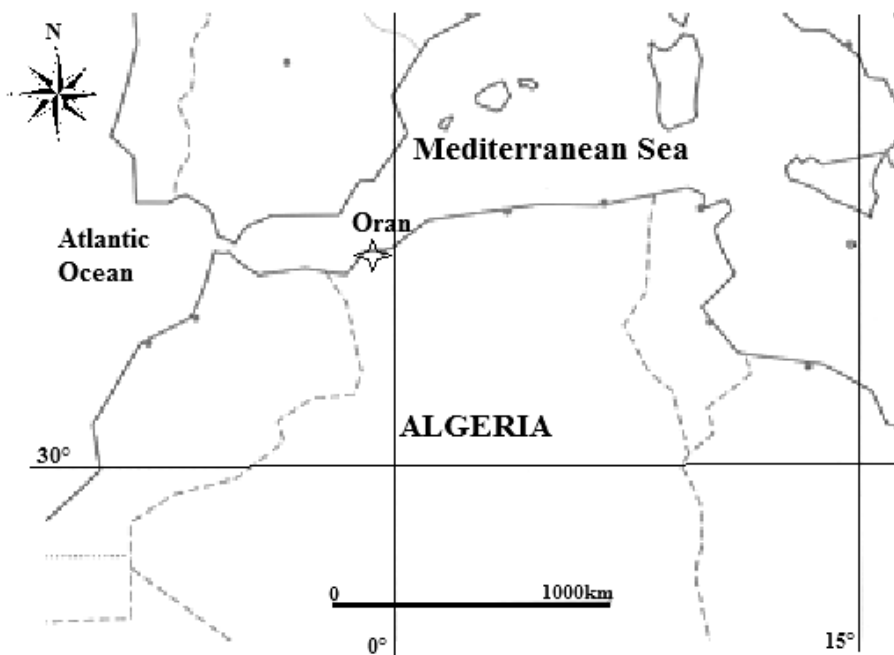


Figure1. Map showing the studied area.

The whole gastro-intestinal tract was removed immediately after capture and all portions (stomach, pyloric caeca and intestine) were opened by a longitudinal incision. Removal of contents was obtained by successive washes with a wash bottle in a Petri dish; the food material collected was examined under a dissecting microscope Zeiss Stemi 2000. Only helminthes infesting this tract were

examined, worms were collected alive and subsequently rinsed in saline solution (9% NaCl), fixed in alcohol 70%, and stored in the same solution. For light microscopy, worms were cleared in lactophenol and examined under a microscope (Zeiss) and identification of nematodes was done according to specialists criteria related to parasitic nematodes of fishes: [7] and [8].

3. Results

In total, 236 specimens of nematodes were registered during this study. All fishes were parasitized by at least one species of parasites. *Hysterothylacium aduncum* Rudolphi, 1802 was the most prevalent species (45.45%) followed by *Cucullanus cirratus* Muller, 1777 (20.20 %). The species with the lowest prevalence were *Hysterothylacium sp* (0.09%) and *Ascarophis collaris* Petter, 1970 (0.09%). The list of species of nematodes and information on levels of parasitism are presented in Table 1.

Table1. List of species of nematodes collected from digestive tract of *P. blennoides* fished in Oran bay.

Nematode species	Number of fish infested	Number of parasites collected	Prevalence %	Abundance	Mean intensity
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	50	121	45.45	1.1	2.42
<i>Hysterothylacium fabri</i> (Larvae)	07	18	6.36	0.16	2.5
<i>Hysterothylacium sp</i>	01	01	0.9	0.09	1
<i>Anisakis simplex</i> (Larvae)	05	08	4.54	0.072	1.6
<i>Anisakis physeteris</i> (Larvae)	10	22	9.09	0.2	2.2
<i>Cucullanus cirratus</i>	23	35	20.9	0.31	1.59
<i>Capillaria gracilis</i>	20	30	18.18	0.27	1.5
<i>Ascarophis collaris</i>	01	01	0.9	0.09	1

4. Discussion

High nematode parasite richness in this study, may be associated to the diet of greater forkbeard that feeds wide variety of preys (animals) especially benthic organisms, its principal prey being decapods buried in the mud of the seabed, although, as the specimens grow, they also tend to prey on small

fish. However, decapods continue to constitute the main part of the diet, by weight [11] and serve as intermediate hosts of most nematodes recorded below.

Class: Nematodes Rudolphi, 1808

Subclass: Secernentea

Order : Ascaridida Skrjabin & Shultz, 1940

Superfamily : *Ascaridoidea* Railliet & Henry, 1915

Family : Anisakidae Railliet & Henry, 1912

Genus : *Hysterothylacium* Ward & Magath, 1917

Hysterothylacium aduncum Rudolphi, 1802: Adult nematodes were isolated from the stomach lumen, pyloric caeca and intestine, this nematode has a circumpolar distribution in the Northern Hemisphere, and is found mainly in marine teleosts in temperate and cold waters [9],[10] confirmed its presence in a great number of fish species from the Mediterranean Sea. In Algeria its third stage larvae L3 has been reported from *Sardina pilchardus* [24].

Hysterothylacium fabri Rudolphi, 1802: Its definitive host is *Zeus faber* L, (Teleostei, Zeidae); nevertheless its third stage larvae are frequently encountered in Mediterranean fish [11],[12] reported its presence from 11 mediterranean fish species as L3 and L4 larval stage.

Hysterothylacium sp: Only one specimen was found in the intestine of *Phycis blennoides*, this nematode was found for the first time in Montenegro by [13] from this same host and it has never been reported since.

Genus: *Anisakis* Dujardin, 1845

Anisakis simplex (Rudolphi, 1809): commonly called herring worms or whale worms, is the most important from a public health point of view. The Anisakidosis is the disease condition in humans caused by infestation by third stage larvae (L3) [14]. Adult *Anisakis* are parasites in the stomach and intestine of whales primarily, though occasionally seals, while larvae have been detected worldwide in a large variety of fish species, approximately 200 [15], the present worms, were identified as third-stage larvae.

Anisakis physeteris Baylis, 1923: host specific for the sperm whale *Physeter macrocephalus*, larvae can be expected to have an extensive range of distribution in the world oceans, however, no adults have been recorded in other cetacean hosts [16].

All Anisakidae above are reported for the first time from Algerian coasts (western Mediterranean), except for *Hysterothylacium fabri*.

Superfamily: Seuratoidea Hall, 1916

Family: Cucullanidae Cobbold, 1864

Genus: *Cucullanus* Muller, 1777

Cucullanus cirratus Muller, 1777: Is a common parasite of Atlantic cod *Gadus morhua*, and other gadidae, and the type species of the genus *Cucullanus* [17], in Mediterranean it can easily be confused with *Cucullanus longicollis* (endemic Mediterranean species) a Mullidae specialist nematode [18].

Subclass: Adenophora Linstow, 1905

Order: Enoplida Filipjev, 1929

Superfamily: Trichuroidea Railliet, 1916

Family: Capillariidae Railliet, 1915

Genus: *Capillaria* Zeder, 1800

Capillaria gracilis Bellingham, 1840: Is mainly a parasite of the rectum of gadoid fish, although it may occur in other fish superfamilies. All specimens collected in this study were in the adult stage.

C. cirratus and *C. gracilis* are gadoid specialist nematodes, these species are common in the North Atlantic and adjacent seas [19] have no records from Mediterranean [20], [21] Thus, our study represents the first report on the occurrence of these species in the western Mediterranean Sea.

Order: Spirurida Chitwood, 1933

Superfamily: Habronematoidea Chitwood and Wehr, 1932

Family: Cystidicolidae Skrjabin, 1946

Genus: *Ascarophis* Van Beneden, 1870

Ascarophis collaris Petter, 1970: Was found for the first time in Spain by [22] from *Phycis blennoides*, it has never been reported since. Only three species representing the genus *Ascarophis* are present in Mediterranean, *Ascarophis capelanus*, *Ascarophis valentina* and *Ascarophis mullusi* [23] the last two species were recorded

from *Mullus surmuletus* and *Mullus barbatus*. Therefore, our study represent the first record of *Ascarophis collaris*, a long forgotten Cystidicolidae nematode species from the Algerian western coast.

Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to the team of biology laboratory of Saida University, for their help in treating the specimens.

References

- [1] Macpherson E.1978, Régimenalimentario de *Phycis blennoides* (Brunich) y *Antonogadus megalokynodon* (Kolombatovic) (Pisces:Gadidae) en el Mediterraneo occidental. Investig. Pesq. 42:455-466.
- [2] Petrakis G., Papaconstantinou C. 1992. Some aspects of biology and population dynamics of the forkbeard (*Phycisblennoides*) from the North Aegean Sea. Proceedings of The International Congress of Mer Méditerranée. Pp 304-305.
- [3] Casas J.M., Pineiro C. 2000. Growth and age estimation of greater forkbeard *Phycis blennoides*(Brunnich, 1768) in the north and northwest of the Iberian Peninsula (ICES Division VIIIc and IXa). Fish Res 47:19-25.
- [4] Moravec F. 2007. Nematode parasites of fishes: recent advances and problems of their research. Par.assitologia. 49(3):155-60.
- [5] Valero A., Paniagua M.I., Hierro I., Diaz V., Valderrama M.J., Benitez R., Adroher F.J. 2005. Anisakid parasites of two forkbeards (*Phycis blennoides* and *Phycis phycis*) from the Mediterranean coasts of Andalusia (Southern Spain). Parasitol. Int.55(5):1-5.
- [6] Farjallah S., Ben slimane B., Blel H., Amor N., 2006. Anisakid parasites of two forkbeards (*Phycisblennoides* and *Phycisphycis*) from the eastern Mediterranean coasts in Tunisia, Parasitol. Resea. 100(1): 11-17.
- [7] Anderson R.C. 1992. Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission. CAB international. Walligford, UK., 340 pp.
- [8] Moravec F .1994. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Kluwer, Dordrecht, 473pp.
- [9] Berland B. 1991. *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda) in fish. ICES Identification leaflets for diseases and parasites of fish and shell fish, Leaflet No. 44. 4 p.
- [10] Petter A.J., Maillard C. 1988. Larves d'Ascarides parasites de poissons en Méditerranée occidentale. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris. 4(10):347-369.

- [11] Hristovski N.D., Jardas I.1983. A contribution of the helminthes fauna of fishes from the coastal waters of the Mid insular Area of the Adriatic Sea. *Acta Adriat.* 24: 179-191.
- [12] Petter A.J., Maillard C. 1988. Larves d'Ascarides parasites de poissons en Méditerranée occidentale. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris.* 4(10):347-369.
- [13] Petter A.J., Radujkovic B.M .1989. Parasites de poissons marins du Monténégro: (Nématodes). *Acta Adriat.* 30(12):195-236.
- [14] Smith J.W., Wootten R.1978. *Anisakis* and anisakiasis. *Adv. Parasitol.*16:93-163.
- [15] Chen Q., Zhang H., Song H.Q., Yu H.Q., Lind R.Q., Zhu, X.Q. 2008. Prevalence of Anisakid Larvae in Maricultured Sea fish Sold in Guangzhou, China. *J. Animal. Vet. Advance.* 7(9): 1078 -1080.
- [16] Mattiucci S., Paggi L., Nascetti G., Abollo E., Webbs C., Pascual S., Cianchi R., Bullini L .2001. Genetic divergence and reproductive isolation between *Anisakis brevis piculata* and *Anisakis physeteris* (Nematoda: Anisakidae). *Internat. J. for. Parasitol.* 31: 9-14.
- [17] Valovaya M. A. 1979. Biology of *Cucullanus cirratus* Muller, 1977(Nematoda, Cucullanidae). [In Russian.] *Parazitologiya.* 13: 540-544.
- [18] Ternengo S., Levron C., Mouillot D., Marchand B. 2009. Site influence in parasite distribution from fishes of the Bonifacio Strait Marine Reserve (Corsica Island, Mediterranean Sea). *Parasitol. Resea.*104:1279-1287.
- [19] Koie M. 2000. Life cycle and seasonal dynamics of *Cucullanus cirratus* (Nematoda, Ascaridida, Cucullanidae) O.F Muller, 1777 in Atlantic cod *Gadusmorhua* (L.). *J. Parasitol.* 78:182-190.
- [20] Klimpel S., Kleinertz S., Palm H.W. 2008. Distribution of parasites from red mullets (*Mullus surmuletus*L., Mullidae) in the North Sea and the Mediterranean Sea. *Bul. Fish. Biol.* 10:25-38.
- [21] Perdiguero-Alonso D., Monteo E.F., Antonio R., Kostadinova K. 2008. Composition and structure of the parasite faunas of cod, *Gadusmorhua* L. (Teleostei: Gadidae), in the North East Atlantic. *Parasit. Vect.* 1(23): 1-18.
- [22] Petter J.1970. Une espèce nouvelle d'ascarophis (nematoda, cystidicolinae) parasite de *Phycis blennoides* (Brunnich) gadidé *Rev.Trau.Inst.Pêches.marit.*3 4(2) :221-224.
- [23] Nikolaeva V.M., Naidenova N. 1964. Nématodes de poissons pélagiques et bathypélagiques des mers du bassin méditerranéen. *Tr. Sevastop. Biol. Stan.* 17:125-158.
- [24] Marzoug D., Boutiba Z., Kostadinova A., Pérez-del-Olmo A. 2012. Effects of fishing on parasitism in a sparid fish: Contrasts between two areas of the Western Mediterranean. *Parasitol. Internat.*61:414-420.

Checklist of helminth parasites of Striped Red Mullet, *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Mullidae), caught in the Bay of Kristel, Algeria (western Mediterranean)

Maya Meriem Hassani^{1*}, Ahmed Kerfouf¹ and Zitouni Boutiba²

¹ Université Sidi Bel Abbès, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Département d'Environnement, Sidi Bel Abbés, 22000, Algérie

² Université Oran, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Département de Biologie, Laboratoire Réseau de Surveillance Environnementale, Oran, 31000, Algérie

* Corresponding author. E-mail: mayahassani@live.com

Abstract: This investigation on the parasitic biodiversity of Striped Red Mullet, *Mullus surmuletus*, revealed the presence of 14 parasite species, including seven species of Digenea, four species of Nematoda, two species of Acanthocephala, and one Cestoda. *Opecoelides furcatus* and *Proctotrema bacilliovatum* are the most prevalent digenean species, present in 70% and 17% of the fish specimens analyzed, respectively. Concerning nematode species, *Hysterothylacium fabri*, *Ascarophis valentina* and *Cucullanus longicollis* have shown a prevalence of 66%, 17% and 8% respectively, among all specimens of *M. surmuletus* analyzed.

Key words: Mullidae, helminth parasites, Northwestern Africa, Mediterranean Sea

INTRODUCTION

The parasite fauna of Striped Red Mullet, *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Mullidae), has aroused the interest of numerous parasitologists, mainly due to economic value of this species (Boudaoued-Krissat 1979). According to Le Pommelet *et al.* (1997) the system helminths–*Mullus* would undoubtedly be one of the richest and most diversified of the Mediterranean.

Although many authors have studied the helminth parasites of *M. surmuletus* (Bayoumi *et al.* 2004; Ferrer *et al.* 2005, 2007; Neifar *et al.* 2007; Ternengo *et al.* 2009) few studies have focused on Algerian coast. To better characterize the distribution of helminth parasites here, an epidemiological survey of helminths was carried out on 100 specimens of *M. surmuletus* from September 2009 to July 2010 in the Bay of Kristel on the west coast of Algeria.

MATERIALS AND METHODS

The samples were collected from the Bay of Kristel on the coast of western Algeria. The coordinates of the sampling point were (35°43' N, 00°37' W) (Figure 1). One hundred fish were captured with trammel net. Their length ranged from 16 to 24 cm. The fish were dissected by making an incision along the ventral line from the anus to the buccal aperture, then the whole body cavity was carefully dissected, and

their walls scraped and rinsed several times in physiological saline water and thoroughly examined. Parasites were fixed and preserved in ethanol (70%). For light microscopy studies, Digenea and Cestoda were stained in carmin and mounted in Eukitt and Acanthocephala and Nematoda were clarified in Lactophenol (Ash and Orihel 1991). For identification of the parasites, papers of Anderson (1992) and Moravec (1994, 1998) were used for Nematoda, Gibson and Bray (2002) for Digenea, Khallil *et al.* (1994) for Cestoda, and Amin (1987) for Acanthocephala.

RESULTS

A total of 1758 specimens of helminth parasites were recovered from the host species, representing 14 species and 12 genera, as listed below:

Phylum Nematoda Rudolphi, 1808
Class Secernentea Von Linstow, 1905
Order Ascaridida Skrjabin & Shultz, 1940
Superfamily Ascaridoidea Railliet & Henry, 1915
Family Anisakidae Railliet & Henry, 1912
Hysterothylacium Ward & Magath, 1917

Hysterothylacium fabri (Rudolphi, 1819), fourth stage larvae
Prevalence: 66%; abundance: 1.59

***Hysterothylacium* sp.**, third stage larvae
Prevalence: 3%; abundance: 0.04

Superfamily Seuratoidea Hall, 1916
Family Cucullanidae Cobbold, 1864
Genus *Cucullanus* Müller, 1777

Cucullanus longicollis (Stossich, 1899)
Prevalence: 8%; abundance: 0.13

Subclass Adenophora Linstow, 1905
Order Spirurida Chitwood, 1933
Superfamily Habronematoidea Chitwood & Wehr, 1932
Family Cystidicolidae Skrjabin, 1946
Genus *Ascarophis* Van Beneden, 1870

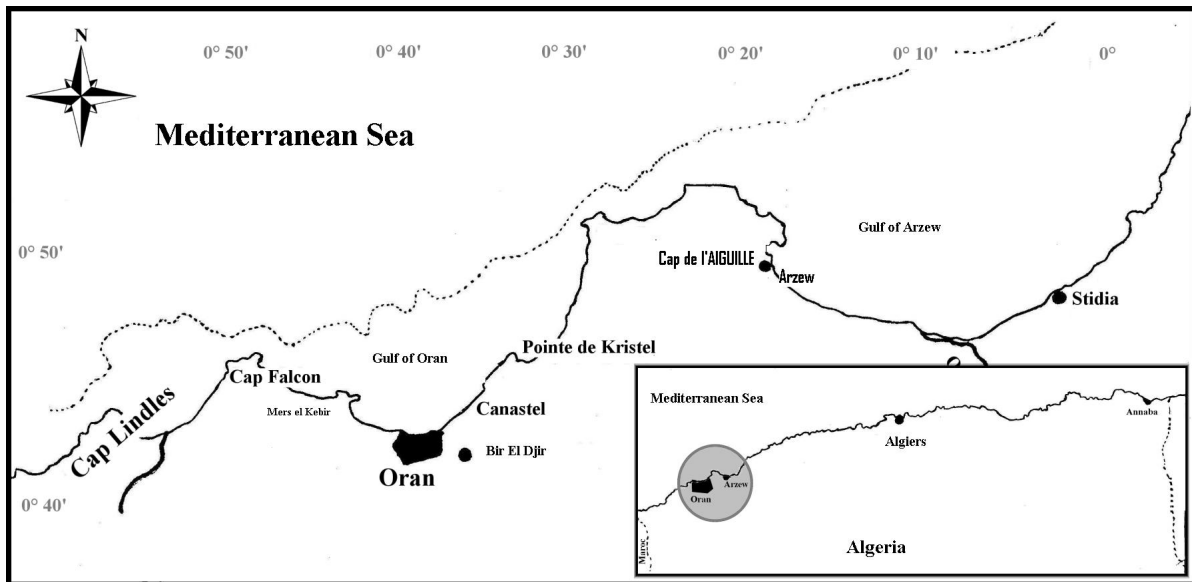


Figure 1. Geographical location of the studied area.

Ascarophis valentina (Ferrer , 2005)

Prevalence : 17% ; Abundance : 0.33

Class Trematoda Rudolphi, 1808
 Subclass Digenea Carus, 1863
 Superfamily Allocreadioidea Loos, 1902
 Family Opecoelidae Ozaki, 1925
 Subfamily Opecoelinae Ozaki, 1925
 Genus *Opecoeloides* Odhner 1928

Opecoeloides furcatus (Odhner, 1928)

Prevalence: 70%; Abundance:11.11

Genus *Poracanthium* Dollfus, 1948

Poracanthium furcatum (Dollfus, 1948)

Prevalence: 15%; Abundance: 1.34

Superfamily Monorchioidea Odhner, 1911
 Family Monorchidae Odhner, 1911
 Subfamily Monorchinae Odhner, 1911
 Genus *Proctotrema* Odhner, 1911

Proctotrema bacilliovatum (Odhner, 1911)

Prevalence: 17% Abundance: 2.56

Genus *Lasiotocus* Loos, 1907

Lasiotocus mulli (Stossich, 1883)

Prevalence: 4%; abundance: 0.04

Superfamily Hemiuroidea Loos, 1899
 Family Deroginidae Nicoll, 1910
 Subfamily Derogeninae Nicoll, 1910
 Genus *Derogenes* Janiszewska, 1953

Derogenes latus (Nicoll, 1910)

Prevalence: 8 %; abundance: 0.11

Superfamily Hemiuroidea Loos, 1899
 Family Hemiuridae Loos, 1899
 Subfamily Elytrophallinae Skrjabin & Guschanskaja, 1945

Genus *Lecithocladium* Lühe, 1901

Lecithocladium excisum (Rudolphi, 1819)

Prevalence: 2%; abundance: 0.3

Family Cryptogominidae Ward, 1917
 Subfamily Aphallinae Yamaguti, 1958
 Genus *Aphallus* Poche, 1926

Aphallus tubarium (Rudolphi, 1891), metacercarial stage

Prevalence: 9%; abundance: 0.18

Superfamily Bucephaloidea Poche, 1907
 Family Bucephalidae Poche, 1907
 Subfamily Prosorhynchinae Nicoll, 1914
 Genus *Prosorhynchus* Odhner, 1905

Prosorhynchus crucibulum (Odhner, 1905), metacercarial stage

Prevalence: 1%; abundance: 0.01

Class Cestoda
 Order Trypanorhyncha Diesing, 1863
 Family Tentaculariidae Poche, 1926
 Genus *Nybelinia*, Poche, 1926

Nybelinia lingualis Cuvier, 1817

Prevalence: 1%; abundance: 0.01

Phylum Acanthocephala

Class Palaeacanthocephala Meyer, 1931
 Order Echinorhyncha Southwell & Macfie, 1925
 Family Arhythmacanthidae
 Subfamily Paracanthocephaloidinae Golvan, 1969
 Genus *Euzetacanthus* Golvan & Houin, 1964

Euzetacanthus simplex (Rudolphi, 1810)

Prevalence; 3%; abundance: 0.04

Genus *Breizacanthus* Golvan, 1969

Breizacanthus ireanae (Golvan, 1969)

Prevalence; 1%; abundance: 0.02

DISCUSSION

Our studies show high degree of infestation, which is however not uncommon in Striped Red Mullet populations of the Mediterranean Sea (Hristovski et al. 1989; Arculeo et al. 1997; Figus et al. 2004). The most prevalent parasites were the digeneans, among them *Opecoeloides furcatus*, *Poracanthium furcatum* and *Proctotrema bacilliovatum*, and the nematodes *Hysterothylacium fabri*, *Ascarophis valentina*, *Cucullanus longicollis* and *Hysterothylacium* sp. The present study reports the occurrence of *Ascarophis valentina* from the west coast of Algeria. Cestoda and Acanthocephala were rare.

The high diversity of digenean species in *M. surmuletus* was reported by Le Pommelet et al. (1997), who listed 18 species. However, many of these species have a restricted distribution in the western Mediterranean and the Adriatic Seas and were not recorded elsewhere.

Neiffar et al. (2007) found that *M. surmuletus* from Tunisia hosted significantly fewer parasite taxa than those from Spanish coasts (16 species in the Spanish Mediterranean vs. 9 in Tunisia). *Lasiotocus mulli*, *Lecithocladium excisum* and *Ascarophis valentina* were found only in Spain and, in contrast, no taxa were exclusive to Tunisian coasts.

Klimpel et al. (2008) demonstrated that the parasite fauna of mullets from the North Sea (North Atlantic) was richer than from mullets from the Mediterranean. *Opecoeloides furcatus* and *Ascarophis valentina* were isolated only from the Mediterranean Sea while *Capillaria gracilis* and *Anisakis simplex* were found only in the North Sea. These results suggest historical (post-Messinian history) and geographical reasons for the differences observed in the parasite fauna composition of the mullets from different localities. Ferrer et al. (2007) published similar results and identified these species with a similar high prevalence and abundances.

Parasite species from *M. surmuletus* and other teleost fishes were correlated to the sites located inside or outside the Bonifacio Strait Marine Reserve (Corsica Island) and their distribution seemed to be most influenced by host specificity than by the protected status of the site (Ternengo 2009).

Species composition herein resembles those in the western Mediterranean, suggesting that species composition and richness of parasite communities of *M. surmuletus* appear to vary significantly at a large geographical scale. Further studies with other sampling sites are needed to explore the role of the natural barriers (e.g., Strait of Gibraltar) to restrict metazoan parasite populations within and outside the Mediterranean Sea.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank the team of the Biology Department of Mostaganem University for the support in the processing of our specimens. We also thank Dr. Marina Loeb, *Check List* Assistant Editor, and Dr. Simone Chinicz Cohen, Subject Editor, for their helpful comments on the manuscript. Special thanks go to Dr. Amina Zinaï.

LITERATURE CITED

Amin, O.M. 1987. Key to the families and subfamilies of Acanthocephala, with the erection of a new class (Polyacanthocephala) and a new order (Polyacanthorhynchida). *Journal of Parasitology* 73(6): 1216–1219 (doi: 10.2307/3282307).

Anderson, R.C. 1992. *Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development*

and Transmission. Wallingford: CABI publishing. 340 pp.

Arculeo, M., N. Hristovski and S. Origgio. 1997. Helminth infestation of three fishes (*Serranus scriba*, *Mullus surmuletus*, *Scorpaena porcus*) from a coastal sea ground in the Gulf of Palermo (Tyrrhenian Sea). *Italian Journal of Zoology* 64(3): 283–286 (doi: 10.1080/11250009709356210).

Ash, L.R and T.C. Orihel. 1991. *Parasites: A Guide to Laboratory Procedures and Identification*. Chicago: ASCP Press. 110 pp.

Bayoumi, E.M., S. Abdelmonem and K.A. Ammar. 2004. Ultra structural study of some helminth parasites infecting the Goatfish, *Mullus surmuletus* (Osteichthyes: Mullidae) from Syrt Coast, Libya. *Nature and Sciences* 6(2): 51–63.

Boudaoud-Krissat, K. 1979. *Contribution à l'Étude des Helminthes et des Crustacés Parasites des Poissons du Genre Mullus en Oranie*. Thèse de Magister, Université Es-Senia, Oran. 130 pp.

Ferrer, E., F.J. Aznar, J.A. Balbuena and F. Moravec. 2005. A new cystidicolid nematode from *Mullus surmuletus* (Perciformes: Mullidae) from the Western Mediterranean. *The Journal of Parasitology* 91(2): 335–344 (doi: 10.1645/GE-366R).

Ferrer, E., J.A. Raga and F.J. Aznar. 2007. Parasites as fish population tags and pseudoreplication problems: the case of striped red mullet *Mullus surmuletus* in the Spanish Mediterranean. *Journal of Helminthology* 8(1): 169–178 (doi: 10.1017/S0022149X07729553).

Figus, V., J. Culurgioni., M. Cortis., V. D'Amico and G. Canestrii. 2004. Digenetic trematodes of *Mullus surmuletus* (L., 1758) from Gulf of Cagliari, southern Sardinia. *Ittiopatologia* 1: 41–48

Gibson, D.I., A. Jones and R.A. Bray. 2002. *Keys to the Trematoda*. Volume I. Wallingford: CABI publishing/The Natural History Museum, UK. 521 pp.

Hristovski, N.D., M. Arculeo and S. Riggo. 1989. Helminth parasite fauna of *Mullus surmuletus* (Pisces, Mullidae) in the Bay of Palermo (Sicily Italy). *Bilješke Notes* 75: 1–6.

Khalil, L.F., A. Jones and R.A. Bray. 1994. *Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates*. Wallingford: CABI publishing. 751 pp.

Klimpel, S., S. Kleinertz and H.W. Palm. 2008. Distribution of parasites from red mullets (*Mullus surmuletus* L., Mullidae) in the North Sea and the Mediterranean Sea. *Bulletin of Fish Biology* 10(2): 25–38.

Le Pommelet, E., P. Bartoli and P. Silan. 1997. Biodiversité des digènes et autres helminthes intestinaux des Rougets: Synthèse pour *Mullus surmuletus* (Linné, 1758) et *M. barbatus* (L. 1758) dans le bassin méditerranéen. *Annales de Sciences Naturelles de Zoologie* 18(4): 177–181.

Moravec, F. 1994. *Parasitic Nematodes of Freshwater Fishes in Europe*. Wallingford: CABI Publishing. 473 pp.

Moravec, F. 1998. *Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region*. Wallingford: CABI Publishing. 395 pp.

Neifar, L., E. Ferrer-Castello., M. Chaari, L. Boudaya, L.G. Alama-Bermejo, A.G. Raga and F.J. Aznar. 2007. Parasite fauna of Red Striped Mullet, *Mullus surmuletus*, in Tunisia and the Spanish Mediterranean: A geographical comparison. 7th International Symposium on Fish Parasites (Viterbo, Italy).

Ternengo, S., C. Levron, D. Mouillot and B. Marchand . 2009. Site influence in parasite distribution from fishes of the Bonifacio Strait Marine Reserve (Corsica Island, Mediterranean Sea). *Parasitology Research* 104(6): 1279–1287 (doi: 10.1007/s00436-008-1323-7).

Authors' contribution statement: MMH collected the parasites and wrote the manuscript; AK oversaw the draft manuscript; ZB identified the species.

Received: April 2014

Accepted: November 2014

Editorial responsibility: Simone Chinicz Cohen