



**HAL**  
open science

**Protozoaires et Métazoaires parasites de l'anguille  
Anguilla anguilla, L. 1758: Structures temporelles de  
leurs populations dans une lagune méditerranéenne**

Mohamed Hassan Benajiba, Patrick Silan, Adam Marquès,, Georges Bouix

► **To cite this version:**

Mohamed Hassan Benajiba, Patrick Silan, Adam Marquès,, Georges Bouix. Protozoaires et Métazoaires parasites de l'anguille *Anguilla anguilla*, L. 1758: Structures temporelles de leurs populations dans une lagune méditerranéenne. *Annales des Sciences Naturelles Zoologie et Biologie Animale*, 1994, 15, pp.141-149. hal-01076346

**HAL Id: hal-01076346**

**<https://hal.science/hal-01076346>**

Submitted on 23 Oct 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Protozoaires et Métazoaires parasites de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 : Structures temporelles de leurs populations dans une lagune méditerranéenne

Par M.H. BENAJIBA (1), P. SILAN (2), A. MARQUES (3) et G. BOUIX (3)

(1). Département de Biologie, Faculté des Sciences de Tétouan, B.P. 2121 Mhannech II, 93002 Tétouan, Maroc

(2).URA CNRS 698, « Biologie des Populations d'Helminthes parasites », Station méditerranéenne de l'Environnement littoral, Université Montpellier II, 1, quai de la Daurade, F 34200 Sète

(3) Laboratoire de Parasitologie et Immunologie, Université Montpellier II, place E.-Bataillon, F 34095 Montpellier Cedex 05.

**Protozoan and metazoan parasites of the eel  
*Anguilla anguilla* L., 1758. Temporal structures of  
their population in a Mediterranean lagoon.**

## SUMMARY

Three parasite species, *Anguillicola crassus* (Nematoda), *Myxidium giardi* (Myxozoa) and *Eimeria anguillae* (Sporozoa) were recorded in the eel, *Anguilla anguilla* from the Mediterranean Lagoon of Mauguio (Southern France). *A. crassus* is found in the swim bladder, *M. giardi* in the kidney and *E. anguillae* in the intestinal cells of this bony fish.

A comparative study of the temporal variations in the population structures of these three endoparasites has been undertaken. This study reveals : a) the regular presence of these endoparasites throughout the year in the eel, and the relative stability of intensities ; b) the changes in prevalence are rather cyclin in *A. crassus* ; they increase during spring and autumn.

This biannual prevalence change could be related to its biological cycle and this later related to the planktonic blooms in these lagoons ; c) the populations of *M. giardi* increase slightly during spring and autumn. Their periodicity however is less evident ; d) *E. anguillae* is a regular species but does not present any evident cyclic features.

The ecopathological consequences of these demographic characteristics are discussed.

**Key words :** Mediterranean sea. *Anguilla anguilla*. Endoparasite. *Anguillicola crassus*. *Myxidium giardi*. *Eimeria anguillae*. Population dynamic.

## RÉSUMÉ

Dans la lagune méditerranéenne de Mauguio (Hérault – France), l'anguille *Anguilla anguilla* est parasitée par le nématode *Anguillicola crassus*, par le myxozoaire *Myxidium giardi* et par le sporozoaire *Eimeria anguillae*. *A. crassus* parasite la vessie nataoire de ce téléostéen ; *M. giardi* et *E. anguillae* parasitent respectivement le rein et les cellules intestinales.

Une analyse comparée des populations de ces trois endoparasites et de leur structure temporelle a été réalisée. Cette étude a révélé : a) la présence systématique de ces trois endoparasites au cours des saisons et la relative stabilité de leurs effectifs à l'échelle des infrapopulations ; b) le caractère péri-

dique des variations de prévalence chez *A. crassus* ; ce nématode présente un cycle saisonnier avec accroissements printanier et automnal ; cette périodicité bisannuelle des prévalences paraît liée à la nature de son cycle biologique, elle-même associée aux blooms planctoniques de ces lagunes ; c) les populations de *M. giardi* présentent aussi une tendance à un accroissement printanier et automnal, mais avec un caractère périodique beaucoup moins marqué ; d) *E. anguillae* est une espèce régulière ne manifestant pas une telle tendance périodique.

Les implications écopathologiques de ces caractéristiques démographiques sont discutées.

**Mots-clés :** Méditerranée. *Anguilla anguilla*. Endoparasite. *Anguillicola crassus*. *Myxidium giardi*. *Eimeria anguillae*. Dynamique des populations.

## INTRODUCTION

Différentes études portant sur les parasites de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* Linné 1758 (Poisson Téléostéen) montrent que cet hôte héberge une faune parasitaire très diversifiée. BYKHOVSKAYA-PAVLOVSKAYA (1962) signale 30 espèces en Russie ; KENNEDY (1974) décrit 24 espèces de parasites en Grande-Bretagne ; récemment, KOIE (1988) en a identifié 46 chez les anguilles des eaux danoises.

La plupart de ces études concernent la description d'espèces nouvelles (KENNEDY, 1974 ; KOIE, 1988) ou leur distribution géographique (PETERS & HARTMANN, 1986 ; TRASCHEWSKI *et al.*, 1987, BELPAIRE *et al.*, 1989) ; certains traitent des conséquences pathologiques (MOLNAR *et al.*, 1991) ; rares et plus récentes

sont celles abordant l'écologie ou la biologie des populations de ces parasites (THOMAS & OLLEVIER, 1992a).

Pour les trois endoparasites les plus fréquemment rencontrés chez les anguilles du littoral méditerranéen français, une analyse de la structure temporelle de ces populations a été réalisée. Ces trois espèces sont : 1) *Anguillicola crassus*, KUWAHARA, NIIMI & ITAGATI, 1974 (Nemathelmintha), parasite allochtone d'origine asiatique et récemment introduit dans la région ; ce nématode se développe dans la vessie gazeuse de l'hôte, 2) *Myxidium giardi*, CEPEDA, 1906 (Myxozoa), parasite cosmopolite et localisé principalement dans les reins de l'anguille, 3) *Eimeria anguillae* LÉGER & HOLLANDE, 1992 (Syn. *Epieimeria anguillae*) (Sporozoa), parasite unicellulaire présent dans les cellules intestinales de l'hôte.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Matériel

L'échantillonnage des anguilles a été réalisé de janvier 1988 à novembre 1989 dans l'étang de Mauguio (littoral méditerranéen français, Languedoc) (fig. 1).

Notre étude porte sur 829 anguilles, à raison de 30 à 42 anguilles capturées chaque mois (fig. 2). La figure 2 représente également, en fonction des mois, les classes de taille (en mm) auxquelles appartiennent les anguilles échantillon-

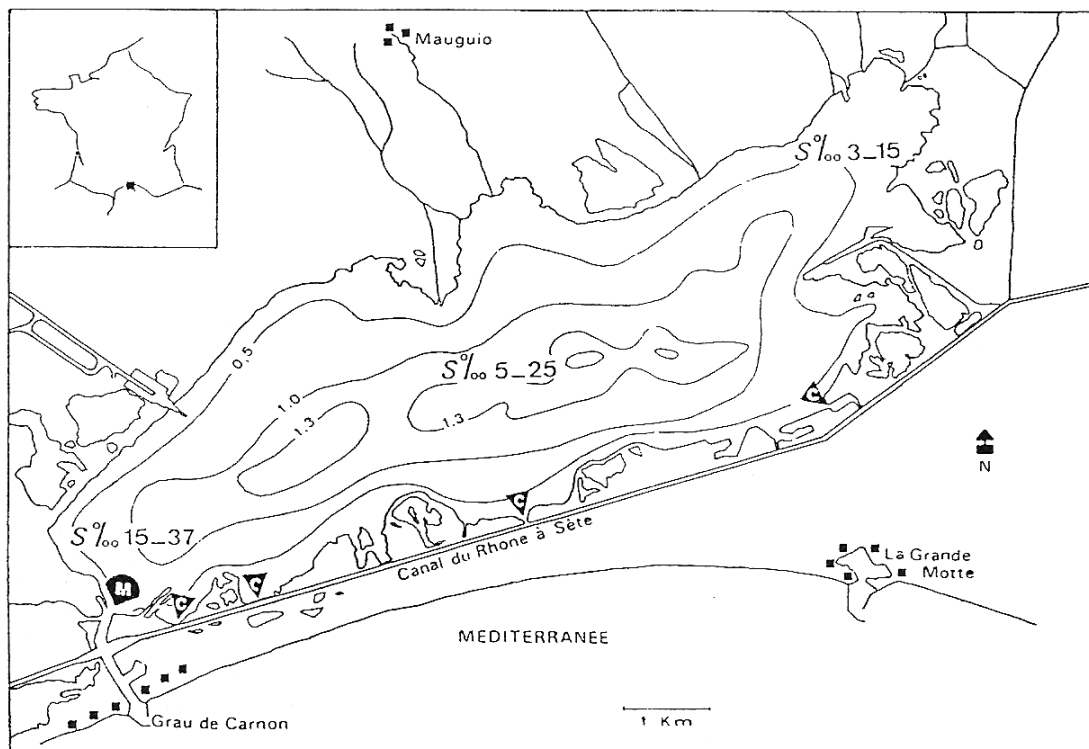


FIG. 1. – Situation géographique de l'étang de Mauguio, salinité et bathymétrie. M : communication avec la mer ; C : communication avec le canal du Rhône à Sète.

FIG. 1. – Mauguio's lagoon. Geographical position, salinity and bathymetry. M : connection to sea ; C : connection with the Rhône to Sète canal.

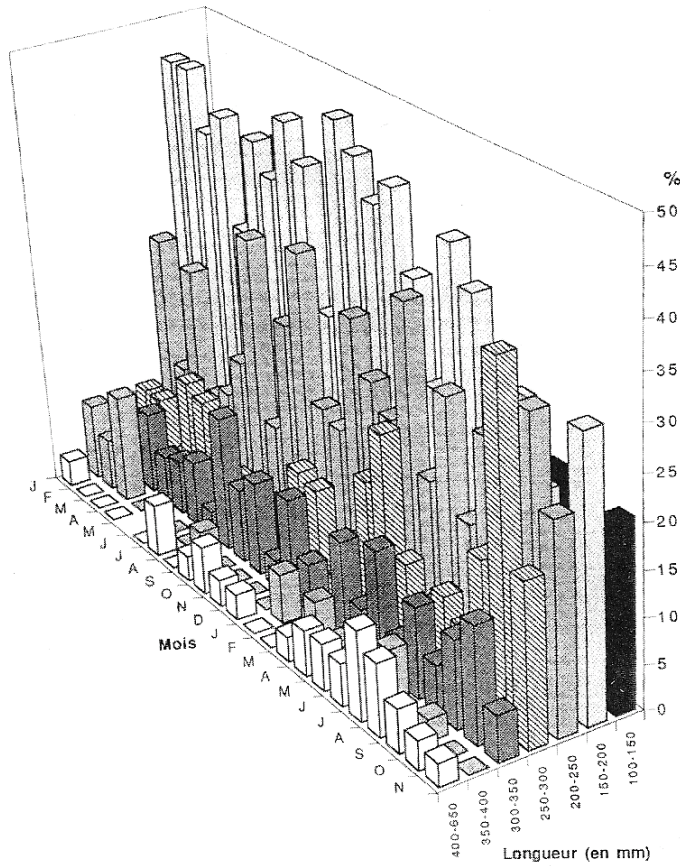


FIG. 2. Fréquence des différentes classes de taille d'anguilles échantillonnées dans l'étang de Mauguio (longueur totale en mm exprimée en classes).

FIG. 2. – Frequency of different size classes in sampled eels from Mauguio's lagoon (total length in mm expressed in classes).

nées. On notera la relative homogénéité entre les échantillons mensuels quant aux structures représentées.

Par ailleurs, 243 civelles ont été capturées à leur entrée dans les lagunes de la région (mois de novembre, décembre, février 1988 et décembre, janvier 1989).

**Techniques d'étude**

Les anguilles sont ramenées vivantes au laboratoire. Après anesthésie à la chinaldine, chacune d'elles est mesurée, éviscérée, pesée et le sexe est déterminé. Les nématodes ainsi que les kystes du Myxozoaire *Myxidium giardi* font l'objet d'un dénombrement. Le Sporozoaire *Eimeria anguillae* est un Protozoaire parasite, dont la densité ne peut faire l'objet d'une estimation. Sa présence ou son absence est établie selon la méthodologie suivante : l'intestin est prélevé et divisé en trois parties : antérieure, moyenne et postérieure. Trois échantillons correspondant chacun à une surface de 5 mm<sup>2</sup> sont prélevés à l'avant, au milieu et à l'extrémité postérieure de chacune de ces parties. Un frottis frais d'une couche monocellulaire est réalisé entre lame et lamelle pour les 9 échantillons. Les oocystes sont comptés au microscope photonique. La moyenne établie sur les trois échantillons de chaque partie du tube digestif permet d'estimer par extrapolation linéaire le

nombre d'oocystes par mm<sup>2</sup> de chacune de ces trois parties de l'intestin. La variable densité (nombre d'oocystes par mm<sup>2</sup> de l'intestin), est ensuite considérée comme une variable semi-quantitative : – Classe 0 : correspond à l'absence d'oocystes ; Classe 1 : correspond à une infestation modérée (entre 1 et 10 oocystes par mm<sup>2</sup> de tube digestif) ; – Classe 2 : correspond aux infestations les plus fortes (supérieure à 10 oocystes par mm<sup>2</sup>).

**Terminologie**

Les notions de prévalence et d'intensité moyenne sont considérées dans le sens donné par MARGOLIS *et al.* (1982). Le terme de « prévalence globale » a été utilisé pour caractériser la prévalence calculée sur la totalité des poissons récoltés.

**Méthodes statistiques**

Le test de  $\chi^2$  et le test non paramétrique de Kruskal-Wallis ont été utilisés dans ce travail (cf. SHERRER, 1984 ; SPRENT, 1992).

## RÉSULTATS

### Structure en tailles de la population d'hôtes échantillonnée

L'histogramme 3D de la *figure 2* traduit la fréquence des différentes classes de taille dans nos échantillons d'anguilles, elle-même représentative de la structure de la population présente dans l'étang de Mauguio. Cette population est composée d'une majorité d'individus d'assez petite taille de type « anguille jaune » : 93 % ont moins de 30 cm de longueur totale.

Les civelles rentrent dans les lagunes indemnes des parasites étudiés ici ; aucune des 243 civelles échantillonnées n'en présentait. Elles séjournent dans les lagunes pendant deux à trois ans. C'est alors une phase de croissance durant laquelle les prises de nourriture sont abondantes mais partiellement sélectives. La sélection de la nourriture se fait selon la taille des proies ; ainsi, les jeunes anguilles de première et de deuxième année consomment plutôt des crustacés que des poissons.

Vers l'âge de trois ans, elles effectuent leur migration anadrome dans les cours d'eau adjacents. Après un séjour pouvant atteindre plusieurs années dans ces rivières, ces anguilles effectuent une migration catadrome pour regagner, une fois l'état adulte atteint, la mer des Sargasses. Elles repassent alors par les lagunes.

Dans l'étang de Mauguio, la population d'anguilles est donc globalement jeune. Les individus ayant un ou deux ans sont largement majoritaires (XIMENES, 1986). Les rares « anguilles argentées » plus âgées que nous avons échantillonnées étaient en cours de migration catadrome.

### Le nématode *Anguillicola crassus*

La *figure 3* traduit les variations mensuelles de prévalence pour *A. crassus*, *M. giardi* et *E. anguillae*. Les prévalences de *A. crassus*, bien que variables sur la période étudiée, sont toujours comprises entre 22 % et 64 %. L'accomplissement du cycle parasitaire est donc effectif dans cette lagune mixohaline et la prévalence globale, établie sur les 23 mois de l'étude, est égale à 39 %.

Assez élevée en février (62,9 %) et mars (63,6 %), la prévalence diminue au cours de l'été de la première année (valeur minimale en août : 27,3 %) ; elle augmente progressivement en automne pour atteindre 47,4 % en octobre, puis diminue à nouveau en hiver, atteignant 22,9 % en décembre et 22,2 % en janvier. Le même phénomène se répète l'année suivante où l'on note un pic printannier au mois de mars (55,5 %), suivi d'une diminution pendant l'été (valeur minimale en juillet : 26,66 %), puis d'une recrudescence durant l'au-

tomne (septembre : 43,9 %). Ces variations assez cycliques n'affectent pas une classe de taille particulière parmi les anguilles capturées (*fig. 2*). Il n'est pas possible de dire, en revanche, si les poissons les plus âgés, plus rares dans nos échantillons, sont concernés par ce phénomène.

La *figure 4* représente les variations d'intensités moyennes ( $\pm$  l'écart-type) de ce parasite au cours des mêmes mois. L'amplitude de ces variations moyennes est faible puisque la plupart des valeurs sont comprises entre 2 et 4 parasites par hôte. Le nombre maximal de *A. crassus* observé dans cette population est égal à 14 individus sur un poisson récolté au mois de février. On peut noter que les intensités moyennes sont généralement comprises entre 3 et 4 la première année, et diminuent faiblement, mais de façon généralisée, entre 3 et 2 durant la seconde année de l'étude. Cette baisse des intensités moyennes, observée à compter du printemps

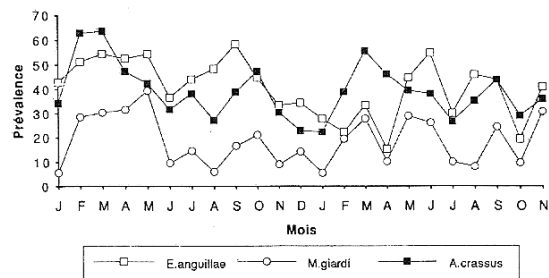


FIG. 3. – Variations mensuelles de prévalence des trois parasites : *A. crassus*, *M. giardi* et *E. anguillae* au cours des années 1988 et 1989.

FIG. 3. – Monthly variations of three parasites prevalence : *A. crassus*, *M. giardi* and *E. anguillae* during the years 1988 and 1989.

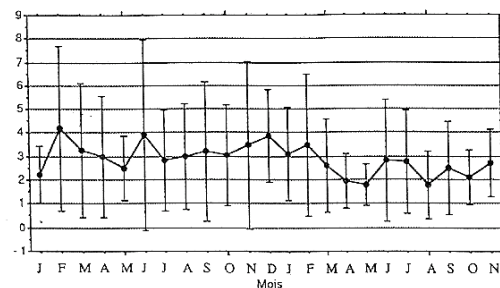


FIG. 4. – Variation mensuelle de l'intensité moyenne de *A. crassus* au cours des années 1988 et 1989.

FIG. 4. – Monthly variation of *A. crassus* mean intensity during the years 1988 and 1989.

89, n'est, en fait, pas confirmée statistiquement [test de Kruskal-Wallis :  $H_0$  (les échantillons suivent la même distribution, contre  $H_1$  : au moins un échantillon suit une distribution de position différente) non rejetée au seuil 0,05].

**La Myxosporidie *Myxidium giardi***

La *figure 3* traduit, comme pour *A. crassus*, les variations de prévalence de *M. giardi* au cours des 23 mois d'étude.

Faible au mois de janvier du premier hiver (5,7 %), la prévalence de *M. giardi* augmente au printemps pour atteindre 40 % en mai. Elle diminue au cours de l'été qui suit avec un minimum de 6 % en août, puis augmente à nouveau sensiblement en automne avec un maximum de 21 % en octobre. Elle diminue pour atteindre 5,5 % au mois de janvier du deuxième hiver, puis on note une nouvelle hausse le printemps qui suit (exception faite de la valeur d'avril), le maximum étant encore observé en mai (28,9 %). C'est encore en août qu'est noté le minimum estival au cours de la deuxième année (8 %). Tout comme l'année précédente, mais exception faite de la valeur d'octobre, les prévalences tendent à augmenter en automne, atteignant 35,9 % en novembre.

Il convient de remarquer que les maximums de printemps sont plus faibles la deuxième année que la première ; c'est aussi la deuxième année que des valeurs s'éloignant de la tendance générale sont notées (8 % en avril et 9,7 % en octobre).

La *figure 5* représente les variations d'intensités moyennes ( $\pm$  l'écart-type) de ce parasite au cours des 23 mois d'étude. La plupart de ces valeurs sont comprises entre 1 et 5 kystes par hôte. Le nombre maximal de kystes de *M. giardi* observé dans cette population est égal à 23 kystes au mois de novembre 88. Bien qu'une des intensités moyennes paraisse assez différente des autres, l'analyse des variations mensuelles (test de Kruskal-Wallis) ne permet pas de rejeter l'hypothèse

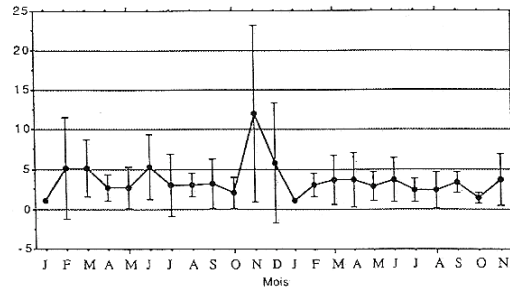


FIG. 5. – Variation mensuelle de l'intensité moyenne de *M. giardi* au cours des années 1988 et 1989.

FIG. 5. – Monthly variation of *M. giardi* mean intensity during the years 1988 and 1989.

nulle  $H_0$  d'une même distribution des échantillons au risque 0,05.

**La Coccidie *Eimeria anguillae***

La *figure 3* traduit les variations de prévalence de cette Coccidie au cours des 23 mois d'étude. Égale à 42,8 % en janvier de la première année, la prévalence reste élevée durant tout le printemps avec un maximum de 54,5 % en mai. Une baisse est notée durant l'été, en particulier en juin (36,6 %). La prévalence augmente à nouveau pour atteindre en septembre la plus haute valeur observée de toute l'étude, soit 58,3 %, puis elle ne cesse de décroître jusqu'au mois de février (22,2 %) de la deuxième année. La prévalence du mois d'avril est la plus faible enregistrée (15,4 %). Elle augmente sensiblement à partir de mai (44,7 %), reste assez élevée durant l'été et fléchit à nouveau en automne (19,4 % en octobre). Quelles que soient les variations de la série d'une année sur l'autre (printemps et été en particulier), ces prévalences restent globalement assez élevées au cours des saisons et, dans tous les cas, voisines de celles d'*A. crassus*.

**DISCUSSION ET CONCLUSIONS**

**a) *Anguillicola crassus***

*A. crassus* se maintient chez l'anguille tout au long de l'année. Ses effectifs augmentent sensiblement au printemps et en automne, avec un maximum printanier de plus de 60 % d'individus parasités et un plus modéré en automne (45 % d'individus parasités). Cette influence saisonnière est assez marquée pour les prévalences ; les intensités moyennes sont en revanche beaucoup moins concernées par ces variations. Nous pouvons donc

considérer que les anguilles ne sont pas plus parasitées au printemps et en automne qu'aux deux autres saisons, mais qu'elles sont plus nombreuses à l'être pendant ces deux périodes. Dans cet étang et collectivement, les jeunes anguilles paraissent donc plus exposées aux formes infestantes de *A. crassus* à certaines périodes.

Des blooms phyto- et zooplanctoniques interviennent dans les étangs de la région au printemps et en automne (LAM HOAI, 1985, LAM HOAI & AMANIEU,

1988). Il pourrait donc bien exister une relation entre la biomasse ou la production planctonique, les phases d'intense alimentation de l'hôte et la recrudescence, en terme de prévalence, du parasite. D'autant qu'HIROSE *et al.* (1976), PUQIN & YURU (1980) et DE CHARLEROY *et al.* (1987) ont montré que les copépodes constituaient expérimentalement un hôte intermédiaire possible d'*A. crassus*. Bien que les Crustacés ne constituent qu'un élément de la nourriture de l'anguille, cela n'exclut pas, comme l'ont suggéré PETERS & HARTMANN (1986), que ceux-ci jouent un rôle essentiel dans les cycles parasitaires chez cet hôte. Pour un Cestode Pseudophyllidae de l'anguille européenne, DUPONT & GABRION (1987) ont montré, par ailleurs, que les copépodes jouent un rôle important en tant qu'hôtes intermédiaires, indépendamment des poissons proies, hôtes paraténiques du parasite.

A partir de résultats expérimentaux, BELPAIRE *et al.* (1989) suggèrent que le cycle de ce parasite varie avec la température mais se boucle en 2 à 4 mois environ. Ce cycle assez rapide pourrait expliquer le faible décalage existant entre les variations planctoniques (printemps et automne) et l'augmentation des prévalences 3 ou 4 mois plus tard. Ainsi, des anguilles infestées en automne par des copépodes porteurs de larves L3 présenteraient des nématodes adultes en fin d'hiver ou début de printemps suivant. Le même mécanisme opérerait entre le printemps et l'automne de la même année. Ce cycle assez court pourrait bien expliquer par ailleurs la rapide propagation d'*A. crassus*, observée en Europe depuis quelques années. L'espèce congénérique d'*A. globiceps*, dont le cycle se déroule sur une année (PUQIN & YURU, 1980), ne présente pas une telle capacité de dissémination.

*A. crassus* semble s'accommoder, en outre, de milieux dont les facteurs abiotiques présentent de fortes variations. L'étang de Manguio est une lagune mixohaline dans laquelle la salinité varie de 15 à 37 g.l<sup>-1</sup>. De telles variations, tout comme celles de la température au cours de l'année, ne semblent pas particulièrement affecter le déroulement de ce cycle. DE CHARLEROY *et al.* (1989) ont montré expérimentalement que l'augmentation de la température et/ou de la salinité pouvait être létale pour les larves de ce parasite. Nos résultats dans le milieu naturel conduisent à relativiser l'influence de ces facteurs abiotiques sur la structure de cette population. Si les larves sont sensibles à ces facteurs, il convient d'admettre qu'elles sont soit soustraites le plus clair du temps de leur influence, soit qu'elles acquièrent une meilleure résistance à ce type de milieu.

Récemment, THOMAS & OLLEVIER (1992a) ont tenté d'analyser quelques traits démographiques dans des populations d'*A. crassus* de l'« Albert Canal » (Belgique). Dans un milieu assez différent de l'étang de Manguio, ces auteurs trouvent également des prévalences élevées tout au long de l'année, mais concluent

à l'absence de variations temporelles dans les populations étudiées. Ces dernières semblent en fait fortement structurées tant spatialement que temporellement, et la dépendance non linéaire de certaines variables considérées pourrait bien masquer d'éventuelles variations temporelles du parasitisme dans certaines cohortes d'anguilles. Le fait que le parasite, ou ses différentes cohortes, soit présent tout au long de l'année, n'est pas incompatible avec un déterminisme écologique complexe du recrutement dans le temps, en particulier dans le cas d'un cycle hétéroxène. La prise en compte par ces auteurs des cohortes chez le parasite est d'un indiscutable intérêt et devra à l'avenir être généralisée. Cette étude montre, en outre, l'extension du parasite depuis plusieurs années dans l'aire géographique considérée, notée par ailleurs en plusieurs points d'Europe (KOOBS & HARTMANN, 1989; HÖGLUND *et al.* 1991; MÖLLER *et al.* 1991). Enfin, PETTER *et al.* (1990) ont constaté que les petits poissons dulçaquicoles comme les Épinoches peuvent constituer des hôtes paraténiques et jouer un rôle dans la transmission d'*A. crassus*. Ce rôle, souligné également par THOMAS ET OLIVIER (1992b) ne peut être précisé ici.

#### b) *Myxidium giardi*

Jusqu'à une époque très récente, le mode d'infestation des poissons par les Myxosporidies était totalement inconnu. L'échec des infestations directes a amené plusieurs auteurs à supposer l'existence d'un hôte intermédiaire. Récemment, HEDRICK *et al.* (1989), EL-MATBOULI & HOFFMAN (1989), KENT *et al.* (1991), BRUTLE *et al.* (1991), STYER *et al.* (1991), puis EL-MATBOULI *et al.* (1992) ont mis, par balnéation, plusieurs espèces de poisson en contact avec différentes formes actinomyxidiennes issues d'oligochètes. Ces auteurs ont obtenu des kystes de type myxosporidien dans leur localisation spécifique. Il semblerait donc que la phase sexuée de certaines Myxosporidies de poisson corresponde à des formes actinomyxidiennes chez des oligochètes. Ce fait avait été pressenti par MARKIW & WOLF en 1983. Même si cela demande confirmation, l'infestation par *M. giardi* pourrait présenter un mode de transmission similaire (BENAJIBA & MARQUES, 1993). De nombreuses inconnues demeurent néanmoins dans la biologie de ces populations.

Si ce parasite présente, dans notre étude, des prévalences globalement plus élevées au printemps et en automne, nous ne pouvons pas conclure aussi clairement que pour *A. crassus* à des fluctuations saisonnières périodiques marquées. Il est à noter cependant que les jeunes kystes ont été observés pendant les périodes printanières et automnales, confirmant ainsi cette tendance saisonnière modérée. Sa présence dans nombre d'anguilles, quels que soient les mois de l'année, semble indiquer son maintien au-delà d'une saison.

La relative synchronie existant entre les variations de prévalence de *A. crassus* et celles de *M. giardi* peut avoir plusieurs origines. Son déterminisme peut être indépendant de l'hôte et être associé, par exemple, à l'influence des facteurs environnementaux sur leur cycle biologique respectif ; l'influence de la température a été notée dans certains cas (NARASIMHAMURTI & KALAVATI, 1984). Elle peut également traduire une véritable dépendance fonctionnelle et structurelle entre ces deux populations. Ce point devra être précisé.

### c) *Eimeria anguillae*

BENAJIBA (1991) a montré qu'*E. anguillae* est présent chez l'anguille dans différents milieux du Languedoc, étangs ou rivières. Dans la lagune de Mauguio, ce protozoaire se maintient toute l'année, sans qu'il soit possible de détecter de variations saisonnières aussi marquées que chez les deux autres espèces étudiées ici. Pour les anguilles de cette lagune, il est intéressant de remarquer cependant que les stades de développement du parasite (gamontes et mérontes) sont plutôt notés au printemps et en automne, ces périodes correspondant à la phase d'intense alimentation de l'hôte. L'absence de variations saisonnières a été rapportée par SOLANGI & OVERSTREET (1980) pour *Calyptospora funduli* (DUSZYNSKY, SOLANGI & OVERSTREET, 1979), OVERSTREET, HAWKINS & FOURNIE, 1984 (syn. *Eimeria funduli*), qui parasite *Fundulus gradis* indépendamment de la saison, mais aussi de l'âge et du sexe de son hôte. L'existence de variations saisonnières est en revanche connue chez d'autres Coccidies de Poissons ; ainsi *Goussia gadi* (FIEBIGER, 1913), DYKOVA & LOM, 1981 (syn. *Eimeria gadi*), parasite de *Melanogrammus aeglefinus*, présente des prévalences supérieures au printemps et en automne (ODENSE & LOGAN, 1976). *Goussia subepithelialis* (MOROFF & FIEBIGER, 1905), DYKOVA & LOM, 1981 (syn. *Eimeria subepithelialis*), parasite de la Carpe, occasionne au printemps une pathologie plus marquée liée à sa phase sexuée (MARINCEK, 1978).

Peu de choses sont connues quant au déroulement du cycle biologique des Coccidies chez les poissons. Deux types de cycles sont décrits chez les espèces intestinales (DAVIES & BALL, 1983) : a) un cycle monoxène a été démontré chez *Goussia iroquoiana* (MOLNAR & FERNANDO, 1974) PATERSON & DESSER, 1984 et *G. subepithelialis* : des oocystes fécaux de poisson sont spontanément contaminants quand ils sont ingérés *per os* (PATERSON & DESSER, 1982 ; MARINCEK, 1973) ; b) un cycle hétéroxène chez *C. funduli* nécessitant un hôte paraténique, lequel concentre les oocystes (DUSZYNSKI

*et al.*, 1979). L'éthologie des hôtes (consommateurs primaires ou secondaires) pourrait interférer avec la nature de ces cycles (LANDAU *et al.*, 1975).

Le mode de transmission de *E. anguillae* chez l'anguille n'est pas élucidé ; nos tentatives d'infestations directes de civelles et de petites anguilles avec des oocystes fécaux matures n'ont pas donné de résultat positif. A partir d'infestations expérimentales de la Carpe par *Goussia carpelli* (LÉGER & STANKOVITCH, 1921) DYKOVA & LOM, 1983 (syn. *Eimeria subepithelialis*), STEINHAGEN & KÖRTING (1988) ont obtenu les premiers oocystes au bout de 14 jours environ. Nos observations ne permettent pas de mettre en évidence une telle durée moyenne du cycle. La permanence d'*E. anguillae* tout au long de l'année laisse à penser que les anguilles peuvent s'infester plusieurs fois par an.

Enfin, une multiplication asexuée ou schizogonie est connue chez ces organismes. Celle-ci conduit à la libération dans l'hôte de mérozoïtes identiques aux formes infestantes initiales. Les schizogonies ou mérogonies se produisent plusieurs fois avant que la phase de gamétogénèse soit entamée. Un tel processus contribue à entretenir de façon autonome la dynamique de chaque infrapopulation ; il peut, par conséquent, masquer le moment et l'intensité des infestations initiales. En effet, la numération des oocystes, forme finale du cycle, permet d'apprécier quantitativement l'intensité du parasitisme ; la part des infestations initiales dans cette production et celle de la multiplication asexuée se déroulant dans l'hôte ne peuvent en revanche être différenciées par ce moyen.

*E. anguillae* se localise normalement dans l'intestin antérieur. Lors d'infestations massives, liées ou non à des schizogonies, nous avons pu noter son extension à tout le tube digestif, exception faite du rectum où l'on ne décèle que des oocystes de passage. Ces observations corroborent celles de PATERSON & DESSER (1989) sur *G. iroquoiana*.

Sur le plan démographique, ces trois parasitoses montrent en définitive des similitudes quant à leur régularité à l'échelle de la population-hôte, alors que les mécanismes impliqués respectivement dans chacun de ces cycles diffèrent sur de nombreux points. L'influence de facteurs environnementaux sur la transmission et la dispersion est plus particulièrement sensible dans le cas du nématode *A. crassus* et de la myxosporidie *M. giardi*. Dans ce travail, les trois populations parasites ont volontairement été considérées individuellement, afin de définir les stratégies de chacune d'elles ; il importe désormais de porter une attention particulière sur leurs dépendances fonctionnelles potentielles.



## RÉFÉRENCES

- BELPAIRE C., DE CHARLEROY D., GRISEZ L., OLLEVIER F., 1989. – Spreading mechanisms of the swimbladder parasite *Anguillicola crassus* and its distribution in Belgium and Europe. *European Inland Fishery Advisory Commission (EIFAC), Working Party on Eel*, Porto, Portugal, May 29-June 3.
- BENAJIBA M.H., 1991. – *Les parasites de l'anguille européenne Anguilla anguilla L., 1758 (Poisson téléostéen) dans la région du Languedoc : Ultrastructure, Biologie et Dynamique des populations*. Thèse de Doctorat Univ. Clermont-Ferrand II, 225 p.
- BENAJIBA M.H., MARQUES A., 1993. – The alternation of Actinomyxid and Myxosporidian sporal forms in the development of *Myxidium giardi* (parasite of *Anguilla anguilla*) through Oligochaetes. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, **13** : 100-103.
- BRUTLE G.J., HARRISON L.R., STYER E.L., 1991. – Detection of a Triactinomyxid Myxozoan in an oligochaete from Ponds with Proliferative. *J. Aquat. An. Health.*, **3** : 281-287.
- BYKHOVSKAYA-PAVLOVSKAYA I.E., 1962. – Key to parasites of Freshwater Fish of the U.R.S.S. Akademia Nauk S.S.S.R. Zoologicheskii Institut, Moscou Leningrad, 743 p.
- DAVIES A.J., BALL S.J., 1993. – The biology of Fish Coccidia. *Advances Parasitol.*, **32** : 313-366.
- DE CHARLEROY D., THOMAS K., BELPAIRE C., 1987. – Problems concerning the species determination, biologie and diagnostical methods of *Anguillicola* a swimbladder nematode in the european eel (*Anguilla anguilla*) in Europe. *European Inland Fishery Advisory Commission (EIFAC), Working Party on Eel*, Bristol, 13-16 April.
- DE CHARLEROY D., THOMAS K., BELPAIRE C., OLLEVIER F., 1989. – The viability of free living larvae of *Anguillicola crassus*. *J. Appl. Ichthyol.*, **5** : 154-156.
- DUPONT F., GABRION C., 1987. – Approche expérimentale du rôle de l'hôte paraténique dans la circulation du parasite *Bothriocephalus claviceps* (Cestode, Pseudophyllidae). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **61** : 423-429.
- DUSZYNSKI D.W., SOLANGI M.A., OVERSTREET R.M., 1979. – A new and unusual *Eimeria* (Protista, Eimeriidae) from the liver of the Gulf Killfish *Fundulus gradis*. *J. Wildl. Dis.*, **15** : 543-552.
- EL-MATBOULI M., HOFFMAN R., 1989. – Experimental transmission of two *Myxobolus spp.* developing bisporogony via tubificid worms. *Parasitol. Res.*, **75** : 461-464.
- EL-MATBOULI M., FISCHER-SCHERL Th., HOFFMAN R., 1992. – Transmission of *Hoferellus crassi* Achmerov, 1960 to Goldfish *Carassius auratus* via an aquatic oligochaete. *Bull. Eur. Fish Pathol.*, **12** : 54-56.
- HEDRICK E.M., WISHKOVSKY A., GROFF J.M., McDOWELL T., 1989. – Transmission trials with three Myxosporidians of Salmonid fish. *Europ. Assoc. Fish. Pathol. 4th Conference International, Santiago de Compostela, Spain*, 38 p.
- HIROSE H., SEKINO T., EGUSA S., 1976. – Notes on the egg deposition, larval migration and intermediate host of the nematode *Anguillicola crassa* parasitic in the swimbladder of eels. *Fish Pathol.*, **11** : 27-31.
- HÖGLUND J., ANDERSON J., WICKSTRÖM H., REIZENSTEIN M., 1991. – The distribution of *Anguillicola crassus* in Sweden – do thermal discharge areas serve as transmission foci ? *European Inland Fishery Advisory Commission (EIFAC), Working Party on Eel*, Dublin, Ireland, 20-25 May.
- KENNEDY C.R., 1974. – A checklist of British and Irish freshwater fish parasites with notes on their distribution. *J. Fish Biol.*, **6** : 613-644.
- KENT, M.L., WHITAKER D.J., MARGOLIS L., 1991. – Experimental transmission of the myxosporidian *Myxobolus articus* to Sockeye Salmon using an aquatic Oligochaete, *Eclipidrius sp.* (Lumbriculidae). *A.F.S. Newsletter*, **18** : 4-5.
- KOIE M., 1988. – Parasites in european *Anguilla anguilla* (L.) from danish freshwater, brackish and marine localities. *Ophelia*, **29** : 93-118.
- KOOPS H., HARTMANN F., 1989. *Anguillicola* infestations in Germany and in German eel imports. *J. appl. Ichthyol.*, **1** : 41-45.
- LAM HOAI T., 1988. – Évolution saisonnière du zooplancton dans trois sites peu profonds de Thau, une lagune nord-méditerranéenne. *Hydrobiologia*, **128** : 161-174.
- LAM HOAI T., AMANIEU M., 1989. – Structure spatiale et évolution saisonnière du zooplancton superficiel dans deux écosystèmes lagunaires nord-méditerranéens. *Oceanologica Acta*, **12** : 65-77.
- LANDAU I., MARTEAU M., GOLVAN I., CHABAUD A.G., BOULARD Y., 1975. – Hétéroxénie chez les Coccidies intestinales de Poisson. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **281** : 1723-1724.
- MARGOLIS L., ESCH G.W., HOLMES J.C., KURIS A.M., SCHAD G.A., 1982. – The use of ecological terms in parasitology. (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *J. Parasitol.*, **68** : 131-133.
- MARINCEK M., 1973. – Développement d'*Eimeria subepithelialis* (Sporozoa, Coccidia) parasite de la Carpe. *Acta Protozool.*, **12** : 195-215.
- MARINCEK M., 1978. – Uticaj Kokcidje *Eimeria subepithelialis* no Konstituciju sarana. *Acta Parasitologica lugoslavica*, **9** : 3-12.
- MARKTW M., WOLF K., 1983. – *Myxosoma cerebralis* (Myxozoa : Myxosporidia) etiologic agent of salmonid whirling disease requires tubificid worm (Annelida : oligochaete) in its life cycle. *J. Protozool.*, **30** : 561-564.
- MÖLLER H., HOLST S., LÜCHTENBERG H., PETERSEN F., 1991. – Infection of eel *Anguilla anguilla* from the River Elbe estuary with two nematodes *Anguillicola crassus* and *Pseudoterranova decipiens*. *Dis. aquat. Org.*, **11** : 193-199.
- MOLNAR K., SZEKELY C.S., BASKA F., 1991. – Mass mortality of eel in Balaton due to *Anguillicola crassus* infection. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, **11** : 211-212.

- NARASIMHAMURTI C.C., KALAVATI C., 1984. – Seasonal variation of the Myxosporidian, *Henneguya waltirensis* parasitic in the Gills of the Fresh water Fish, *Channa punctatus*. *Arch. Protistenk.*, **128** : 351-356.
- ODENSE P.H., LOGAN V.H., 1976. – Prevalence and morphology of *Eimeria gadi* (Fiebiger, 1913) in the haddock. *J. Protozool.*, **23** : 564-571.
- PATERSON W.B., DESSER S.S., 1982. – The biology of two *Eimeria* species (Protista : Apicomplexa) in their mutual fish hosts in Ontario. *Can. J. Zool.*, **60** : 764-775.
- PETERS G., HARTMANN F., 1986. – *Anguillicola*, a parasitic nematode of the swim bladder spreading among eel population in Europe. *Dis. Aquat. Org.*, **1** : 229-230.
- PETTER A.J., BONNEAU S., LE BELLE N., FONTAINE Y.A., 1990. – Études sur la biologie d'*Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea). *ICOPA VII : International Congress of Parasitology*, Abstracts, *Bull. Soc. Fr. Parasitol.* (Paris), **8** (1) : 298.
- PUQIN W., YURU Z., 1980. – Observations on the life history of *Anguillicola globiceps* (Nematodea : Anguillicoidae). *Acta Zoologica Sinica*, **26** : 243-249.
- SCHERRER B., 1984. – Biostatistique. Gaëtan marin éd., 850 p.
- SOLANGI M.A., OVERSTREET R.M., 1980. – Biology and pathogenesis of the coccidium *Eimeria funduli* infecting killfishes. *J. Parasitol.*, **66** : 513-526.
- SPRENT P., 1992. – Pratique des statistiques non paramétriques. Trad. franç. J.P. Ley INRA éditions, 294 p.
- STEINHAGEN D., KÖRTING W., 1988. – Experimental transmission of *Goussia carpelli* (LEGER & STANKOVITCH, 1921 ; Protista : Apicomplexa) to common Carp, *Cyprinus*. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, **8** : 100-103.
- STYER E.L., HARRISON L.R., BURTLE G.J., 1991. – Experimental production of proliferative gill disease in channel Catfish exposed to a Myxozoan – infected oligochaete, *Dero digitata*. *J. Aquat. Animal Health.*, **3** : 288-291.
- TARASCHEWSKI H., MORAVEC F., LAMAH T., ANDERS K., 1987. – Distribution and morphology of two helminths recently introduced into European eel populations. *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) and *Paratenuisentis ambiguus* (Acanthocephala, Tenuisentidae). *Dis. aquat. Org.*, **3** : 167-176.
- THOMAS K., OLLEVIER F., 1992a. – Population biology of *Anguillicola crassus* in the final host *Anguilla anguilla*. *Dis. aquat. Org.*, **14** : 163-170.
- THOMAS K., OLLEVIER F., 1992b. – Paratenic hosts of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus*. *Dis. aquat. Org.*, **13** : 165-174.
- XIMENES M.C., 1986. – L'Anguille en Méditerranée française : aspects écologiques et halieutiques. Ministère de la Mer, CEMAGREF, Montpellier section A.L.A., 166 p.