



**HAL**  
open science

## Protozoaires et Métazoaires parasites de l'anguille *Anguilla anguilla*: Interdépendance des populations parasitaires et coexistence des pathogènes potentiels

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*: Interdépendance des populations parasitaires et coexistence des pathogènes potentiels. *Annales des Sciences Naturelles Zoologie et Biologie Animale*, 1995, 16, pp.1-6. hal-01077103

**HAL Id: hal-01077103**

**<https://hal.science/hal-01077103>**

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 métazoaire parasites de l'anguille *Anguilla anguilla* : Interdépendance des populations parasitaires et coexistence des pathogènes potentiels

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, 34200 Sète, France.

(3) Laboratoire de Parasitologie et Immunologie, Université Montpellier II, c.c. 096,  
place E.-Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05, France

---

## Protozoans and Metazoan parasites of the eel *Anguilla anguilla* : Interdependence of parasitic populations and coexistence of potential pathogens

### SUMMARY

A monthly sampling of eels in the mixohalin lagoon of Mauguio (Languedoc, France) allowed the analysis of *Anguillicola crassus* (Nemathelmintha), *Myxidium giardi* (Myxozoa) and *Eimeria anguillae* (Sporozoa) population structures. This study showed that the high intensities of *A. crassus*, a parasite recently introduced in this area, seem to induce the development of both protists. However, any negative effect of

these parasites of *Anguilla anguilla* can be detected by the study of the host size/weight relation.

*Key words* : Mediterranean sea. Fish. Endoparasite. *Anguilla anguilla*. *Anguillicola crassus*. *Myxidium giardi*. *Eimeria anguillae*. Host-Parasite interactions. Parasitic pathology.

### RÉSUMÉ

Un échantillonnage mensuel d'anguilles dans l'étang mixohalin de Mauguio (Languedoc, France) a permis l'analyse de la structure des populations d'*Anguillicola crassus* (Nemathelmintha), *Myxidium giardi* (Myxozoa) et *Eimeria anguillae* (Sporozoa). Parasite récemment introduit dans cette zone, le nématode *A. crassus* semble favoriser, à partir d'un certain seuil d'infestation, le développement de ces deux Pro-

tistes. L'étude de la relation taille-poids chez l'anguille ne permet pas cependant de mettre en évidence d'effet négatif de ces parasites sur leur hôte.

*Mots-clés* : Mer Méditerranée. Poisson. Endoparasite. *Anguilla anguilla*. *Anguillicola crassus*. *Myxidium giardi*. *Eimeria anguillae*. Interactions hôte-parasites. Pathologie parasitaire.

---

### INTRODUCTION

Les systèmes hôtes-parasites constituent des ensembles biologiques où interviennent des relations

complexes. Dans les milieux naturels, populations d'hôtes et populations de parasites coexistent sans que la pathologie soit systématiquement associée à leurs relations mutuelles. Dans certaines conditions environnementales, des déséquilibres démographiques peuvent néanmoins apparaître, avec ou sans épizooties.

---

*Tirés à part* : A. Marques, Université Montpellier II, c.c. 096,  
place E.-Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05, France

L'introduction récente du nématode *Anguillicola crassus* en Europe pose le problème de son intégration dans la parasitofaune autochtone de l'anguille, et de son incidence éventuelle sur cet hôte.

La nature des relations entre plusieurs espèces parasites n'occupant pas le même organe, ainsi que les effets de leur présence simultanée, ont rarement été analysés. Outre *A. crassus*, KUWARA, NIIMI & ITAGATHI, 1974 (Nemathelmintha), les anguilles du littoral méditerranéen abritent la myxosporidie *Myxidium giardi* CEPÉDE 1906 (Myxozoa) et la coccidie *Eimeria anguillae* LÉGER & HOLLANDE 1922 (syn. *Epiemeria anguillae*) (Sporozoa). La structure temporelle de ces trois popu-

lations a été analysée dans l'étang de Mauguio et dans un précédent article (BENAÏBA *et al.*, 1994b). Les profils de prévalence présentant certaines similitudes, l'existence de relations étroites entre ces espèces peut être envisagée. Les structures observées chez ce système hôte-parasites conduisent désormais aux questions suivantes :

– Existe-t-il des dépendances démographiques et fonctionnelles entre ces populations parasitaires ?

– L'incidence éventuelle d'*A. crassus* sur l'hôte, ou de la présence conjuguée de ces parasites, est-elle décelable ?

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Matériel biologique

Cette étude porte sur 829 anguilles capturées dans l'étang de Mauguio (Languedoc, France). Les sites d'échantillonnage, la nature des échantillons mensuels, les techniques de dénombrement des parasites et la terminologie employée ont été présentés in BENAÏBA *et al.* (1994b).

### Méthodes statistiques

L'association entre espèces d'une même communauté peut être appréciée, sous certaines conditions, par l'utilisation de coefficients ou d'indices (cf. LEGENDRE & LEGENDRE, 1984). Les intensités de *A. crassus* et *M. giardi* étant connues, leur degré d'association sera quantifié par le coefficient de corrélation de SPEARMAN. L'emploi de statistique de rang est naturellement lié à la nature des variables considérées.

*E. anguillae* ne fait pas l'objet d'un dénombrement exhaustif ; ses effectifs sont estimés et convertis en classes d'abon-

dance. L'association entre cette espèce et les deux autres sera testée sur le critère de présence-absence, en utilisant le coefficient de corrélation de point et son test associé :

$$\phi = \sqrt{\frac{2}{n} \frac{\chi_{pc}}{\sqrt{(a+b)(a+c)(c+d)(b+d)}}}$$

Soit  $P_1$  et  $P_2$  deux espèces de parasites,

a : nombre d'hôtes hébergeant  $P_1$  et  $P_2$

b : nombre d'hôtes hébergeant  $P_1$  seul

c : nombre d'hôtes hébergeant  $P_2$  seul

d : nombre d'hôtes n'hébergeant ni  $P_1$ , ni  $P_2$

La relation taille/poids (T/P) de l'anguille est de la forme  $P = b.T^a$ , soit après linéarisation  $\ln P = a \ln T + \ln b$ . Des régressions linéaires de cette fonction ont permis d'estimer les valeurs des paramètres de cette droite (cf. SCHERRER, 1984).

## RÉSULTATS

### Interdépendance des populations parasitaires

#### Relations entre *A. crassus* et *M. giardi*

La figure 1 représente le nombre d'*A. crassus* en fonction du nombre de kystes de *M. giardi*, pour toutes les anguilles parasitées par au moins une de ces deux espèces. La saison au cours de laquelle chacun de ces individus-hôte a été capturé est identifiée par un symbole particulier. Les statistiques associées aux coefficients de corrélation de rang de SPEARMAN sont présentées dans le tableau I.

Il n'existe pas de relation simple, et en particulier linéaire entre les deux variables considérées. Une tendance à l'accroissement simultané est néanmoins manifeste au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'origine

(fig. 1). Le coefficient de corrélation non paramétrique est positif et peut être considéré comme significativement différent de 0 (tableau I). Cette corrélation de rang globalement positive masque en fait deux sous-groupes : les anguilles chez lesquelles l'association entre les deux espèces peut être appréhendée comme aléatoire (voisinage de la zone hachurée dans la figure 1), et celles, plus intensivement parasitées, chez lesquelles la dépendance est nette. Cette dépendance entre les effectifs, même partielle, ne présente pas de tendance saisonnière.

#### Relations entre *A. crassus* et *E. anguillae*

*E. anguillae*, coccidie du tube digestif, est un parasite unicellulaire dont les effectifs ont fait l'objet d'une

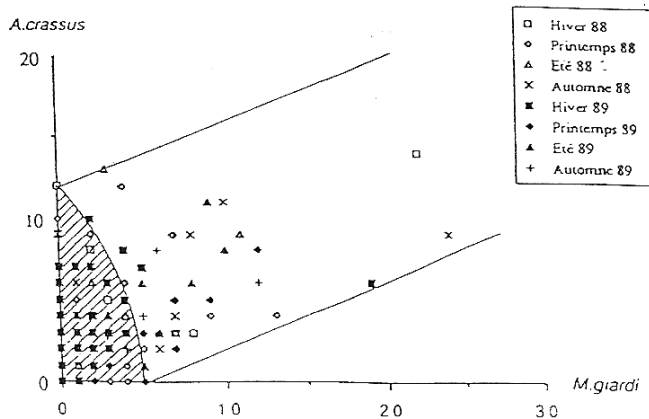


FIG. 1. – Nombre d'individus de *A. crassus* en fonction du nombre de kystes de *M. giardi* dans chaque anguille échantillonnée. La saison est indiquée par un symbole particulier pour chaque capture.

FIG. 1. – Relation between the number of *A. crassus* and the number of *M. giardi* in each sampled eel. The season of each capture is indicated by a particular symbol.

estimation. Trois classes d'abondance ont été retenues selon des critères présentés in BENAJIBA *et al.*, 1994b. Rappelons que ces trois classes correspondent aux critères suivants : a) l'absence de coccidie ; b) sa présence modérée (moins de 10 oocystes par mm<sup>2</sup> de tube digestif) ; c) une présence qualifiée de forte (plus de 10 oocystes par mm<sup>2</sup>).

Pour chacune de ces classes et pour l'ensemble des anguilles parasitées, les figures 2a, 2b et 2c présentent la proportion d'individu-hôte porteurs d'un nombre donné d'*A. crassus*, soit 0 (A0), 1 (A1), 2 (A3), etc... Le nombre maximum d'*A. crassus* présents sur des anguilles parasitées par *E. anguillae* est de 14 (A14).

La figure 2a indique que plus des 3/4 des anguilles n'ayant pas de coccidies n'ont pas de nématodes. Quand *A. crassus* est présent, ses intensités parasitaires restent faibles.

Les figures 2b et 2c montrent que la proportion d'anguilles ne présentant pas d'*A. crassus* diminue au fur et à mesure que l'abondance des coccidies s'accroît. Les intensités du nématode tendent à augmenter avec l'abondance du protozoaire. En terme de présence-absence, cette dépendance entre les deux espèces est confirmée par un coefficient de corrélation de point positif et significativement différent de zéro (tableau II).

Relations entre *M. giardi* et *E. anguillae*

La relation de dépendance entre les intensités de *M. giardi* et les classes d'abondance d'*E. anguillae* est traduite dans les figures 3a, 3b et 3c. La représentation est la même que celle adoptée dans les figures 2a, 2b et 2c.

La figure 3a montre que 90 % des anguilles sans coccidie ne présentent pas de kystes de *M. giardi*. Quand l'abondance de la coccidie augmente (fig. 3b et 3c), la proportion d'anguille sans *M. giardi* diminue, et

le nombre de kystes de la myxosporidie est de plus en plus fréquemment élevé.

Le coefficient de corrélation de point est une nouvelle fois positif et significativement différent de 0 (tableau III).

TABLEAU I. – Relation entre *A. crassus* et *M. giardi*. N : taille de l'échantillon, R : coefficient de corrélation de Spearman. \*\*\* : test significatif au risque 0,001

TABLE I. – Relation between *A. crassus* and *M. giardi*. N : sample size, R : correlation coefficient of Spearman. \*\*\* : significant test with a probability P < 0,001.

|          | N   | R       | Test |
|----------|-----|---------|------|
| Spearman | 354 | + 0,347 | ***  |

TABLEAU II. – Relation entre *A. crassus* et *E. anguillae*.  $\phi$  : coefficient de corrélation de point. Valeurs du test  $\chi^2$  associé. \*\*\* : test significatif au risque 0,001

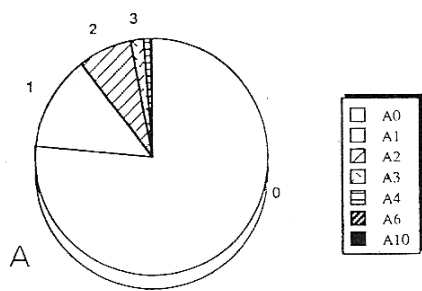
TABLE II. – Relation between *A. crassus* and *E. anguillae*.  $\phi$  : point correlation coefficient. Values of the associated  $\chi^2$  test. \*\*\* : significant test with a probability P < 0,001.

| $\phi$ | $\chi^2_{pc} = n\phi^2$ | $\chi^2(1 \text{ ddl})$ | Test |
|--------|-------------------------|-------------------------|------|
| 0,393  | 129,39                  | 10,82 (0,1 %)           | ***  |

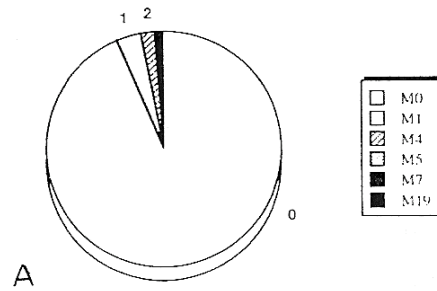
TABLEAU III. – Relation entre *M. giardi* et *E. anguillae*.  $\phi$  : coefficient de corrélation de point. Valeurs du test  $\chi^2$  associé. \*\*\* : test significatif au risque 0,001

TABLE III. – Relation between *M. giardi* and *E. anguillae*.  $\phi$  : point correlation coefficient. Values of the associated  $\chi^2$  test. \*\*\* : significant test with a probability P < 0,001.

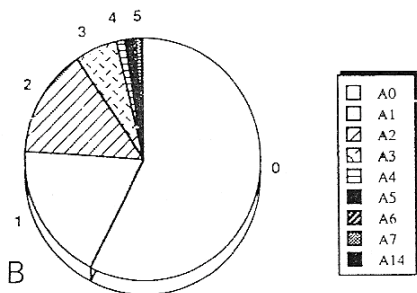
| $\phi$ | $\chi^2_{pc} = n\phi^2$ | $\chi^2(1 \text{ ddl})$ | Test |
|--------|-------------------------|-------------------------|------|
| 0,379  | 119,27                  | 10,82 (0,1 %)           | ***  |



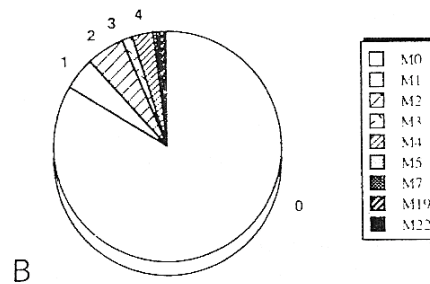
Classe I: Absence de coccidie



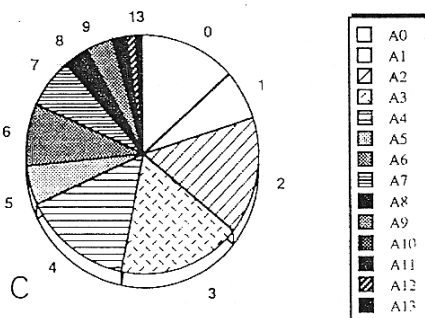
Classe I: Absence de coccidie



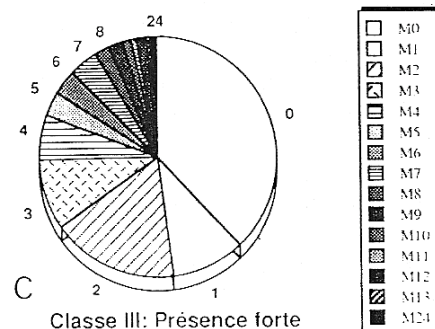
Classe II: Présence modérée



Classe II: Présence modérée



Classe III: Présence forte



Classe III: Présence forte

FIG. 2. – Proportions d'anguilles parasitées par un nombre croissant de *A. crassus* (A0 pour 0 ; A1 pour 1, etc.) pour les trois classes d'abondance de la coccidie *E. anguillae* (A : absence de coccidie ; B : présence modérée ; C : présence forte).

FIG. 2. – Proportions of eels parasitized by a increasing number of *A. crassus* (A0 for 0 ; A1 for 1, etc.) for the three abundance classes of *E. anguillae* (A : absence of coccidia ; B : moderate presence ; C : high presence).

FIG. 3. – Proportions d'anguilles parasitées par un nombre croissant de *M. giardi* (M0 pour 0 ; M1 pour 1, etc.) pour les trois classes d'abondance de la coccidie *E. anguillae* (A : absence de coccidie ; B : présence modérée ; C : présence forte).

FIG. 3. – Proportions of eels parasitized by a increasing number of *M. giardi* (M0 for 0 ; M1 for 1, etc.) for the three abundance classes of *E. anguillae* (A : absence of coccidia ; B : moderate presence ; C : high presence).

### Incidence du parasitisme sur la relation taille-poids de l'anguille

Les figures 4 et 5 traduisent la relation taille-poids de l'anguille, d'une part chez les poissons indemnes de tout parasite (fig. 4), d'autre part chez ceux parasités simultanément par les trois espèces (fig. 5).

La comparaison des deux droites de régression (tableau IV) a été réalisée par une analyse statistique sur les pentes et les ordonnées à l'origine (tableau V). Les hypothèses nulles d'égalité des pentes et des ordonnées à l'origine ne peuvent être rejetées au risque 0,05.

Nous pouvons donc considérer que ces deux relations linéaires ne sont pas différentes. Sur le plan bio-

logique, ceci peut être interprété de deux manières différentes :

a) La présence simultanée des trois parasites, même avec des intensités ou abondances simultanément élevées (cf. paragraphe précédent), n'occasionne pas une baisse significative des réserves pondérales ;

b) La présence de ces trois espèces abaisse simultanément taille et poids selon un modèle log-linéaire. Seule la détermination de l'âge permettrait de trancher.

TABEAU IV. – Équation des droites de régression (relation taille/poids) pour les anguilles non parasitées et celles parasitées simultanément par *A. crassus*, *M. giardi* et *E. anguillae*. N : taille de l'échantillon ; r : coefficient de régression ; P : poids ; T : taille ou longueur totale.

TABLE IV. – Equations of the regression straight lines (weight/total length relation) for the non parasitized eels, and for the eels simultaneously parasitized by *A. crassus*, *M. giardi* and *E. anguillae*. N : sample size ; r : regression coefficient ; P : weight ; T : total length

| Poissons       | N   | r     | Droites de régression          |
|----------------|-----|-------|--------------------------------|
| Non parasitées | 360 | 0,986 | $\ln P = 3,170 \ln T - 14,463$ |
| Parasitées     | 114 | 0,984 | $\ln P = 2,994 \ln T - 14,107$ |

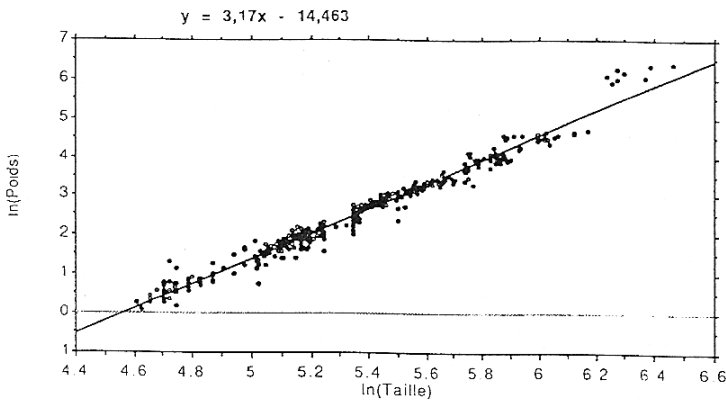


FIG. 4. – Logarithme du poids en fonction du logarithme de la taille (longueur totale) pour toutes les anguilles échantillonnées et non parasitées. Droite de régression correspondante.

FIG. 4. – The weight logarithm in relation to the total length logarithm for all sampled and non parasitized eels. Corresponding regression straight line.

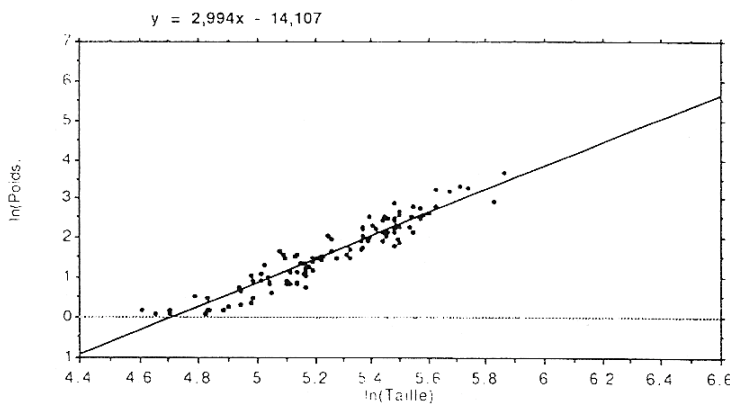


FIG. 5. – Logarithme du poids en fonction du logarithme de la taille (longueur totale) pour toutes les anguilles échantillonnées et parasitées simultanément par *A. crassus*, *M. giardi* et *E. anguillae*. Droite de régression correspondante.

FIG. 5. – The weight logarithm in relation to the total length logarithm for all sampled eels parasitized by *A. crassus*, *M. giardi* and *E. anguillae*. Corresponding regression straight line.

### DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les infrapopulations de *A. crassus*, *M. giardi* et *E. anguillae* sont numériquement dépendantes. Compte tenu de la nature des cycles de ces espèces (recrutement actif ou passif de la part de l'hôte, multiplication asexuée ou non chez le poisson) (BENAJIBA *et al.*, 1994b), nous pouvons penser que le nématode favorise,

à partir d'un certain seuil d'infestation, le développement des deux protozoaires. Ce processus pourrait être lié à des modifications physiologiques ou à une baisse des défenses immunitaires de l'hôte. PETERS & HARTMAN (1986) considèrent en effet que ces nématodes peuvent induire une anémie, et donc réduire la résis-

tance de l'anguille. Ces auteurs constatent par ailleurs que les anguilles parasitées par *A. crassus* présentent fréquemment des acanthocéphales et des stomatopapillomatoses. SARTI *et al.* (1985) affirme qu'un nématode du même genre diminue la résistance de cet hôte vis-à-vis des bactéries et des maladies parasitaires. Ce phénomène a déjà été observé chez d'autres poissons : SHIPLEY (1909) constate chez la truite *Salmo gairdneri* que des infections bactériennes sont associées à la présence du nématode *Cystidicola farionis* dans la vessie gazeuse. Si l'action pathogène du nématode est difficile à mettre en évidence dans les conditions naturelles, il est néanmoins évident que la capacité qu'ont de tels métazoaires à affaiblir leur hôte est souvent intensité-dépendante (SILAN & MAILLARD, 1990). La double action qu'exerce *A. crassus* est certainement spoliatrice en raison de son régime hématophage, et mécanique en empêchant le fonctionnement normal de la vessie gazeuse.

Il est plus difficile d'imaginer que l'accroissement du nombre de nématodes soit la résultante de l'abondance des protozoaires. Ceci reviendrait à admettre qu'un nombre élevé de protozoaires chez l'anguille fasse augmenter la consommation de proies, et donc les possibilités d'infestation par le nématode.

Enfin, la présence et l'abondance simultanées des trois parasites pourrait aussi résulter de leur association chez les hôtes intermédiaires, proies consommées par ce poisson. Cette hypothèse nous paraît la moins probable pour des raisons liées à la démographie des protagonistes (BENAJIBA *et al.*, 1994b) : la probabilité de

trouver simultanément les trois espèces chez des copépodes notamment est certainement peu élevée.

SARTI *et al.* (1985) ont indiqué que *A. crassus* provoque un amaigrissement de l'anguille. Nous ne pouvons pas confirmer ce fait, même quand le nématode est présent avec de nombreux protozoaires. La réduction de poids n'est pas manifeste, ou bien elle est associée à une réduction concomitante de la taille. Cette dernière hypothèse est plus difficile à retenir en raison du caractère assez cyclique et non permanent de deux de ces parasitoses (BENAJIBA *et al.*, 1994b), et de la résistance toute particulière de ce poisson.

Si ces trois parasites associés ont un réel effet sur la physiologie (BENAJIBA & ROMESTAND, 1994), voire sur la santé de ce poisson (BENAJIBA *et al.*, 1994a), cela n'est pas décelable par l'intermédiaire de la relation taille-poids, sans connaissance de l'âge.

*M. giardi* et *E. anguillae* sont deux protozoaires parasites naturels de l'anguille. Sauf dans le cas de désordres métaboliques induits, ils ne provoquent généralement pas de pathologie connue. La présence ou l'abondance de *A. crassus* modifie leur statut démographique. Dans ces conditions, il est permis de penser que ce nématode, outre son action autonome directe, engendre ou facilite d'autres pathologies parasitaires. Son extension actuelle en Europe, facilitée par le transfert incontrôlé d'anguilles vivantes en tous sens, ne peut que poser de nouveaux problèmes d'épidémiologie dans les populations naturelles. Ce problème mérite une attention toute particulière dans les années à venir.

#### RÉFÉRENCES

- BENAJIBA M.H. & ROMESTAND B., 1994. – Effect of the swim bladder nematode *Anguillicola crassus* on the Haematological parameters of the European eel *Anguilla anguilla* Linnaeus, 1758. *Acta Physiologica*, **17** : 91-102.
- BENAJIBA M.H., MARQUES A., LOM J. & BOUIX G., 1994a. – Ultrastructure and sporogony of *Eimeria* (syn. *Epieimeria*) *anguillae* (Apicomplexa) in the eel (*Anguilla anguilla*). *J. Eukaryotic Microbiology*, **41** (3) : 211-218.
- BENAJIBA M.H., SILAN P., MARQUES A. & BOUIX G., 1994b. – Protozoaires et Métazoaire parasites de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 : Structures temporelles de leurs populations dans une lagune méditerranéenne. *Ann. Sci. nat. Zoologie*, Paris, **15**, (4) : 141-149.
- LEGENDRE L. & LEGENDRE P., 1984. – Écologie numérique. 2. La structure des données écologiques. 2<sup>e</sup> édit. Masson, Paris, 335 p.
- 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.
- SARTI M., GEORGETTI G. & BRISINELLE W., 1985. – A new problem for intensive eel rearing in Italy : *Anguillicola australiensis*. Proc. E.A.F.P. Congress, Montpellier. 95.
- SCHERRER B., 1984. – Biostatistique. Gaëtan marin éd., 2<sup>e</sup> trimestre, 850 p.
- SHIPLEY A.E., 1909. – On the relation of certain cestode and nematode parasites to bacterial disease. *J. Eco. Biol.*, **4** : 61-71.
- SILAN P. & MAILLARD C., 1990. – Comparative structures and dynamics of some populations of helminths, parasites of fishes : the sea bass-*Diplectanum* model. *Acta Oecologica*, **11** (6) : 857-874.