

LES PARASITES D'*ARNOGLOSSUS LATERNA* (WALBAUM, 1792), BOTHIDAE, DANS LE GOLFE DU LION (CÔTE FRANÇAISE DE LA MÉDITERRANÉE) ET LEUR INFLUENCE SUR LES FORMULES LEUCOCYTAIRES DES POISSONS HÔTES

L. DOUELLOU, C. BASTIDE-GUILLAUME, B. ROMESTAND et J.-P. TRILLES

Laboratoire de Physiologie des Invertébrés ;
Université des Sciences et Techniques du Languedoc,
Place Eugène-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex, France.

Abstract

PARASITES OF *ARNOGLOSSUS LATERNA* (WALBAUM, 1792) BOTHIDAE IN THE GULF OF LION (FRENCH COAST OF THE MEDITERRANEAN SEA) ; THEIR INCIDENCE ON THE DIFFERENTIAL LEUCOCYTE COUNTS OF HOST-FISH.

Arnoglossus laterna is only infested by intestinal parasites such as : *Synaptobothrium caudiporum* (Rudolphi, 1819) (Trematode) ; *Acanthocephaloides geneticus* de Buron, Renaud et Euzet, 1986 (Acanthocephalan) ; *Bothriocephalus clavibothrium* (Ariola, 1911) (Cestode) ; *Scolex pleuronectis* Mueller, 1788 (Plerocercoid of Cestode) ; *Thynnascaris* sp. (Nematode). Each parasite distribution is independent of the distribution of other parasites and also independent of the sex of host. Infestation by only one acanthocephalan or only one cestode induces a little or no influence on the differential leucocyte counts. When a fish is infested by a greater number of these two helminths, the proportion of lymphocytes tends to decrease and the proportion of neutrophils tends to increase (inflammatory response). Important infestation by *Scolex pleuronectis* induces an increase of the thrombocyte count for 100 counted leucocytes. After infestation by the nematode, *Thynnascaris* sp. alone or with another parasite, even by small number, the proportion of lymphocytes decreases and the proportion of neutrophils increases.

Résumé

Chez *Arnoglossus laterna* n'ont été rencontrés que des parasites intestinaux : *Synaptobothrium caudiporum* (Rudolphi, 1819) (Trématode) ; *Acanthocephaloides geneticus* de Buron Renaud et Euzet, 1986 (Acanthocéphale) ; *Bothriocephalus clavibothrium* (Ariola, 1901) (Cestode) ; *Scolex pleuronectis* Mueller, 1788 (Cestode, Pléroceroïde) ; *Thynnascaris* sp. (Nématode). Dans la population d'arnoglosses, ces parasites se répartissent indépendamment les uns des autres ; leur distribution est en particulier sans rapport avec le sexe de l'hôte. La présence d'un seul acanthocéphale ou d'un seul cestode n'a que peu ou pas d'influence sur les formules leucocytaires de l'hôte. Par contre, lorsque ces deux helminthes sont présents en plus grande quantité, le pourcentage de lymphocytes diminue et celui des granulocytes neutrophiles augmente (réaction inflammatoire). Une hyperinfestation par *Scolex pleuronectis* entraîne une augmentation du nombre des thrombocytes observés pour 100 leucocytes comptés. Le nématode, *Thynnascaris* sp., seul ou associé, même peu représenté, provoque une importante diminution du pourcentage de lymphocytes et une augmentation de celui des granulocytes neutrophiles.

Introduction.

Depuis le début du siècle où commencèrent les premières études hématologiques chez les poissons (DRZEWINA, 1911), les recherches n'ont cessé de se multiplier, tant à propos de l'évolution des lignées cellulaires et de la fonction des organes hématopoïétiques (ELLIS, 1976, 1977 ; BOOMKER, 1979, 1980, 1981 ; ROMESTAND et TRILLES, 1984) que des nombreux facteurs naturels ou expérimentaux susceptibles de modifier les constantes sanguines (SOIVIO et OIKARI, 1976 ; NIKINMAA *et al.*, 1981 ; HÄRDIG et HÖGLUND, 1984). Parmi la liste importante des facteurs étudiés (température, saison, âge, stress, etc.), les agents pathogènes n'ont certes pas été oubliés. Les travaux entrepris concernent toutefois plus particulièrement l'action de microorganismes ou de mycoses (BARHAM et SCHOONBEE, 1980 ; WEDEMEYER *et al.*, 1983) ou dans le cas des métazoaires, l'incidence de parasites hématophages tels que certains copépodes (MANN, 1952 ; KABATA, 1958, 1970 ; GUILLAUME *et al.*, 1985) et isopodes (ROMESTAND et TRILLES, 1977 ; NAIR et NAIR, 1983). Très peu d'ouvrages mentionnent une influence éventuelle de certains parasites intestinaux, mises à part des publications russes (citées par BAUER *et al.*, 1973) et indiennes (RADHAKRISHNAN *et al.*, 1983, 1984).

Chez *A. laterna*, le volume de sang disponible étant insuffisant pour réaliser l'étude concomitante des érythrocytes et des leucocytes, nous avons préféré nous limiter dans un premier temps à l'étude de l'influence des parasites observés sur les formules leucocytaires et les constantes biométriques (taille, poids, coefficient de condition et pourcentage hépatosomatique) des poissons hôtes.

Matériel et méthodes.

A proximité de Sète (Hérault, France) 75 individus ont été récoltés à la senne de plage, sur une période très courte (fin juillet, début septembre, 1984). Nous pensons avoir ainsi minimisé les variations possibles des constantes sanguines en fonction des facteurs écologiques et plus particulièrement de la saison. Les poissons ainsi récoltés ont été ramenés au laboratoire dans un bac muni d'un aérateur. Les contraintes techniques font que seuls les poissons dont la taille était la plus importante (longueur standard comprise entre 7,30 et 10,50 cm) ont été retenus.

Les prélèvements sanguins et les examens parasitologiques ont été effectués dès le retour au laboratoire une heure environ après la récolte. Après dissection ventrale du poisson, des frottis sanguins ont été réalisés à partir du sang prélevé directement dans le cœur à l'aide d'une pipette Pasteur héparinée.

Avant que les poissons ne subissent un examen détaillé de la peau, de la cavité buccale, des branchies et du tube digestif, leur poids, leur longueur standard, leur sexe ainsi que le poids de leur foie, ont été notés. Les frottis sanguins ont été colorés selon la méthode de May-Grünwald-Giemsa. 100 leucocytes (hormis les thrombocytes) ont été comptabilisés pour chaque arnoglosse ; les thrombocytes sont évalués hors pourcentage. Une analyse de variance, selon le test F, nous a permis de comparer ensemble les formules leucocytaires moyennes caractéristiques des différents groupes. Les lots de poissons parasites ont ensuite été comparés à un lot témoin par des tests de Student. Les intervalles de confiance sont toujours donnés au seuil de 5 %.

Résultats.

Parasitofaune de *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792) (tabl. 1, 2 et 3 ; fig. 1).

Aucun parasite n'a été rencontré sur le corps, sur les branchies et dans la cavité buccale ; il n'a jamais été observé d'anomalie organique laissant supposer la présence de microorganismes. Seuls les helminthes dont la liste est donnée ci-dessous ont été récoltés sur les poissons examinés (fig. 1).

- *Synaptobothrium caudiporum* (Rudolphi, 1819) Hemiuroidae, Hemiuridae, Plerurinae (fig. 1 T).
Syn : *S. copulans* Von Linstow, 1904.

Ce trématode de petite taille (L = 4 mm) n'a été trouvé que rarement dans l'estomac et toujours en faible quantité.

- *Acanthocephaloides geneticus* de Buron, Renaud et Euzet, 1986 Palaeacanthocephala, Ayrthmacanthidae (fig. 1A).

Syn : *A. propinquus* (Dujardin, 1845) Meyer, 1932.

Cet acanthocéphale assez volumineux (L♀ : 8,50 mm ; L♂ : 6,10 mm) a été rencontré dans le rectum de plus de la moitié des individus examinés. De véritables accumulations (13 parasites chez un poisson) ont été observées (cf. DE BURON *et al.* (1985) pour une description détaillée).

- *Bothriocephalus clavibothrium* (Ariola, 1901) Pseudophyllidea, Bothriocephalidae (fig. 1C).

Ce cestode, relativement long (L max = 12 cm) était présent dans l'intestin de 33 % des arnoglosses. Deux individus abritaient respectivement 25 et 28 *Bothriocephalus*.

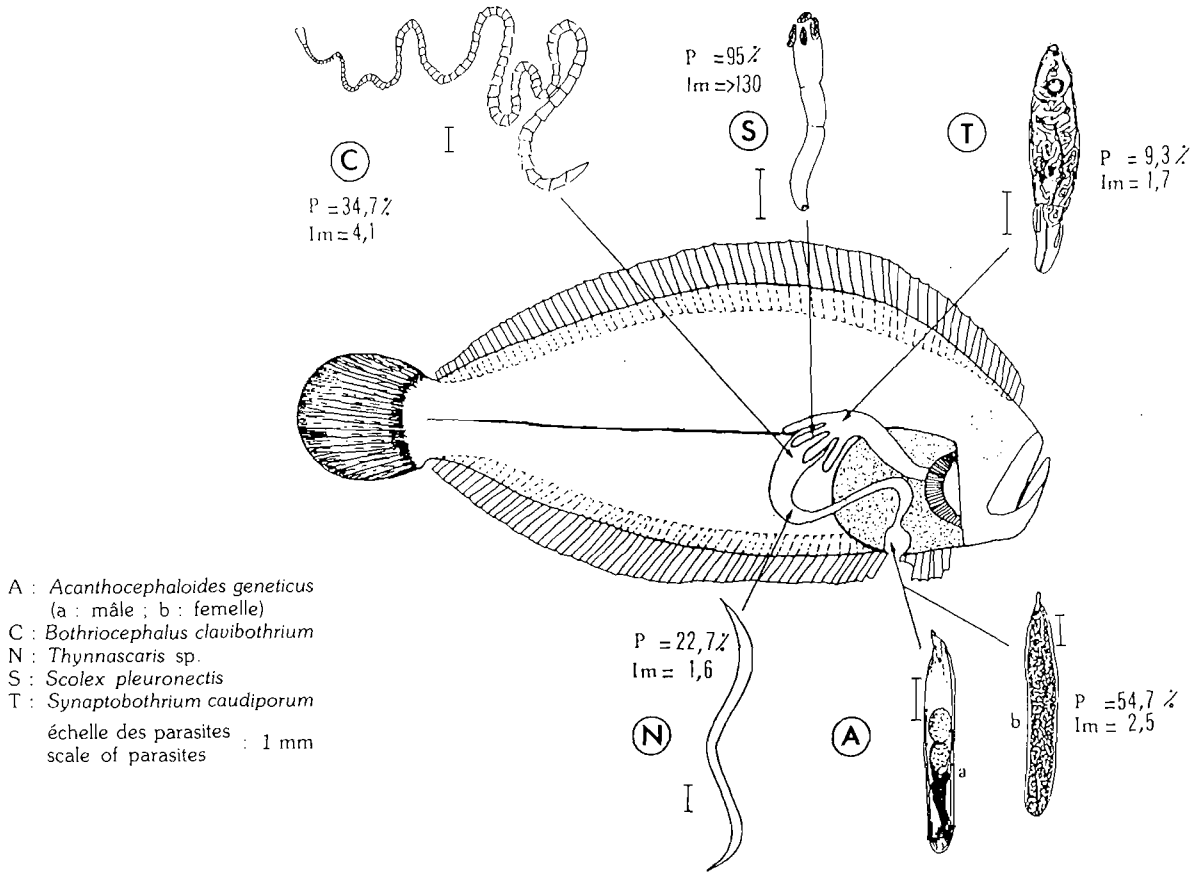


FIG. 1. — Parasitofaune d'*Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792) (P : prévalence ; Im : intensité moyenne d'infestation).

Parasites of Arnoglossus laterna (Walbaum, 1792) (P : prevalence ; Im : mean intensity).

- *Scolex pleuronectis* Mueller, 1788 Tetrphyllidea au stade pléroceroïde (fig. 1S).

De très nombreuses petites larves (L : 1 à 4 mm) parfois plus de mille étaient présentes dans l'intestin antérieur et les coeca pyloriques, plus rarement dans l'estomac et le rectum, de quasiment tous les poissons disséqués.

- *Thynnascaris* sp. (fig. 1N).

20 % des *A. laterna* hébergeaient ce nématode (L max. : 1,50 cm) libre dans l'intestin. Nous n'avons jamais relevé la présence de plus de 4 parasites par individu parasité.

Parasitofaune des individus mâles et femelles.

Le tableau 1 précise les effectifs des *A. laterna* mâles et femelles parasités par des helminthes. La comparaison des effectifs calculés et des effectifs observés, par un test du χ^2 montre que le parasitisme est indépendant du sexe de l'hôte (aucune différence significative).

	Parasites				
	A	C	N	S	T
Poissons-hôtes					
Mâles (n = 49)	29	16	12	13	5
Femelles (n = 26)	12	10	5	6	2

TABL. 1. — Effectifs des arnoglosses (individus mâles et femelles) parasités.
Number of parasited *Arnoglossus laterna* (males and females).

A : *Acanthocephaloides geneticus*
N : *Thynnascaris* sp.
T : *Synaptobothrium caudiporum*
C : *Bothriocephalus clavibothrium*
S : *Scolex pleuronectis*

Paramètre	Parasites											
	A	C	N	A + C		A + N		C + N		A + C + N		
Prévalence 1 %	26,7	10,7	4,0	13,4		8,0		5,3		5,3		
Intensité moyenne	2,2 (1,7)	2,5	2,0	A 4,4	C 4,6 (2,0)	A 1,3	N 1,0	C 8,3 (2,7)	N 2,0	A 1,0	C 2,0	N 1,8
Nombre maximal de parasites par poisson	13 (4)	4	2	8	28 (4)	3	1	25 (5)	3	1	5	4

TABL. 2. — Prévalences et intensités moyennes d'infestation pour les poissons porteurs d'une seule espèce de parasite ou de plusieurs espèces (Associations parasitaires) (le trématode *S. caudiporum* et *Scolex pleuronectis* ne sont pas considérés).
Prevalences and mean intensities calculated for fishes which present one or several species (*S. caudiporum* and *Scolex pleuronectis* are not considered).

Test	Parasites							
	O	A	C	N	A + C	A + N	C + N	A + C + N
Effectifs observés (Eo)	19	21	8	3	10	6	4	4
Effectifs calculés (Ec)	17,18	20,72	9,12	5,03	10,99	6,07	2,67	3,22

$$\chi^2 = \sum \frac{(E_o - E_c)^2}{E_c} = 2,09 \quad \chi^2_{0,05} = 14,07$$

TABL. 3. — Test du χ^2 entre les effectifs observés et les effectifs théoriques obtenus en considérant que les trois parasites A, C, N infestent la population d'arnoglosses indépendamment les uns des autres.
Test between the effective and basic strength taking into consideration that A, C, N parasitize independently the population of *A. laterna*.

Associations parasitaires.

Le trématode, *Synaptobothrium caudiporum*, semble avoir une répartition indépendante de la présence des autres helminthes ; on le trouve, en effet, aussi bien chez les *A. laterna* dépourvues de parasites adultes que chez les poissons qui en hébergent une ou plusieurs espèces. Le faible nombre d'individus parasités n'a cependant pas permis une étude statistique.

Scolex pleuronectis est présent chez pratiquement tous les poissons ; nous ne considérons donc que les associations entre acanthocéphales, nématodes et cestodes adultes (tabl. 2). Les effectifs observés pour les diverses combinaisons possibles comparées par un test du χ^2 aux valeurs théoriques obtenues en considérant que ces trois parasites se répartissent indépendamment les uns des autres (tabl. 3) ne montrent aucune différence significative. Il semble donc qu'il n'existe aucune compétition interspécifique entre *A. geneticus*, *B. clavibothrium* et *Thynnascaris* sp.

Quelles que soient les associations parasitaires considérées, les intensités moyennes d'infestation demeurent relativement constantes pour le nématode et le cestode. Par contre, l'acanthocéphale est nettement plus abondant lorsque le cestode est également présent chez le même poisson (en moyenne 4 à 5 parasites au lieu de 1 à 2). Enfin, les poissons qui hébergent des parasites intestinaux abritent en moyenne davantage de larves plérocercoides que les arnoglosses qui en sont dépourvus. Les cas d'hyperinfestations sont cependant indépendants de la présence des helminthes adultes.

Définition des groupes retenus pour les études hématologiques.

La présence du trématode *Synaptobothrium*, peu fréquent et de petite taille, a été négligée. Nous avons considéré que l'état commun de la population d'arnoglosse est d'être parasitée par *Scolex pleuronectis* puisque 4 poissons seulement en étaient dépourvus. Tous les individus abritant plus de 300 larves plérocercoides ont toutefois été éliminés des calculs, même s'ils hébergeaient par ailleurs les autres helminthes. 7 individus qui montraient une véritable accumulation de *Scolex pleuronectis* (l'intestin et les coeca pyloriques étaient totalement remplis) ont permis la constitution d'un groupe particulier (groupe VI). Trois helminthes sont représentés, un acanthocéphale, un cestode et un nématode. Six groupes ont été définis : groupe I : lot témoin, 17 poissons dépourvus de *A. geneticus*, de *B. clavibothrium* et de *Thynnascaris* sp.

Afin de déterminer l'influence individuelle de ces parasites nous avons tout d'abord constitué des lots d'individus ne présentant qu'une seule des 3 espèces.

groupe II : 19 poissons parasités par *A. geneticus* (Im = 2,0 ; 1-13).

groupe III : 8 poissons parasités par *B. clavibothrium* (Im = 2,4 ; 1-4).

Il n'a pas été possible de constituer un lot d'individus infestés uniquement par *Thynnascaris* sp. (ce n'était le cas que de 3 poissons). Aussi les moyennes ont elles été calculées (groupe IV) pour des arnoglosses présentant le nématode seul (2 parasites par individu) ou associé à un petit nombre d'*A. geneticus* et/ou de *B. clavibothrium*. Ce groupe comporte 13 individus.

N	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A	0	0	0	1	1	1	1	3	0	0	0	1	1
C	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	1	1

groupe V : 6 poissons très parasités par *A. geneticus* et *B. clavibothrium*

C	4	2	7	7	8	5
A	1	3	1	2	4	28

groupe VI : 7 poissons hyperparasités par *Scolex pleuronectis*, les autres helminthes étant peu représentés.

Résultats biométriques (tabl. 4).

Les poissons semblent peu affectés par le parasitisme. Seuls les cas d'hyperinfestation entraînent des modifications des quelques constantes biométriques mesurées. D'une part, chez les individus très parasités par *A. geneticus* et *B. clavibothrium*, le poids total tend à diminuer, le coefficient de condition diminue donc également (différences significatives à 90 %) ; le poids relatif du foie régresse lui aussi (différence significative à 95 %). D'autre part, il y a une diminution significative à 99 % du pourcentage hépatosomatique des *A. laterna* hyperparasités par *Scolex pleuronectis*.

Groupes	Nombre d'individus	Longueur standard (cm)	Poids (g)	Coefficient de condition	Pourcentage hépatosomatique (%)
I	17	9,05 ± 0,34	11,81 ± 1,34	1,575 ± 0,044	1,82 ± 0,33
II	19	8,75 ± 0,22	10,43 ± 0,67	1,554 ± 0,071	1,62 ± 0,24
III	8	9,28 ± 0,78	12,93 ± 3,29	1,579 ± 0,076	1,57 ± 0,72
IV	13	9,21 ± 0,41	12,76 ± 1,25	1,637 ± 0,120	1,60 ± 0,22
V	6	8,58 ± 0,67	9,40 ± 2,90*	1,459 ± 0,203*	1,11 ± 0,59**
VI	7	9,10 ± 0,82	11,44 ± 2,82	1,500 ± 0,111	1,01 ± 0,23***

TABL. 4. — Quelques constantes biométriques des individus examinés en fonction du parasitisme.
Some biometrical data of fish in relation to parasitism.

Groupes	Nombre d'individus	Lymphocytes (%)	Granuloblastes (%)	Granulocytes neutrophiles (%)	Thrombocytes (hors %)
I	17	58 ± 6	8 ± 2	34 ± 6	149 ± 44
II	19	54 ± 7	7 ± 3	39 ± 8	166 ± 31
III	8	59 ± 8	5 ± 3	36 ± 8	137 ± 72
IV	13	43 ± 8***	7 ± 2	50 ± 8***	206 ± 64
V	6	48 ± 13*	6 ± 7	46 ± 13*	218 ± 188
VI	7	54 ± 8	8 ± 7	38 ± 6	239 ± 119**

TABL. 5. — Formules leucocytaires des individus examinés en fonction du parasitisme.
Differential leucocyte counts of fish in relation to parasitism.

$\bar{x} \pm t 0,05 Sm$: moyenne ± intervalle de confiance au seuil de 5 % / mean value ± standard error

* tendance (significative à 90 %)
** significative à 95 %
*** significative à 99 %

* tendency (significant level of « t » value (P > 0,10))
** significant level of « t » value (P > 0,05)
*** significant level of « t » value (P > 0,01)

Groupes	Progranulocytes (%)	Métagranulocytes (%)	Neutrophiles à noyau polysegmenté (%)	Remarques
I	19	77	4	Très nombreux érythrocytes jeunes. Apparition de monocytes.
II	21	76	3	
III	16	82	2	Apparition de monocytes et d'éosiniphiles. Apparition de cellules souches et d'hémoblastes.
IV	15	81	4	
V	21	76	3	
VI	26	72	2	

TABL. 6. — Proportions des divers stades d'évolution des neutrophiles (exprimées en pourcentage du nombre total de neutrophiles par individu) en fonction du parasitisme (remarques relatives aux cellules non comptabilisées dans les formules leucocytaires).
Proportions of the different evolutionary stages of neutrophils (expressed in percentage of the total number of neutrophils) in relation to parasitism (remarks about cells which are not counted in the differential leucocyte count).

Répercussions hématologiques : formules leucocytaires (tabl. 5 et 6).

Chez *A. laterna*, les principaux leucocytes rencontrés sont des lymphocytes aisément reconnaissables aux pseudopodes leur donnant un contour plus ou moins irrégulier. Ils représentent à l'état normal environ 60 % des globules blancs. On relève également la présence de 5 % de granuloblastes, dont le cytoplasme est fortement basophile. Ils sont à l'origine des granulocytes neutrophiles (représentant 35 % des formules leucocytaires) au cytoplasme finement granuleux et dont le noyau peut présenter des formes variées selon l'état de maturation. Sur certains frottis, nous avons relevé la présence de monocytes. Ce sont des cellules arrondies, émettant parfois des pseudopodes, dont le noyau a une forme variable (en croissant, arrondie...); leur cytoplasme bleu-gris contient des vacuoles et parfois des granulations rouges. Ils seraient à l'origine des macrophages. Leur pourcentage n'a toutefois pas été évalué.

On note par ailleurs l'existence sur les frottis de thrombocytes, évalués hors-pourcentage du fait de leur abondance; ces cellules interviennent dans les phénomènes de coagulation du sang. Leur nombre peut subir d'importantes variations comme en témoigne l'étendue des intervalles de confiance à la moyenne.

L'analyse de variance réalisée selon le test F nous a permis de comparer toutes les moyennes ensemble afin de savoir si le facteur considéré (le parasitisme) pour constituer les différents groupes a une influence réelle sur les formules leucocytaires. Nous obtenons des différences significatives pour un coefficient de sécurité de 2,5 % ($F(2,5\%) = 2,79$) en ce qui concerne :

les lymphocytes $F_{64}^5 = 3,03 < F(2,5\%)$

les neutrophiles $F_{64}^5 = 2,89 < F(2,5\%)$

les thrombocytes $F_{64}^5 = 3,33 < F(2,5\%)$

Bien que pour les granuloblastes aucune différence significative n'ait été observée, l'établissement des différents groupes nous paraît justifié.

Pour ce qui est de la comparaison des groupes II à VI, par des tests de student, avec le lot témoin (groupe I), la lecture des tableaux 5 et 6 nous permet de constater que : *Acanthocephaloides geneticus*, lorsqu'il est seul présent, n'induit qu'une apparition de monocytes dans le sang circulant (groupe II). *Bothriocephalus clavibothrium*, seul, n'a aucune influence sur la composition leucocytaire du sang de l'arnoglosse (groupe III).

Lorsque ces deux parasites sont présents en plus grande quantité (plus de 5 parasites : groupe V), le pourcentage des lymphocytes tend à diminuer, celui des neutrophiles tend à augmenter (différences significatives à 90 %) sans que soient modifiées les proportions des différentes catégories de neutrophiles. Des cellules souches et des hémoblastes apparaissent sur les frottis.

Les poissons du groupe IV, parasités par le nématode seul ou associé aux autres helminthes adultes montrent une importante diminution de la proportion des lymphocytes au profit de celle des neutrophiles (différences significatives à 99 %) caractéristique d'une réaction inflammatoire. Les proportions des divers stades d'évolution des neutrophiles, par rapport à l'ensemble des neutrophiles, restent sensiblement équivalentes à celles du lot témoin et par conséquent, l'augmentation de la proportion des neutrophiles se traduit principalement par une augmentation de celle des métagranulocytes neutrophiles. Des monocytes et des granulocytes éosinophiles apparaissent sur les frottis.

Une hyperinfestation par *Scolex pleuronectis* est accompagnée d'une augmentation du nombre des thrombocytes pour 100 leucocytes comptés (significative à 95 %) et de la proportion de progranulocytes, c'est-à-dire des neutrophiles jeunes, sans que la proportion totale des neutrophiles ne varie. Le nombre relativement élevé de thrombocytes (pour 100 leucocytes comptés) que l'on observe pour tous les groupes est sans doute à relier au stress qu'on subi les arnoglosses lors de leur récolte et de leur transport jusqu'au laboratoire.

Discussion.

Arnoglossus laterna, petit poisson plat commun sur les côtes françaises de la Méditerranée, ne présente (au moins durant le mois d'août et à Sète) qu'une parasitofaune limitée à 5 espèces d'helminthes intestinaux dont une à l'état larvaire. Cette relative pauvreté parasitaire fait de ce poisson plat un modèle intéressant, malgré l'inconvénient de sa petite taille, pour l'étude de l'influence de parasites intestinaux sur l'hématologie des poissons. En effet, pour les chercheurs travaillant sur le sujet, l'un des principaux problèmes rencontrés est d'obtenir d'une part des poissons parasités par un petit nombre d'espèces et d'autre part des individus

indemnes. A ceci s'ajoute le fait que l'on ne peut savoir exactement quels sont les parasites présents que lorsque les prélèvements hématologiques sont terminés. Ceci explique peut-être pourquoi les travaux parus sur le sujet sont peu nombreux alors que les auteurs mentionnent toujours d'importantes modifications des constantes étudiées.

RADUJKOVIC *et al.* (1983) observent une anémie macrocytaire, chez *Chelon labrosus*, causée par un acanthocéphale du genre *Neoechinorhynchus*. Cette anémie s'accroît lorsque le nématode *Contracaecum* sp. au stade larve enkystée est également présent alors que seul, il n'a aucune influence. BAUER *et al.* (1973) signalent une diminution de la quantité d'hémoglobine chez des Cyprinidae parasités par *Bothriocephalus gowkongensis*.

Chez *Saurida tumbil* parasité par le cestode *Penetrocephalus ganapatii* dont le scolex est enfoncé dans le foie, RADHAKRISHNAN *et al.* (1983) relèvent une anémie macrocytaire et une leucocytose associée à une diminution du nombre des lymphocytes, et à une augmentation de celui des neutrophiles, des basophiles, des cellules plasmiques et des monocytes. La variation pondérale observée dans le sens d'une diminution est significative.

En ce qui concerne l'influence de cestodes au stade larvaire, KOSHEVA (1956) et SHPOLYANSKAYA (1953) notent une diminution de la quantité d'hémoglobine et une augmentation du nombre des monocytes et des « polymorphonuclear agranulocytes » induite par la présence de *Ligula intestinalis* ou *Diagramma interrupta* (plérocercoides) chez les Cyprinidae.

RADHAKRISHNAN *et al.* (1984) mettent en évidence une anémie microcytaire, hypochrome associée à une leucocytose avec réduction du nombre des lymphocytes et augmentation de celui de tous les autres types cellulaires (sauf les éosinophiles et les « coarse granulocytes ») chez *Diodon hystrix* parasité par *Gymnorhynchus gigas*, un très long plérocercotide enkysté dans le foie. RADHAKRISHNAN *et al.* (1984) ont également recherché l'influence de *Scolex pleuronectis* sur son hôte : *Trichiurus salvata*. Ils observent une diminution du nombre des lymphocytes et des macrophages, et une élévation de celui des autres leucocytes ; le phénomène s'accroît parallèlement à l'importance du parasitisme. Seuls les individus hyperparasités présentent une anémie macrocytaire ainsi qu'une diminution importante du poids du foie. A notre connaissance, seul RADHAKRISHNAN (1979) a recherché l'incidence possible de nématodes au niveau sanguin : *Saurida tumbil* parasité par diverses espèces de nématodes enkystés dans les viscères et l'intestin au stade larvaire montre une anémie qui devient hypochrome en cas d'infestations massives, une leucocytose et une chute du nombre de lymphocytes corrélée à une augmentation des autres types leucocytaires (le nombre d'éosinophiles et des macrophages demeurant constant).

L'influence de plusieurs espèces de parasites intestinaux sur les cellules du sang circulant de leur hôte se traduit donc par une diminution du nombre d'érythrocytes (anémie), une augmentation de celui des leucocytes (leucocytose) et par un phénomène caractéristique d'une réaction inflammatoire à savoir une réduction du nombre des lymphocytes au profit des leucocytes à fonction phagocytaire.

On observe une réponse de cet ordre (réaction inflammatoire) chez *A. laterna* dans les cas d'hyperinfestations par *A. geneticus* et *B. clavibothrium*. Le faible nombre d'individus très parasités ne nous a cependant pas permis de déterminer lequel des deux parasites, s'il ne s'agit d'une influence synergique, est responsable des variations observées dans les formules leucocytaires. Chez les individus fortement infestés, les diminutions du poids total du corps et du pourcentage hépatosomatique traduisent des perturbations métaboliques importantes ; lorsqu'il est seul ou moins représenté, chacun de ces deux parasites n'a toutefois aucune influence sur les constantes étudiées. Il est donc probable que la pathogénicité de ces deux helminthes est due principalement au prélèvement de nourriture et à l'encombrement intestinal considérable qu'ils infligent à leur hôte et qui réduisent obligatoirement ses capacités d'assimilation.

Chez *A. laterna*, les hyperinfestations à *Scolex pleuronectis* n'ont apparemment que peu d'influence au niveau sanguin, contrairement à ce que relèvent RADHAKRISHNAN *et al.* (1984) chez *Trichiurus salvata* ; mais la très forte diminution pondérale hépatique, sans que le poids total du corps ne varie, est également mentionnée par ces auteurs. L'absence de poissons dépourvus de ces larves n'a permis de comparer que des individus relativement peu parasités à des spécimens hyperinfestés, mais il est probable que la pathogénicité est également et surtout liée au nombre de parasites présents.

Le cas du nématode *Thynnascaris* sp. est totalement différent ; c'est chez les poissons qui l'abritent que l'on observe les plus importantes variations des formules leucocytaires. La très forte augmentation du pourcentage de neutrophiles prouve une réponse active de la part de l'hôte et ceci alors que jamais plus de deux nématodes sont présents. De plus, ce nématode, de petite taille, comparativement à celle d'un *Bothriocephalus*, a été trouvé libre dans l'intestin et ne peut donc causer aucune détérioration directe du tube digestif, comme ce peut-être le cas de *Acanthocephaloides*. RADHAKRISHNAN *et al.* (1984) évoquent

à plusieurs reprises le fait qu'il pourrait exister des substances toxiques libérées par les parasites et susceptibles de perturber le métabolisme de leur hôte, notamment les mécanismes d'assimilation du fer, ce qui expliquerait les anémies et les pertes pondérales hépatiques. Dans le cas de *Thynnascaris*, les constantes biométriques mesurées ne sont pas affectées mais la sécrétion de substances toxiques par le parasite demeure envisageable. Une autre hypothèse à considérer pourrait être l'existence d'une association nématobactérienne. BOEMARE (1983) a en effet mis en évidence la transmission de germes pathogènes à des insectes par les nématodes qu'ils hébergent. Il est donc également possible que le nématode de *A. laterna* soit associé à un ou des microorganismes qui seraient alors responsables de l'augmentation du nombre des neutrophiles.

Il semble donc évident que les parasites intestinaux sont capables de modifier assez nettement l'image sanguine des poissons au même titre que certains helminthes, tels *Ancylostoma* ou *Diphyllobothrium* qui provoquent des profondes anémies de toutes sortes chez l'Homme.

BIBLIOGRAPHIE

- BARHAM (W.T.), SMIT (G.L.) et SCHOONBEE (H.J.), 1980. — The haematological assessment of bacterial infection in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. — *J. Fish Biol.*, **17** : 275-281.
- BAUER (O.N.), MUSSELIUS (V.A.) et STELKOV (Y.A.), 1973. — Diseases of pond fishes. Israël Progr. Scient. Transl. Jerusalem, Kolos, Moskva, 1-220.
- BOEMARE (N.), 1983. — Recherches sur les complexes nématobactériens entomopathogènes. Etude bactériologique, gnotobiologique et physiologique du mode d'action parasitaire de *Steinernema carpocapsae* Weiser (Rhabditida : Steinernema matidae). — Thèse d'Etat, U.S.T.L., Montpellier.
- BOOMKER (J.), 1979. — The haemocytology and histology of the haemopoietic organs of south African freshwater fish. I - The haemopoietic organs of *Clarias gariepinus* and *Sarotherodon mossambicus*. — *J. Vet. Res.*, **46** : 217-222.
- 1980. — The haemocytology and histology of the haemopoietic organs of south African freshwater fish. II - Erythrocytes and thrombocytes of *Clarias gariepinus* and *Sarotherodon mossambicus*. — *J. Vet. Res.*, **47** : 95-100.
- 1981. — The haemocytology and histology of the haemopoietic organs of south African freshwater fish. III - The leucocytes, plasma cells and macrophages of *Clarias gariepinus* and *Sarotherodon mossambicus*. IV - Ultrastructure of some cells of *Clarias gariepinus* and *Sarotherodon mossambicus*. — *J. Vet., Res.*, **48** : 185-205.
- DE BURON (I.), RENAUD (F.) et EUZÉI (L.), 1986. — Speciation and specificity of acanthocephalans. Genetic and morphological studies of *Acanthocephaloides geneticus* sp. nov. parasitizing *Arnoglossus laterna* (Bothidae) from the Mediterranean littoral (Sète-France). *Parasitology*, **92** : 165-171.
- DRZEWINA (A.), 1911. — Contribution à l'étude des leucocytes granuleux du sang des poissons. — *Archiv. Anat. Micr.*, Paris, **13** : 319-376.
- ELLIS (A.E.), 1976. — Leucocytes and related cells on the plaice *Pleuronectes platessa*. — *J. Fish Biol.*, **8** : 143-156.
- 1977. — The leucocytes of fish : a review. — *J. Fish Biol.*, **11** : 453-491.
- GUILLAUME (C.), DOUËLLOU (L.), ROMESTAND (B.) et TRILLES (J.P.), 1985. — Influence d'un parasite hématophage *Lernaeocera branchialis* (L., 1767) (Copépode, Pennellidae), sur les constantes érythrocytaires de son hôte *Merluccius merluccius* (L., 1758). — *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, **47** (1 et 2) : 55-61.
- HÄRDIG (J.) et HÖGLUND (L.B.), 1984. — Seasonal variation in blood components of reared Baltic Salmon, *Salmo salar*. — *J. Fish Biol.*, **24** : 565-579.
- KABATA (Z.), 1958. — *Lernaeocera obtusa* n. sp. Its Biology and its effects on the haddock. — *Marine Res.*, n° 3, 1-26.
- 1970. — Crustacea as/enemies of fishes. In « Diseases of fishes » Sniesko S.F. and Axerod H.R. Eds., Book 1. — T.F.H. Publishers, Jersey City : 1-171.
- KOSHEVA (A.F.), 1956. — The influence of *Ligula intestinalis* and *Diagramma interrupta* on the organism of fish. — *Zool. Zhurnal*, **35** (11) : 1629-1632.
- MANN (H.), 1952. — *Lernaeocera branchialis* (Copépodes, parasitica) und seine Schadwirkung bei einigen Gadiden. — *Arch. Fish. Wiss.*, **4**, 133-144.
- NAIR (G.A.) et NAIR (N.B.), 1983. — Effect of infestation with the Isopod *Alitropus typus* M. Edwards (Crustacea, Flabellifera, Aegidae) on the haematological parameters of the host fish *Channa striatus* Bloch. — *Aquaculture*, **30** (14) : 11-21.
- NIKINMAA (M.), SOIVIO (A.), RAILO (E.), 1981. — Blood volume of *Salmo gairdneri*, influence of ambient temperature. — *Comp. Biochem. Physiol.*, **69A** : 767-769.

- RADHAKRISHNAN (S.), 1979. — Studies on certain parasites and the nature of infestation along the south-west coast of India. — PhD Thesis. Univ. of Kerala.
- RADHAKRISHNAN (S.), NAIR (N.B.) et BALASUBRAMANIAN (N.K.), 1983. — Adult cestode infection of the marine teleost fish *Saurida tumbil* (Bloch). — *Acta ichthyol. Piscat.*, **13** (1) : 75-97.
- 1984. — *Gymnorhynchus gigas plerocercoid* (Cestoda : Gymnorhynchidae) infection of the liver of *Diodon hystrix* (Pisces : Diodontidae) 2. Haematological changes in infected fish. — *Fish Umwelt*, **13** : 27-39.
- 1984. — Nature of infection of *Trichiurus lepturus* (Pisces : Trichiuridae) by *Scolex pleuronectis* Mueller (Cestoda : Tetraphylidae). — *Archiv. Hydrobiol.*, **99** (2) : 254-267.
- RADUJKOVIC (B.), ROMESTAND (B.) et TRILLES (J.P.), 1983. — Premiers résultats sur l'influence de quelques types de parasitoses (Acanthocéphales et Nématodes) sur les constantes érythrocytaires du poisson-hôte : *Chelon labrosus* (Risso, 1826) de la baie de Kotor (Yougoslavie). Glas. Repub. Zavoda. Zast Prirode. — *Prirodnjackog Muzeja Titograd*, **16** : 77-83.
- ROMESTAND (B.) et TRILLES (J.P.), 1977. — Influence des Cymothodiens (Crustacea, Isopoda, Flabellifera) sur certaines des constantes hématologiques des poissons hôtes. — *Z. Parasitenk.*, **52**, 91-95.
- 1984. — Nomenclature et cytologie descriptive des éléments figurés du sang et des organes hématopoiétiques du bar. — *Rec. Med. Vet.*, **160** (10) : 833-840.
- SHPOLYANSKAYA (A.Y.), 1953. — Influence of *Ligula* on changes occurring in leucocytes formula for the blood of fishes. — *C.R. Acad. Sci. U.R.S.S. N.S.*, **90** (2) : 319-320.
- SOIVIO (A.) et OIKARI (A.), 1976. — Haematological effects of stress on a Teleost, *Esox lucius* L. — *J. Fish Biol.*, **8** : 397-411.
- WEDEMEYER (G.A.), GOULD (R.W.) et YASUTAKE (W.T.), 1983. — Some potentials and limits of the leucocrit test as a fish health assessment method. — *J. Fish Biol.*, **23** : 711-716.

Manuscrit soumis le 18-12-1986, accepté le 23-6-1987.