

**INFLUENCE D'UN PARASITE HÉMATOPHAGE :
LERNAEOCERA BRANCHIALIS (L., 1767)
(COPÉPODE, PENNELLIDAE),
SUR LES CONSTANTES ERYTHROCYTAIRES DE SON HÔTE
MERLUCCIUS MERLUCCIUS (L., 1758)**

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

Centre d'Halieutique et d'Aquaculture, Laboratoire de Physiologie des Invertébrés.
U.S.T.L. 34060 Montpellier Cedex, France.

Abstract

INFLUENCE OF A HAEMATOPHAGEOUS PARASITE : *LERNAEOCERA BRANCHIALIS* (L., 1767) (CRUSTACEA, COPEPODA, PENNELLIDAE), ON SOME ERYTHROCYTIC CONSTANTS OF THE HOST FISH : *MERLUCCIUS MERLUCCIUS*.

A haematological study of erythrocytic constants (number of erythrocytes, haematocrit, haemoglobin concentration, packed cell volume, mean corpuscular haemoglobin concentration and mean corpuscular haemoglobin) of a Teleost fish, the European hake *Merluccius merluccius* (L., 1758) has been undertaken to evaluate the effect of infestation by the branchial parasitic Copepode : *Lernaecera branchialis* (L., 1767).

As the level of parasitic infestation increased we observed : a normocytic, normochromic anaemia when fish had one adult female parasite present, a microcytic anaemia when between 2 and 4 adult females were found and a macrocytic anaemia when at least 5 adult females were present.

There was no significant difference in body condition or the coefficient of spleen to body weight between the control sample and samples of individuals infested by *Lernaecera branchialis*.

Résumé

Une étude hématologique des constantes érythrocytaires (numération des érythrocytes, hématocrite, hémoglobine, VGM, CCMH, TGMH) du poisson Téléostéen : *Merluccius merluccius* (L., 1758), le merlu, a été menée afin d'évaluer l'influence du parasitisme par un Copépode branchial hématophage *Lernaecera branchialis* (L., 1767).

Cinq lots constitués en fonction de l'abondance parasitaire nous ont permis de constater :

- une anémie normochrome normocytaire chez les individus porteurs d'une femelle adulte ;
- une anémie microcytaire chez les individus porteurs de 2 à 4 femelles adultes ;
- une anémie macrocytaire chez les individus porteurs d'au moins 5 femelles adultes.

En ce qui concerne le coefficient de condition et le rapport splénosomatique aucune différence significative n'a pu être relevée entre poissons parasités ou non par *Lernaecera branchialis*.

Introduction.

Chez les poissons, notamment chez certaines espèces, l'exploration sanguine semble pouvoir apporter une bonne connaissance de l'état physiologique des individus, à condition de respecter un certain nombre de règles (lieu de prélèvement, anticoagulant, etc.) (HICKEY, 1976 ; MESSENGER et ALDRIN, 1980). Plusieurs auteurs ont pu mettre en évidence l'action sur les constantes érythrocytaires de divers facteurs tels que la captivité (HICKEY, 1982), le jeûne (KAWATSU, 1966) et (JOHANSSON-SJÖBECK, 1975), la pollution (KODAMA *et al.*, 1982), et bien d'autres encore comme la saison, l'âge, la température (SANO, 1960).

L'influence du parasitisme sur les constantes sanguines a déjà été mentionnée dans plusieurs travaux comme ceux de MANN (1952), KABATA (1958), ROMESTAND et TRILLES (1977), RENAUD (1980), NAIR et NAIR (1983), BRAGONI *et al.* (1983).

Dans cette étude, nous avons évalué les variations des paramètres hématologiques (constantes érythrocytaires) chez *Merluccius merluccius* en rapport avec le parasitisme par *Lernaocera branchialis* Copépode branchial hématophage. La présence de ce parasite chez le merlu en Méditerranée a déjà été signalée par BRIAN (1906) et MACHADO CRUZ (1959). L'influence de ce type de parasitose a déjà été étudiée par MANN (1952) chez le merlan, la morue et l'églefin, par KABATA (1958) chez l'églefin et par VAN DEN BROEK (1978) chez le merlan.

A notre connaissance, aucune étude n'a été entreprise dans ce sens chez le merlu de Méditerranée.

Matériel et méthodes (Pl. I).

- Les merlus (*Merluccius merluccius*) ont été pêchés au chalut, au large de Sète (Hérault, France) dans le golfe du Lion ⁽¹⁾.

- Les prélèvements sanguins sont effectués par ponction intracardiaque à l'aide de pipettes Pasteur héparinées, sans anesthésie, après ouverture rapide du poisson ; les diverses analyses sont réalisées immédiatement après la récolte des individus.

- Pour les examens hématologiques, à la suite des travaux de DOLLIN (1981) sur le chien, de ROMESTAND *et al.* (1983) sur les poissons marins, de HALSBAND *et al.* (1983) sur les poissons d'eaux douces, de BRAGONI (1983) sur les poissons d'élevage, nous avons utilisé l'appareillage COMPUR. Il se compose d'une minicentrifugeuse (COMPUR M 1101) donnant directement l'hématocrite (Ht) en ml/100 ml, et d'un miniphotomètre (COMPUR M 1000) permettant la détermination du nombre d'érythrocytes (NGR) en $10^6/\text{mm}^3$, ainsi que le dosage de l'hémoglobine (Hb) en g/100 ml. L'utilisation du COMPUR M 1000 n'est toutefois possible qu'à la condition d'effectuer une correction pour la numération érythrocytaire pour chaque espèce considérée : DOLLIN (1981), ROMESTAND *et al.* (1983).

Nous avons donc été amenés à déterminer la droite de régression de formule générale $y = ax + b$ dans laquelle y représente le nombre d'érythrocytes obtenu par la numération en cellule de Malassez et x celui donné par le COMPUR. Pour *Merluccius merluccius* l'équation obtenue s'écrit $y = 0,61x - 0,23$ avec $r = 0,73$ (significatif à 99,9 % pour $n = 43$ individus).

Nous avons alors $\text{NGR corrigé} = 0,61 \text{ NGR Compur} - 0,23$.

Les trois paramètres ; NGR corrigé, Hb et Ht permettent de calculer les constantes érythrocytaires suivantes :

le volume globulaire moyen (VGM en μl^3)

$$\text{VGM} = \frac{\text{Ht (ml/100 ml)}}{\text{NGR (10}^6\text{/mm}^3\text{)}} \times 10$$

la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH en %)

$$\text{CCMH} = \frac{\text{Hb (g/100 ml)}}{\text{Ht (ml/100 ml)}} \times 100$$

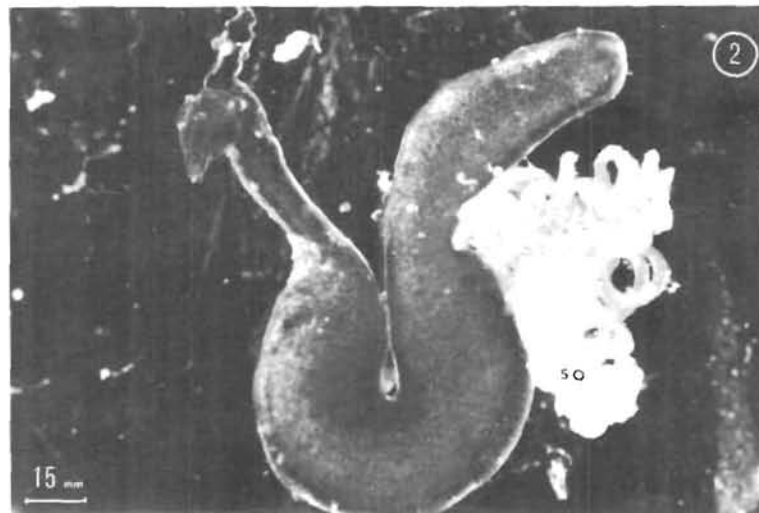
(1) Les récoltes et les analyses ont été réalisées à bord du navire océanographique mis à notre disposition : « Le Professeur Georges Petit ».

PLANCHE I. — 1. Région branchiale droite de merlu : *Merluccius merluccius* (L., 1758), après dissection de l'opercule, montrant des *Lernaeocera branchialis* (L., 1767) in situ.

2. Femelle adulte de *Lernaeocera branchialis* (L., 1767) extraite d'un arc branchial de *Merluccius merluccius* (L., 1758). s.o. : sacs ovigères remplis d'œufs.

1. Right branchial area of the European hake : *Merluccius merluccius* (L., 1758) after dissection of the gill cover, showing some *Lernaeocera branchialis* (L., 1767) in situ.

2. Adult female of *Lernaeocera branchialis* (L., 1767) taken out of the branchial arch of *Merluccius merluccius* (L., 1758). s.o. : egg sacs.



le taux globulaire moyen en hémoglobine (TGMH en pg)

$$\text{TGMH} = \frac{\text{Hb (g/100 ml)}}{\text{NGR (10}^6\text{/mm}^3)} \times 10$$

- Les résultats sont exprimés, sous forme de moyennes accompagnées de leurs écarts-types correspondants.
- La validité du coefficient de régression a été testée à l'aide des tables des valeurs de r test (MARTIN, 1967).
- L'analyse de variance a été réalisée selon le test F (SCHWARZ, 1963).
- Les tests de comparaison de moyennes sont effectués selon le test de Student au seuil de 5 et 1 % à l'aide d'un micro-ordinateur CASIO FX 702 P.

Au laboratoire, les animaux sont mesurés à l'aide d'une toise puis pesés avec une balance de précision. Ces deux données nous ont permis, pour chaque individu, de calculer le coefficient de condition (Kc) qui rend compte de l'embonpoint du poisson (LASSERRE, 1976)

$$\text{Kc} = \frac{W}{L^3} \times 100 \quad \text{avec } W : \text{ poids en g et } L : \text{ longueur standard en cm}$$

Des variations de ce coefficient en fonction du parasitisme par *Lernaeocera* ont d'ailleurs déjà été mentionnées chez différents poissons par MANN (1962), KABATA (1958), VAN DEN BROEK (1978), EVANS *et al.* (1983).

Des résultats intéressants ont également été obtenus sur les variations pondérales de la rate, organe hématopoiétique des poissons avec le rein (YOFFEY, 1929), (BOOMKER, 1979) en fonction du parasitisme (ROMESTAND, 1978), (RENAUD, 1980). Il nous a paru souhaitable d'étudier l'éventuelle influence de *Lernaeocera branchialis* sur le rapport splénosomatique du merlu.

$$\text{Rapport splénosomatique en \%} = \frac{\text{Poids de la rate (g)}}{\text{Poids total du corps (g)}} \times 100$$

Résultats.

Influence du parasitisme sur les constantes érythrocytaires (tabl. 1).

Nous avons réparti les poissons en différents groupes en fonction du nombre de parasites par individu (abondance parasitaire) et non en fonction de la taille et du poids des parasites :

- poissons porteurs d'une femelle immature (stades P. et V. définis par SPROSTON et HARTLEY (1941) in KABATA (1958) ;
- poissons porteurs de 2 à 5 femelles immatures ;
- poissons porteurs d'une femelle adulte ;
- poissons porteurs de 2,3,4.. n... femelles adultes.

Constantes érythrocytaires	NGR corrigé 10 ⁶ /mm ³	Ht ml/100 ml	Hb g/100 ml	VGM μ ³	CCMH %	TGMH pg
Lot I n = 20	1,00 ⁽¹⁾ 0,27 ⁽²⁾	24,95 6,05	3,63 0,75	251,62 22,56	14,79 2,02	37,13 5,95
Lot II n = 17	0,75 ** 0,27	19,82 ** 4,54	2,84 ** 0,99	278,29 ** 67,87	14,13 3,85	39,76 11,37
Lot III n = 12	0,70 ** 0,22	15,04 ** 6,60	2,18 ** 0,86	214,35 ** 48,56	15,39 4,56	31,42 5,17
Lot IV n = 8	0,51 ** 0,16	14,50 ** 3,16	2,06 ** 1,03	293,17 ** 46,44	14,00 6,54	39,18 14,00
Lot V n = 9	0,21 ** 0,12	7,11 ** 3,50	1,09 ** 0,84	343,07 ** 66,48	15,10 6,18	50,33 20,04

TABL. 1. — Constantes érythrocytaires de *Merluccius merluccius* parasités ou non par *Lernaeocera branchialis*.
Erythrocytic constants of Merluccius merluccius parasitized or not by Lernaeocera branchialis.

Lot I = lot témoin : merlus dépourvus de *Lernaeocera branchialis*.

Lot II = poissons porteurs de femelles immatures.

Lot III = poissons porteurs d'une femelle adulte.

Lot IV = poissons porteurs de 2 à 4 femelles adultes.

Lot V = poissons porteurs d'au moins 5 femelles adultes.

n : nombre d'individus, ⁽¹⁾ : moyenne, ⁽²⁾ : écart-type. Comparaison des lots II à V par rapport au lot témoin.

* différence significative au seuil de 5 %, ** différence significative au seuil de 1 %.

Batch I = control sample : hakes without any *Lernaeocera branchialis*.

Batch II = fishes with immature females.

Batch III = fishes with one adult female.

Batch IV = fishes with between 2 and 4 adult females.

Batch V = fishes with at least 5 adult females.

n : number of specimens, ⁽¹⁾ : mean value, ⁽²⁾ : standard deviation.

Comparison between the batches II to V and the control batch.

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

Nous avons alors effectué des tests de comparaison des résultats hématologiques obtenus pour les groupes précédents ; ainsi chaque catégorie était comparée à la précédente afin de réunir les groupes entre lesquels les différences observées n'étaient pas significatives à 99 %. Ceci nous a conduit à ne considérer que 5 lots définis comme suit :

- lot I (témoins : merlus dépourvus de *Lernaecera branchialis* ;
- lot II : poissons porteurs de femelles immatures ;
- lot III : poissons porteurs d'une femelle adulte ;
- lot IV : poissons porteurs de 2 à 4 femelles adultes ;
- lot V : poissons porteurs d'au moins 5 femelles adultes.

L'analyse de variance effectuée selon le test F nous a permis de comparer toutes les moyennes ensemble afin de savoir si le facteur considéré (le nombre de parasites) qui a servi à séparer les différents lots a une influence réelle sur les constantes érythrocytaires. Nous obtenons des différences significatives pour un coefficient de sécurité de 1 % ($F_{1\%} = 3,65$) en ce qui concerne :

$$\begin{aligned} \text{NGR} &: F_{61}^4 = 19,45 > F_{1\%} \\ \text{Ht} &: F_{61}^4 = 20,89 > F_{1\%} \\ \text{Hb} &: F_{61}^4 = 15,01 > F_{1\%} \\ \text{VGM} &: F_{61}^4 = 9,30 > F_{1\%} \\ \text{TGMH} &: F_{61}^4 = 3,85 > F_{1\%} \end{aligned}$$

Par contre pour CCMH aucune différence significative n'a été observée. Ceci justifie donc l'établissement des différents lots.

Une comparaison des différents lots par rapport au lot témoin va nous permettre de préciser cette influence.

Les résultats regroupés dans le tableau 1 nous permettent de noter qu'aux poissons du lot témoin correspondent des valeurs de l'ordre de $1,0 \times 10^6 \text{ mm}^3$ pour NGR 25 ml/100 ml pour Ht, et $250 \mu\text{l}^3$ pour VGM. En ce qui concerne l'hémoglobine, la quantité trouvée est de l'ordre de 3,6 g/100 ml, avec une CCMH d'environ 15 % et une TGMH de 37 μg .

Ces résultats coïncident avec ceux obtenus par ROMESTAND (1983) et se rapprochent de ceux de LARSSON *et al.* (1976) pour ce qui est de l'Ht ($24,1 \pm 3,9 \text{ ml}/100$) mais ils leurs sont inférieurs en ce qui concerne la quantité d'hémoglobine ($5,2 \pm 1,6 \text{ g}/100 \text{ ml}$) et la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ($21,5 \pm 6,0 \%$). Ces différences pourraient s'expliquer par la différence du lieu anatomique du prélèvement (vaisseau caudal pour LARSSON, par exemple).

Par comparaison entre les résultats obtenus pour le lot I (lot témoin) et les lots II à V, on peut mettre en évidence une diminution progressive du NGR (de 0,75 à $0,21 \cdot 10^6/\text{mm}^3$) qui entraîne une diminution de l'Ht ($19,82$ à $7,11 \text{ ml}/100 \text{ ml}$) et de l'Hb ($2,84$ à $1,09 \text{ g}/100 \text{ ml}$). Le VGM subit quelques fluctuations,

Paramètres		Lots					
		I	II	III	IV	V	
Coefficient de condition	\bar{x}	1,14	1,08	1,13	1,15	1,10	
	n	20	17	12	8	9	
	σ	0,11	0,11	0,12	0,17	0,09	
différence			NS	NS	NS	NS	
Rapport splénosomatique (en %)	\bar{x}	0,051	0,045	0,054	0,039	0,034	
	n	20	14	12	6	7	
	σ	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	
différence			NS	NS	NS	NS	

TABL. 2. — Influence du parasitisme sur la condition et le rapport splénosomatique des poissons parasites (comparaison par rapport au lot I).

Effect of parasitism on the body condition and the coefficient of spleen to body weight of the parasitized fishes (comparison with the control sample).

\bar{x} : moyenne, n : nombre d'individus, σ : écart-type, NS : différence non significative.

\bar{x} : mean value, n : number of specimens, σ : standard deviation, NS : no significant difference.

il diminue dans le cas d'un parasitisme par une femelle adulte (lot III) puis augmente lorsqu'il s'agit de plusieurs femelles adultes (lots IV et V). Enfin, CCMH et TGMH demeurent constants, TGMH n'augmentant significativement que chez les individus du lot V.

Influence du parasitisme sur le coefficient de condition (Kc) et le rapport splénosomatique.

Cette étude a été réalisée sur les 5 lots d'individus déterminés précédemment, les résultats sont consignés dans le tableau 2. On peut ainsi constater que quel que soit le degré du parasitisme par *Lernaeocera branchialis*, aucune différence significative n'est apparue entre les poissons parasités et non parasités.

De même le rapport splénosomatique ne varie pas significativement pour les lots II à V par rapport au lot I. Ce rapport tendrait à augmenter chez les individus du lot III et à diminuer chez les individus les plus atteints (lots IV et V).

Résumé et conclusions.

Par cette étude relative à l'influence de *Lernaeocera branchialis* sur son hôte principal *Merluccius merluccius*, nous avons pu mettre en évidence les points suivants.

1) Au niveau des constantes érythrocytaires, lorsque les merlus sont parasités par des femelles immatures (lot II), ils présentent une anémie normochrome normocytaire, c'est-à-dire une diminution du nombre d'érythrocytes circulants qui entraîne une diminution de la quantité d'hémoglobine et de l'hématocrite. Lorsqu'ils hébergent une femelle adulte hématophage (lot III), on assiste à une anémie microcytaire.

Enfin lorsque le nombre de parasites s'accroît encore (lots IV et V), « l'hémorragie » parasitaire augmente d'autant et l'on observe une anémie macrocytaire. Pour les individus, du lot V, l'anémie macrocytaire s'accompagne d'une élévation significative à 95 % de la charge en hémoglobine par érythrocyte (tabl. 1).

Différents types d'anémies consécutives à des infestations parasitaires ont déjà été signalés par divers auteurs : ROMESTAND (1978) note en effet une anémie normochrome normocytaire chez différents Téléostéens parasités par des Cymothoadiens ; KAWATSU (1978) observe une anémie microcytaire chez les Cyprins dorés parasités par *Diplozoon nipponicum* ; RENAUD (1980) constate une anémie macrocytaire chez le capelan infesté par *Lernaeocera* s.p. ainsi que NAIR et NAIR (1983) chez *Channa striatus* infesté par un Isopode *Alitropus typus*.

Ces résultats sont donc intéressants, car ils permettent de noter plusieurs types d'anémie chez une seule espèce de poisson : *Merluccius merluccius* parasité par *Lernaeocera branchialis*.

2) Au niveau du coefficient de condition et du rapport splénosomatique : nous n'avons pu mettre en évidence de différences significatives entre la condition des merlus parasités ou non par *Lernaeocera branchialis*. Ceci est en accord avec les travaux de EVANS *et al.* (1983) chez *Trisopterus luscus* parasité par *Lernaeocera luscii*. Par contre, MANN (1952) a constaté une perte de poids atteignant respectivement 5 à 10 % chez les merlans et 20 à 30 % chez les morues et les églefins parasités par *Lernaeocera branchialis*. KABATA (1958) note une diminution pondérale de l'ordre de 10 % chez l'églefin parasité par *Lernaeocera obtusa*. Enfin VAN DEN BROEK (1978) observe une chute pondérale significative chez des merlans porteurs de *Lernaeocera branchialis* adulte.

En ce qui concerne le rapport splénosomatique aucune différence significative n'a pu être relevée chez le merlu. Par contre, un accroissement pondéral de la rate a été signalé par RENAUD (1980) chez le capelan parasité par *Lernaeocera* sp. et par ROMESTAND (1978) chez des Sparidae porteurs de Cymothoadiens.

A la suite de ces résultats très intéressants, il serait nécessaire d'approfondir ces recherches afin de mieux préciser les différentes anémies observées. Ainsi nous nous proposons de réaliser des recherches dans trois directions, parmi lesquelles :

- l'établissement d'une nomenclature hématologique des cellules rencontrées dans le sang périphérique et les organes hématopoïétiques du merlu (rate et rein) ;
- l'évaluation de la participation de la rate dans l'érythropoïèse et dans la dégradation des érythrocytes âgés ;
- l'étude de l'impact de ces différentes figures de parasitisme sur l'érythropoïèse au niveau central (rate et rein) et périphérique (sang circulant).

BIBLIOGRAPHIE

- BOOMKER (J.), 1979. — The haemocytology and histology of the haemopoietic organs of South African fresh water fish. I. The haemopoietic organs of *Clarias gariepinus* and *Sarotherodon mossambicus*. — *Onderstepoort J. vet. Res.*, **46**, 217-222.
- BRAGONI (G.), 1983. — Etudes ichtyoparasitologiques et ichtyopathologiques dans une installation aquacole de l'étang de Diana en Corse. — Thèse de 3^e cycle, Univ. Sciences, Montpellier, 159 p.
- BRAGONI (G.), ROMESTAND (B.) et TRILLES (J.-P.), 1983. — Parasitoses à Cymothodiens chez le loup (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) en élevage. II. Ecophysiologie parasitaire dans le cas de l'étang de Diana (Haute Corse). — *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **58**, (6) : 593-609.
- BRIAN (A.), 1906. — Copepodi parasi dei pesci d'Italia. Genova, 190 p in KABATA (Z.), 1979. — Parasitic Copepoda of British Fishes. — Ray Society, London, 468 p.
- DOLLIN (B.E.), 1981. — Haematology estimation by means of the « Compur » system compared with methods in standard use. — *J. Small Anim. Pract.*, **22**, 623-628.
- EVANS (N.A.), WHITFIELD (P.J.), BAMBER (R.N.) et ESPIN (P.M.), 1983. — *Lernaeocera lusci* (Copepoda, Pennellidae) on bib (*Trisopterus luscus*) from Southampton water. Parasitology, **86** : 161-173.
- HALSBAND (E.) et ROMESTAND (B.), 1983. — Hämatologische Untersuchungen an Fishen der Weser im Rahmendes Beweissicherung verfahrens Gemeinschaftskernkraftwerk Grohnde. Bundesforschungsanstalt für Fischerei, n° 81, 25 p.
- HICKEY (R.C.), 1976. — Fish hematology, its use and significance. — *New York J. Fish and Game*, **23**, 170-175.
- JOHANSSON-SJÖBECK (M.J.), DAVE (G.), LARSSON (A.), LEWANDER (K.) et LIDMAN (U.), 1975. — Metabolic and hematological effects of starvation in the european eel, *Anguilla anguilla* L. — II. *Hematology*, **52**, 431-434.
- KABATA (Z.), 1958. — *Lernaeocera obtusa* n.sp. Its biology and its effects on the Haddock. — *Mar. Res.*, **3**, 26 p.
- KAWATSU (H.), 1966. — Studies on the anemia of fish. I. Anemia of Rainbow Trout caused by starvation. — *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. Tokyo*, **15** (2), 167-173.
- 1978. — Studies on the anemia of fish. IX. Hypochromic Microcytic Anemia of Crucian Carp caused by infestation with a Trematode, *Diplozoon nipponicum*. — *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **44**, (12) : 1315-1319.
- KODAMA (M.), OGATA (T.) et YAMAMORI (K.), 1982. — Acute toxicity of zinc to Rainbow Trout *Salmo gairdneri*. — *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **48**, (8), 1055-1058.
- LARSSON (A.), JOHANSSON-SJÖBECK (M.J.) et FÄNKLE (R.), 1976. — Comparative study of some haematological and biochemical blood parameters in fishes from the Skagerrak. — *J. Fish. Biol.*, **9**, 425-440.
- LASSERRE (G.), 1976. — Dynamique des populations ichtyologiques lagunaires. Application à *Sparus auratus*. — Thèse d'Etat, Univ. Sciences, Montpellier, 306 p.
- MACHADO-CRUZ (J.A.), 1959. — *Lernaeocera caparti* sp. nov., Copépode parasite de *Merluccius merluccius* (L.). — *Publ. Inst. Zool. Dr Auguste Nobre*, **64**, 7-12.
- MANN (H.), 1952. — *Lernaeocera branchialis* (Copepoda parasitica) und Seine Schadwirkung bei einigen Gadiden. — *Arch. Fish Wiss.*, **4**, 133-144.
- MARTIN (J.), 1967. — Notion de bases en mathématiques et statistiques. — Gauthier-Villars ed. Paris, 460 p.
- MESSAGER (J.L.) et ALDRIN (J.F.), 1980. — L'exploration sanguine en Ichtyophysiologie. Considérations pratiques. — *Ichtyophysiologia Acta*, **4** : 84-107.
- 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**, 11-19.
- RENAUD (F.), 1980. — Contribution à l'étude écophysiologique des parasites (exclus les Protozoaires) de *Boops boops* (Linnaeus, 1758) Téléostéen Sparidae et *Trisopterus minutus capelanus* (Lacépède, 1800) Téléostéen Gadidae. — Thèse 3^e cycle, Univ. Sciences, Montpellier, 150 p.
- ROMESTAND (B.), 1978. — Etude écophysiologique des parasitoses à Cymothoïdidae. — *Doc. Etat, Univ. Sciences, Montpellier*, 284 p.
- ROMESTAND (B.), HALSBAND (E.), BRAGONI (G.), KNEZEVIC (B.), MARIC (D.) et PROCHNOW (F.), 1982 (1983). — Etude hématologique comparée des constantes érythrocytaires de quelques poissons marins et d'eaux douces. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **46** (2) : 147-156.
- ROMESTAND (B.) et TRILLES (J.-P.), 1977. — Influence des Cymothodiens (Crustacea, Isopoda, Flabellifera) sur certaines constantes hématologiques des poissons hôtes. — *Z. Parasitenk.*, **52**, 91-95.
- SANO (T.), 1960. — Hematological studies of the culture fishes in Japan. 2. Seasonal variation of the blood constituents of Rainbow Trout. — *J. Tokyo Univ. Fish.*, **46**, n° 1-2 : 67-75.
- SCHWARZ (D.), 1963. — Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. — Flammarion Médecine-Science, 318 p.
- SPROSTON (N.G.) et HARTLEY (P.H.T.), 1941. — The ecology of some parasitic copepods of gadoid and other fishes. — *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **25**, 361-392 in KABATA (Z.), 1958. — *Lernaeocera obtusa* n.sp. Its biology and its effects on the Haddock. — *Mar. Res.* **3** : 26 p.
- VAN DEN BROEK (W.L.F.), 1978. — The effects of *Lernaeocera branchialis* on the *Merlangus merlangus* population in the Medway estuary. — *J. Fish Biol.*, **13**, 709-715.
- YOFFEY (J.M.), 1929. — A contribution to the study of the comparative histology and physiology of the spleen with reference chiefly to its cellular constituents. I. In fishes. — *J. Anat.* **63** (3), 314-344.