PARASITOSSES A CYMOTHODIEN CHEZ LE LOUP (*DICENTRARCHUS LABRAX* LINNAEUS, 1758) EN ÉLEVAGE

II — Écophysiologie parasitaire dans le cas de l'étang de Diana (Haute-Corse)

G. BRAGONI, B. ROMESTAND et J. P. TRILLES*

RÉSUMÉ. Cette étude traite du problème de certains aspects écophysiologiques de l'infestation du loup (*Dicentrarchus Labrax*, L. 1758) en élevage dans l'étang de Diana (Corse), par un parasite hématophage : *Nerocila orbignyi* (Crustacé, Isopode, Cymothoidae). On observe en particulier une diminution du coefficient de condition, du poids, du taux de protéines sériques, de la lipémie totale, des triglycérides sériques et de la cholestérolémie ; une hausse de la glycémie, de la magnésémie, de la phosphorémie et du taux d'urée.

On constate également une anémie érythrocytaire hypochrome et macrocytaire, avec une augmentation des granulocytes éosinophiles, des granulocytes neutrophiles et une diminution des lymphocytes. Quand l'influence parasitaire décroît, on remarque une amélioration de la condition et des caractéristiques biométriques, une hausse de la protéinémie, de la lipémie, de la cholestérolémie et une baisse du taux d'urée. On note aussi une stimulation de l'érythropoïèse.

Parasitism by Cymothoids among sea-bass (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) in rearing. II. Parasitic ecophysiology in Diana Pond (Corsica).

SUMMARY. This study deals with the problem of some aspects of the influence of infestation by an hematophagous parasite *Nerocila orbignyi* (Crustacean, Isopoda, Cymothoidae) on sea-bass (*Dicentrarchus Labrax*, L. 1758) ecophysiology, reared in the pond Diana (Corsica). We can summarise results as : decrease in body condition, in weight, in levels blood protein, blood lipids and triglycerids ; but increase in levels blood urea. We too observe hypochromic macrocytic anemia with increase in eosinophils, neutrophils and a decrease in lymphocytes.

When parasitism decrease, we remark improvement of body condition and biometry characteristics ; an increase in level blood protein, lipid, cholesterol and a decrease in the level blood urea. We remark erythropoiesis stimulation.

I — Introduction

Les techniques de reproduction et d'élevage du loup (*Dicentrarchus Labrax*, Linnaeus 1758) sont dès à présent assez bien connues. Étant donné l'importante concentration d'individus ainsi réalisée, la pathologie et le parasitisme peuvent cepen-

* Laboratoire de physiologie des Invertébrés, Universités des Sciences et Techniques du Languedoc, Place E. Bataillon, F 34060 Montpellier Cedex.

Accepté le 3 mars 1983.

dant à tout moment augmenter de façon considérable. Tel semble avoir été le cas à la SCORSA (Société Corse Océanographique de Recherches Spécifiques en Aquaculture) dans l'étang de Diana en Corse, qui connût de fortes mortalités estivales dues à des infestations par un parasite hématophage [*Nerocila orbignyi* (Isopode, flabellifère, cymothoadien)] dont l'hôte spécifique habituel est le muge (*Mugilidae*). Sur ce problème, des résultats ont déjà été publiés concernant l'écologie parasitaire (Bragoni, Romestand, Trilles ; sous-presse).

Nous exposons aujourd'hui ceux qui ont trait à l'écophysiologie parasitaire, c'est-à-dire à l'influence du parasitisme sur la physiologie des lous parasités. Ils concernent :

- la biométrie et la condition des poissons parasités,
- certains paramètres biochimiques sériques et hématologiques.

Un examen de la bibliographie correspondante montre que les observations sur ce sujet sont assez variables. Ainsi par exemple, Hunter et Hunter (1938) étudiant l'infection de métacercaires de *Crassiphiala ambloplitis* sur *Micropterus salmoides* observent une perte de poids significative chez les poissons infestés, Sommerville (1981) étudiant l'influence d'*Haplorchis pumilio* (Loos, 1896) sur des tilapias en élevage, n'observe par contre aucun effet du parasite sur la croissance des poissons. Mais Romestand (1978), à la suite d'une étude sur l'influence de parasites à cymothoadiens sur *Boops Boops* (Linnaeus, 1758), sur *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) et sur *Maena maena* (Linnaeus, 1758) conclut à une tendance à la diminution pondérale et à une anémie érythrocytaire chez les divers hôtes. De même, Renaud (1980), étudiant l'incidence hématologique du copépode parasite *Lernaeocera* sp. sur *Trisopterus minutus capelanus* (Lacépède, 1800) avait également conclu à une anémie chez le Capélan.

II — Matériel et techniques

a - Procédure générale

Les poissons étudiés dans ce travail, proviennent des cages flottantes de l'étang de Diana. Prélevés au hasard dans le stock en élevage, ils sont pesés sur une balance de précision et mesurés à l'aide d'une toise. Les prélèvements sanguins sont effectués par ponction dans la cavité péricardique, à l'aide de pipettes Pasteur stériles, et sans anesthésie.

b - Études hématologiques

Plusieurs techniques hématologiques ont été utilisées : les numérations érythrocytaires et les dosages de l'hémoglobine ont été réalisés avec un miniphotomètre COMPUR M1000 et la détermination de l'hématocrite avec une minicentrifugeuse COMPUR M1100. L'utilisation de ces appareils, et notamment du M1000, nécessite toutefois d'effectuer certaines corrections de la numération érythrocytaire selon les espèces animales étudiées (Halsband, 1980 ; Dollin, 1981).

Les trois paramètres, numération érythrocytaire (NGR), hémoglobine (Hb) et hématocrite (Ht), permettent de déterminer les constantes érythrocytaires : volume globulaire moyen [$VGM = \frac{Ht}{NGR} \times 10$, en microncubes (μ)], concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine [$CCMH = \frac{Hb}{Ht} \times 100$; en g/100 m] et taux globulaire moyen en hémoglobine [$TGMH = \frac{Hb}{NGR} \times 10$, en picogramme (pg)]. Des étalements sanguins sur lames de verre ont été réalisés et colorés selon la méthode de Giemsa-Pappenheim (Gabe, 1968). Ils ont permis l'identification des différentes variétés leucocytaires, et l'établissement de leurs pourcentages respectifs (formule leucocytaire).

d - Études biochimiques sériques

A partir du sang prélevé et placé dans un tube à hémolyse sec (sans coagulant), on effectue une centrifugation à 3 000 t/mn, pendant 5 mn et on prélève le surnageant qui constituera le sérum, conservé à -20°C . Sur ce dernier, on dose :

- les protéines selon une réaction du type Biuret ;
- les lipides totaux avec le mélange sulfophosphovanilique ;
- les triglycérides par voie entièrement enzymatique ;
- le glucose et le cholestérol par détermination enzymatique ;
- l'urée selon la méthode enzymatique ;
- le magnésium par réaction avec la calmagite et sans déprotéinisation ;
- enfin, le phosphore, avec un monoréactif conduisant à un complexe phosphomolibdique, en présence d'un réducteur (sulfate ferreux).

Tous les réactifs et produits de laboratoire utilisés, le sont sous forme de coffrets-kit Biomérieux.

c - Études statistiques

Tous les résultats sont exprimés sous forme de moyennes avec leur écart-type ($n - 1$). Les tests de comparaison de moyennes sont effectués selon le test de Student à 5 % et à 1 %, à l'aide d'une calculatrice Texas Instrument 55 II. Les calculs d'allo-métrie ont été réalisés à l'aide d'un micro-ordinateur Casio FX 702 P. Les coefficients de corrélation (r) obtenus ont été testés selon la formule :

$$r_{\text{test}} = \left(\frac{t^2}{t^2 + df} \right)^{1/2}$$

où df = le degré de liberté et t = valeur de t pour df extraite de la table de t (Schwartz et Lazar, 1964).

III — Résultats

L'étude a porté sur deux stocks de loups en élevage depuis mai 1980 dans l'étang de Diana. L'un des deux a été placé dans une cage expérimentale, et subira l'influence

du parasitisme à cymothoadien durant la période estivale de l'année 1981 ; l'autre, correspondant à des cages munies de la protection filet à maille réduite-anticymothoadien, servira de témoin non parasité.

a - Étude de la condition des loups sains et parasités

Le rapport Poids sur Longueur rend compte de la condition (de l'embonpoint) du poisson (Lasserre, 1976).

$$Kc^1 = \frac{W}{L^3} \times 100 \text{ avec } W = \text{Poids en grammes,} \\ L = \text{Longueur en centimètres.}$$

Nous avons essayé de dégager des variations de ce coefficient composite de condition (Postel, 1973+)² l'influence du parasitisme à cymothoadien sur l'embonpoint du loup. Au cours du mois d'août 1981 (période d'infestation parasitaire maximale ou 98 % des loups examinés sont porteurs de cymothoadiens), on peut ainsi observer (fig. 1) une nette décroissance de la condition du loup parasité par rapport au loup sain (différence très significative, au test t de Student).

Toutefois, une reprise métabolique du loup parasité intervient au cours des mois suivants, ce qui entraîne au cours du mois de décembre 1981 une nette augmentation

FIG. 1. — Étude des variations du coefficient de condition chez les loups sains et parasités d'élevage, de Mai 1981 à Mai 1982.

- En abscisse : temps en mois.
- En ordonnée : coefficient de condition.
- : loup sain
- : loup parasité par *Nerocila orbignyi*
- ↑ : différences entre les moyennes significatives à 95 % au test de Student
- ↑ : différences entre les moyennes significatives à 99 %.

1. Kc : Coefficient composite de condition.

2. Les auteurs annotés d'un signe plus (+) sont déjà cités par ROMESTAND B. (1978).

de leur condition par rapport à celle des loups non parasités. De ces variations, qui seront à rapprocher de celles concernant les constituants organiques du sérum, on peut en déduire que les poissons parasités dont la condition semble se ressentir de l'impact parasitaire estival, résistent à cette influence du fait de leur taille et de leur poids suffisants.

b - Influence du parasitisme sur la biométrie

(fig. 2, tableau I).

Les variations pondérales ont été étudiées sur deux stocks de loups, mis en bassin en mai 1980, à un poids moyen de 3 grammes. Comme précédemment, l'un des deux stocks de poissons a subi l'influence parasitaire correspondant à la période estivale, l'autre constituant le lot témoin. Pour le premier, nous avons distingué deux étapes dans l'impact parasitaire, représentées par deux lots distincts de poissons. Le lot 1 concerne l'étude de l'influence parasitaire sur 4 mois, soit d'août à novembre 1981, mois durant lesquels le parasitisme est le plus fort (prévalence³ variant de 98 % en août à 67,7 % en novembre). Les résultats concernant le lot 2, correspondent à un examen beaucoup plus approfondi dans le temps, en l'occurrence sur 13 mois (de mai 1981 à mai 1982). Durant cette période, la prévalence parasitaire passe de 98 % en été à 6,7 % en période printanière.

Les variations pondérales (fig. 2) ont été calculées selon la relation $W = a.L^b$, découlant de la relation d'allométrie définie par Teissier (1935 †). Dans cette formule, W représente le poids en grammes, L la longueur en centimètres, a et b sont des paramètres évalués selon la méthode des moindres rectangles ou axe majeur réduit.

Nous obtenons ainsi les équations suivantes :

- $W = 0,032.L^{2,71}$ pour les loups témoins,
- $W = 0,000023.L^{4,835}$ pour les loups parasités du lot 1,
- $W = 0,028.L^{3,42}$ pour les loups parasités du lot 2.

L'examen du tableau I, nous permet de constater l'importante corrélation entre la taille et le poids (significative à 99,9 %) pour les trois lots de poissons.

L'observation de la figure 2 permet cependant de formuler quelques remarques plus précises. Tout d'abord, l'influence du parasitisme est plus importante sur le lot 1. Une certaine récupération de la croissance pondérale et de la condition (voir résultats chap. III-a) intervient donc au cours de l'année, chez les loups parasités du lot 2, corrélativement à une diminution de l'influence du parasitisme à cymothoadien sur leur métabolisme.

On peut également noter que les poissons d'une taille inférieure ou égale à 22 cm, et d'un poids inférieur à 70 g, sont les plus sensibles aux parasites. Toutefois, les tests de comparaison des pentes (paramètres b) et des positions (paramètre a), selon les formules de Mayrat (1970 †), entre les témoins et les loups du lot 1 montrent que

3. Prévalence = $\frac{\text{Nombre de Poissons parasités} \times 100}{\text{Nombre de Poissons examinés}}$

FIG. 2. — Relation taille-poids chez le loup sain et parasité par *Nerocila orbigny*, selon la régression à une puissance.

W : poids en grammes
L : taille en centimètres
● : loups témoins
■ : loups parasités, lot 1
○ : loups parasités, lot 2.

TABLEAU I. — Valeurs calculées des paramètres a et b, et des coefficients de corrélation (r) des relations d'allométrie des loups sains et parasités.

	Loups témoins (n = 59)	Loups parasités (n = 121) Lot 1	Loups parasités (n = 266) Lot 2
a	0,032	0,000023	0,028
b	2,71	4,835	3,421
r	0,950 ***	0,886 ***	0,866 ***

*** Test du coefficient de corrélation significatif à 99,9 %.

n = Nombre d'individus.

les valeurs de b peuvent être considérées comme identiques. En revanche, les valeurs de a diffèrent très significativement (à 99,9 %), ce qui montre que le poids individuel du groupe des témoins est toujours supérieur à celui du groupe de loups parasités, quel que soit la taille.

c - Étude des paramètres biochimiques

(fig. 3, a-h; tableau IV)

Par différents dosages des constituants organiques et minéraux du sérum, nous avons essayé de comparer l'évolution physiologique du loup témoin et parasité.

1 — *Protéines* (fig. 3-a). Chez les téléostéens, la concentration sérique est en général de 41 g/l (Larsson *et al.*, 1976 †). Toutefois, Courtois (1975) observe chez *Morone saxatilis* des valeurs comprises entre 47,9 et 55,1 g/l. En ce qui nous concerne, chez les loups témoins, nous observons une concentration protéique sérique de $54,09 \pm 12,36$ g/l, proche donc des valeurs précédemment citées. Chez les individus parasités (fig. 3-a), l'influence du parasitisme provoque une nette baisse de la protéinémie (significative à 95 % au test t de Student) en période d'infestation maximale (août à novembre). On peut également observer une baisse de la protéinémie chez les loups parasités, en janvier du fait de l'action de l'inanition qui jointe à l'influence du parasitisme, accroît de manière accentuée le catabolisme protéique chez ces individus.

2 — *Lipides* (fig. 3-b, d, e). Nous avons effectué trois types de dosages : lipides totaux, triglycérides et cholestérol.

- *Lipides totaux* (fig. 3-b). Chez les téléostéens, ils varient entre 4 et 25 g/l. On trouve par exemple chez *Cyprinus carpio* des valeurs oscillant entre 4,37 et 5,50 g/l (Nakagawa *et al.*, 1977 †) et chez *Salmo gairdneri* entre 9,60 et 47 g/l (Takashima *et al.*, 1972* ; Perrier *et al.*, 1973, 1978* ; Salfi *et al.*, 1976* ; Papout-Soglou, 1977 † ; Watanabe *et al.*, 1978). Aldrin *et al.* (1981) révèlent chez le loup d'élevage $21,2 \pm 7,01$ g/l. Les valeurs que nous avons rencontré chez les loups témoins sont de $17,95 \pm 5,97$ g/l. Chez les individus parasités (fig. 3-b), on observe une nette diminution de la lipémie en période d'infestation maximale (significative à 95 % en août et octobre, et à 99 % en novembre au test t de Student).

- *Triglycérides* (fig. 3-d). Les taux de ces constituants dans le sérum de divers téléostéens sont relativement semblables. Nous trouvons par exemple 0,72 à 5,34 g/l chez *Chrysophrys major* (Sakaguchi, Hamaguchi, 1981) ; 1,17 à 9,12 g/l chez *Sériola quinqueradiata* (Sakaguchi, 1976) ; 3,32 à 4,53 g/l chez *Anguilla anguilla* (Martelly *et al.*, 1979 ; Larsson et Lewander, 1973) ; 1,07 à 6,03 g/l chez *Salmo gairdneri* (Morris, 1959* ; Perrier *et al.*, 1973* ; Salfi *et al.*, 1978* ; Giorgetti et Ceschia, 1977* ; Chapman

Remarque : Pour éviter de surcharger les graphiques A, B, C, D, E, F, G et H de la figure 3, nous avons reporté toutes les valeurs correspondantes dans le tableau IV en mentionnant les moyennes avec leur écart-type.

* Les auteurs annotés d'une telle astérisque sont déjà cités par HILLE S. (1982).

FIG. 3. — Variations mensuelles de quelques constituants sériques du loup, en fonction du parasitisme (de Mai 1981 à Mai 1982).

— En abscisse : temps en mois

— En ordonnée : Protéines (A) ; lipides totaux (B) ; glucose (C) ; triglycérides (D) ; cholestérol (E) ; urée (F) en g/l ; magnésium (G) ; phosphore (H) en mg/l.

● : poissons sains

■ : poissons parasités

↑ : différences entre les moyennes significatives à 95 % au test de Student

↑ : différences entre les moyennes significatives à 99 % au test de Student.

et al., 1977* ; Ceschia *et al.*, 1978* ; Léger *et al.*, 1979*) ; et $4,5 \pm 1,8$ g/l chez le loup d'élevage (Aldrin *et al.*, 1981).

Parmi nos lots de loups témoins, les valeurs que nous obtenons, concordent : $3,15 \pm 0,97$ g/l. On peut remarquer chez les individus parasités, que le taux de triglycérides est inférieur à celui correspondant aux témoins, tout au long de l'année et surtout en décembre. Il semble ainsi que le parasitisme peut avoir pour conséquence une diminution de la synthèse des triglycérides et une baisse de leur libération par le foie, libération qui constitue généralement le reflet de la mobilisation des réserves lipidiques.

- *Cholestérol* (fig. 3-e). Cet élément est considéré principalement comme un constituant de biomembranes (Harper, 1971*). Son taux fluctue entre 1,61 et 7,99 g/l chez *Salmo gairdneri* (Wedemeyer et Chatterton, 1970* ; Shimma *et al.*, 1981), entre 2,84 et 6,57 g/l chez *Anguilla anguilla* (Larsson et Lewander, 1973 ; Lewander *et al.*, 1974 † ; Martelly *et al.*, 1979), entre 1,34 et 3,62 g/l chez *Cyprinus carpio* (Ikeda, Ozaki, 1981), entre 0,94 et 3,9 g/l chez *Seriola quinqueradiata* (Sakaguchi, 1976), entre 0,86 et 1,98 g/l chez *Chrysophrys major* (Sakaguchi, Hamaguchi, 1981), entre 2,85 et 4,80 g/l chez *Morone saxatilis* (Courtois, 1975) et Aldrin *et al.* (1981) observent chez le loup : 2,9 à 4,1 g/l. Nous trouvons pour les loups témoins : $2,57 \pm 0,55$ g/l, ce qui correspond approximativement aux valeurs rencontrées chez d'autres espèces, mais qui sont plus faibles que celles observées chez le loup d'élevage par Aldrin (1981), et chez *Morone saxatilis* par Courtois (1975). Chez les poissons parasités, la figure 3-e nous permet une fois encore de noter l'influence de cet ectoparasitisme sur le métabolisme lipidique. Le taux de cholestérol, généralement altéré par de nombreux états physiologiques (Wedemeyer, 1972 ; Stogdale, 1981) ne constitue pas toutefois une valeur primaire de diagnostic, mais la diminution importante enregistrée chez les poissons parasités (significative à 99 % au test t de Student), à la période cruciale du parasitisme (août à novembre) peut être expliquée par une anémie importante.

- *Remarques complémentaires sur la lipémie en période printanière* (fig. 3, b-e). La reprise du comportement métabolique signalée précédemment (chap. III, a et b) se traduit par une augmentation de la lipémie totale et de la cholestérolémie, bien que relativement modérée.

3 — Glucose (fig. 3-c)

Ce constituant sérique, fréquemment déterminé dans les études métaboliques, présente des variations interspécifiques, et souvent intraspécifiques importantes. On peut noter chez *Morone saxatilis*, une fluctuation des valeurs entre 1,05 et 5,25 g/l (Courtois, 1975), ce qui est proche des variations que nous avons remarqué chez le loup témoin : $2,73 \pm 0,84$ g/l. Toutefois, Aldrin *et al.* (1981) relèvent des valeurs beaucoup plus faibles chez le loup d'élevage : $0,84 \pm 0,014$ g/l. Chez les animaux parasités (fig. 3-c) une hyperglycémie est apparue liée au parasitisme estival. Cette hausse est une caractéristique physiologique d'un état de stress négatif et constituerait une réponse adaptative permettant la survie des poissons dans certaines conditions extrêmes (Umminger, 1969 ; Leach et Taylor, 1977*).

4 — Urée (fig. 3-f)

Produit final du catabolisme protéique, les concentrations sériques de l'urée oscillent par exemple, chez *Salmo gairdneri* entre 0,19 et 0,96 g/l (Wedemeyer et Chatterton, 1970* ; Sano, 1960 † ; Giorgetti et Ceschia, 1977*) et chez *Cyprinus carpio* entre 0,17 et 0,67 g/l (Ikeda et Ozaki, 1981). Chez le loup témoin, nous avons relevé un taux de $0,23 \pm 0,04$ g/l, ce qui représente une valeur moyenne parmi celles rencontrées dans la littérature chez d'autres espèces. Mais pour les animaux parasités (fig. 3-f), le taux d'urée est significativement supérieur (95 % au test t de Student) en période estivale, et probablement lié à la diminution de la protéinémie (fig. 3-a) à la même période.

Inversement, en période printanière, l'hyperprotéinémie constatée lors de la reprise métabolique du loup parasité, est accompagnée d'une baisse du taux d'urée (fig. 3 a et f).

5 — Magnésium (fig. 3-g)

Chez les téléostéens, la concentration sérique de cet ion est relativement basse, et n'excède pas 300 mg/l (Fänge *et al.*, 1976 †).

On rencontre par exemple des taux de l'ordre de 228,2 à 288,8 mg/l chez *Carassius auratus* (Koss et Houston, 1981). Les valeurs observées chez *Exos lucius* fluctuent entre 31,6 et 58,3 mg/l (Soivio et Oikari, 1976) et sont proches de celles que nous avons obtenues sur les loups témoins : $47,87 \pm 7,93$ mg/l. L'examen de la figure 3-g montre que dans ce cas précis, l'influence du parasitisme sur la magnésémie est faible. Il semble toutefois qu'une inanition couplée à un ectoparasitisme en baisse (prévalence de 48,3 % en décembre) peut être suivie d'une hypermagnésémie chez le loup parasité (différence significative à 95 % en décembre, entre loups sains et parasités).

6 — Phosphore (fig. 3-h)

Cet ion inorganique est un élément essentiel chez le poisson, et il n'est pas étonnant de constater que la carence peut entraîner un retard de la croissance (Nakamura, 1981). On observe des valeurs comprises entre 73 et 116,6 mg/l chez *Anguilla anguilla* (Larsson et Lewander, 1973 ; Martelly *et al.*, 1979), 26,9 à 71,7 mg/l chez *Cyprinus carpio* (Ikeda et Ozaki, 1981) et entre 59 et 100 mg/l chez *Morone saxatilis* (Courtois, 1975). Les valeurs que nous avons relevé chez le loup témoin sont de $90,9 \pm 7,3$ mg/l. Chez les individus parasités (fig. 3-b), le taux de phosphore est significativement supérieur (95 %) durant le mois d'août.

d - Études hématologiques (tableaux II et III)

L'hématologie du poisson constitue un outil très précieux de l'ichthyopathologiste en tant qu'indicateur de la condition physiologique des stocks d'animaux en élevage. Elle peut contribuer à la mise en évidence de maladies et de parasites, de

TABLEAU II. — Quelques paramètres hématologiques des loups (*Dicentrarchus labrax* L.) sains et parasités.

		Nombre de glob. roug. (10 ⁶ /mm ³)	Héma- tocrite (%) (ml/100 ml)	Hémo- globine g/100 ml	VGM (μ ³)	CCMH (%)	TGMH (pg)
PÉRIODE ESTIVALE	Dicentrarchus labrax L. sains	4,13 ± 0,52 NS	47 ± 4 NS	9,3 ± 0,8 *	112,6 ± 11,1 NS	20,1 ± 1,4 *	22,7 ± 1,7 *
	Dicentrarchus labrax L. parasités	3,98 ± 0,63 NS	46 ± 6 NS	8,3 ± 1,4 *	115,5 ± 12,4 NS	18,3 ± 1,4 *	20,9 ± 1,5 *
	Observations	↘	↘	↘	↗	↘	↘
PÉRIODE PRINTA- NIÈRE	Dicentrarchus labrax L. sains	3,07 ± 0,42 *	31,7 ± 3,7 **	6,8 ± 1,1 NS	103,5 ± 5,8 NS	21,5 ± 2,1 NS	22,0 ± 1,3 NS
	Dicentrarchus labrax L. parasités	3,81 ± 0,33 *	42,1 ± 3,4 **	7,8 ± 0,8 NS	110,8 ± 5,1 NS	19 ± 1 NS	20,6 ± 0,6 NS
	Observations	↗	↗	↗	↗	↘	↘

Valeurs moyennes ± écart-type ($n - 1$) ; * différence entre les moyennes significative à 95 % au test de Student ; ** différence significative à 99 % ; NS : non significatif ; μ³ microncubes ; pg : picogrammes.

TABLEAU III. — Variations des formules leucocytaires des loups (*Dicentrarchus Labrax*) en fonction du parasitisme (mai 1981 à mai 1982).

	Lympho- cytes %	Progranu- cytes %	Granu- locytes neutro- philes %	Granu- locytes éosino- philes	Hémo- blastes %	Throm- bocytes Hors %
Loups sains $n = 45$	66,4 ± 15,4 NS	11,0 ± 12,4 NS	23,6 ± 15,2 NS	— NS	0,11 ± 0,38 NS	271,2 ± 149,5 NS
Loups parasités $n = 37$	63,8 ± 15,2 NS	8,1 ± 5,9 NS	28,0 ± 12,6 NS	0,27 ± 1,48 NS	0,05 ± 0,23 NS	255,6 ± 123,9 NS

Valeurs moyennes ± écart-type ($n - 1$) ; NS : différence entre les moyennes non significative au test t de Student.

stress dus à des changements de conditions environnementales, ainsi qu'à la mise en place d'aliments artificiels adéquats.

Nous avons effectué les tests hématologiques décrits au chapitre II-b sur des loups témoins, et sur des individus parasités par le cymothodien *Nerocila orbignyi*. Nous avons opéré à deux périodes différentes de l'année : durant la période estivale qui correspond à l'optimum parasitaire, et la période printanière où se situe une reprise du métabolisme du loup parasité, du fait de l'amélioration du comportement alimentaire et d'une baisse conjointe du parasitisme (la prévalence parasitaire passe de 98 % en été à 6-7% au printemps suivant).

1 — En période estivale

Chez les loups parasités, la diminution du taux d'hémoglobine (significative à 95 %) ainsi que les diminutions concomitantes de la CCMH et de la TGMH (significatives à 95 %) sont représentatives d'une anémie hypochrome. Celle-ci suggère l'existence d'une anomalie dans l'hémoglobonogénèse, généralement confirmée par une microcytose (Bernard *et al.*, 1973). Dans le cas qui nous intéresse, l'augmentation du VGM, des loups parasités, bien que significative statistiquement, dénote plutôt une tendance à la macrocytose. Il semble donc que les poissons parasités présentent par rapport aux témoins, des globules rouges plus volumineux et contenant moins d'hémoglobine.

2 — En période printanière (tableau II)

A l'inverse de la période estivale, on note une augmentation du nombre de globules rouges (hausse significative à 95 %) et parallèlement une augmentation de l'hématocrite (significative à 99 %), chez les individus parasités. Elles mettent en évidence l'existence d'une stimulation de l'érythropoïèse chez des poissons présentant un indice de parasitisme en baisse (prévalence de 6 à 7 %), et un coefficient de condition supérieur à celui des loups non infestés (cf. chap. III-a).

Nous avons également étudié les variations mensuelles des formules leucocytaires (tableau III). L'étude de frottis de sang et celle des organes hématopoïétiques (rate et rein) de *Dicentrarchus labrax* nous a permis de définir la nomenclature adoptée; nous avons ainsi, reconnu différents types cellulaires parmi lesquels : les lymphocytes, les granulocytes, les progranulocytes, les granulocytes éosinophiles, les hémoblastes et les thrombocytes (comptés hors pourcentage).

Les valeurs rencontrées, parmi d'autres téléostéens, sont relativement proches de celles observées chez les loups témoins, à l'exception des numérations de thrombocytes. Ainsi, chez *Micropterus salmoides*, on note $52,8 \pm 43,2$ % de lymphocytes, $7,1 \pm 3,1$ % de granulocytes et $39,1 \pm 28,1$ % de thrombocytes (ESCH et Hazen, 1980) ; chez *Trisopterus minutus capelanus*, on note $79 \pm 3,3$ % de lymphocytes, $0,4 \pm 0,2$ % de granulocytes éosinophiles, $7 \pm 5,5$ % de granulocytes neutrophiles, 11 ± 2 % d'hémoblastes et 5 ± 2 % de thrombocytes (Renaud, 1980) ; chez *Maena maena*, $81,4 \pm 4,7$ % de lymphocytes, $0,1 \pm 0,3$ % de granulocytes éosinophiles, $13,3 \pm 4,0$ % de granulocytes neutrophiles ; $3,7 \pm 1,1$ % d'hémoblastes et $14,0 \pm$

12,9 % de thrombocytes ; chez *Pagellus erythrinus* ; il y a $90,1 \pm 4,1$ % de lymphocytes, $0,1 \pm 0,3$ % de granulocytes éosinophiles, $6,6 \pm 2,4$ % de granulocytes neutrophiles, $2,1 \pm 1,5$ % d'hémoblastes et $7,3 \pm 1,5$ % de thrombocytes (Romestand, 1978).

Chez les loups parasités, bien que tous les tests de comparaison ne soient pas significatifs, les résultats (*tableau III*) permettent de noter :

- une tendance à la diminution du nombre de lymphocytes,
- une tendance à l'augmentation du nombre d'éosinophiles,
- une tendance à la diminution du nombre d'hémoblastes,
- une tendance à l'augmentation du nombre de granulocytes neutrophiles.

IV — Discussion

Dans les élevages aquacoles de la SCORSA, les fortes mortalités estivales observées chez les loups (*Dicentrarchus labrax*) sont dues à *Nerocila orbignyi*, parasite véhiculé par les poissons de la famille des mugilidae (Bragoni, Romestand, Trilles, sous-presse).

Les résultats exposés ci-dessus concernent l'étude écophysiologique de ces parasitoses et peuvent être scindés en deux groupes : certains concernent la période d'infestation maximale (août à novembre), d'autres la période d'infestation minimale ou décroissante (printemps).

- Dans le premier cas (infestation maximale), on peut noter :

- une nette décroissance du coefficient de condition Kc, du loup parasité. Un tel exemple de forte influence parasitaire d'un cymothoadien sur la condition des poissons hôtes a été déjà observé chez *Leuciscus waleckii* parasité par *Ichthyoxenos (Livoneca) amurensis* (Krykhtin, 1951) ;
- une diminution pondérale significative des poissons parasités, surtout chez ceux dont la taille est inférieure à 22 cm, et le poids inférieur à 70 g (d'un âge compris entre 13 et 15 mois). Ces résultats diffèrent de ceux de Romestand B. (1978) qui n'avait pas observé une action nette du parasitisme sur *Maena maena*, *Pagellus erythrinus* et *Boops boops*, mais plutôt un retard de croissance. Nos résultats diffèrent également de ceux de Sommerville (1981) qui étudiant l'influence d'un helminthe sur le tilapia en élevage, ne relève aucun effet sur la croissance ;
- une hypoprotéinémie significative et corrélée à une hausse du taux d'urée. Une réduction analogue de la protéinémie a déjà été observée chez *Anguilla anguilla* (Dave *et al.*, 1975), chez *Salmo gairdneri* (Kawatsu, 1974*), chez *Seriola quinqueradiata* (Sakaguchi, 1976) et chez *Chrysophrys major* (Sakaguchi *et al.*, 1981) mais uniquement sous l'effet de l'inanition. Par contre, elle a aussi été mise en évidence chez *Salmo gairdneri* lors d'une infection du sang par le parasite *Cryptobia* (Lowe-Jinde, 1979*) ainsi qu'au cours d'une infection mixte *Aeromonas-streptococcus* (Barham *et al.*, 1979). L'évolution de la corynébactériose chez *Oncorhynchus kisutch* provoque également une baisse de la protéinémie totale (Aldrin *et al.*, 1981). Chez les loups

TABLEAU IV.

MOIS	Protéines g/l		Lipides g/l		Triglycérides g/l		Cholestérol g/l		Glucose g/l		Urée g/l		Magnésium mg/l		Phosphore mg/l	
	Dlo	Dlp	Dlo	Dlp	Dlo	Dlp	Dlo	Dlp	Dlo	Dlp	Dlo	Dlp	Dlo	Dlp	Dlo	Dlp
Mars-Avril 1981	32,7 ±7,8	40,6 ±2,4	10,6 ±0,7	11,1 ±0,4	3,5 ±0,2	3,7 ±1,2	3,4 ±0,4	3,1 ±0,5	2,8 ±1,3	2,2 ±0,5	0,23 ±0,02	0,23 ±0,03	48,5 ±5,5	51,0 ±7,6	114,5 ±7,8	109,0 ±9,2
Mai	54,8 ±4,8	-	16,7 ±5,9	-	3,4 ±1,0	-	1,9 ±0,2	-	2,3 ±0,3	-	0,29 ±0,02	-	62,1 ±4,4	-	77,7 ±12,1	-
Août	61,9 ±11,8	45,8 ±9,5	22,2 ±5,3	14,3 ±6,8	2,8 ±1,0	1,9 ±1,0	2,9 ±0,4	1,7 ±0,2	2,5 ±0,5	2,5 ±0,8	0,28 ±0,02	0,31 ±0,01	55,1 ±7,1	53,5 ±4,5	85,3 ±6,2	113,1 ±12,6
Octobre	61,3 ±12,8	59,0 ±3,0	18,0 ±5,0	9,9 ±2,0	2,8 ±0,4	2,6 ±0,4	2,3 ±0,3	1,8 ±0,2	3,0 ±0,5	3,7 ±0,6	0,25 ±0,02	0,24 ±0,04	60,4 ±3,8	58,4 ±4,8	92,6 ±12,7	86,0 ±8,8
Novembre	59,3 ±6,3	61,2 ±2,1	25,0 ±4,2	14,8 ±2,7	5,2 ±1,1	4,4 ±0,3	2,6 ±0,3	2,1 ±0,4	2,2 ±0,3	2,9 ±0,8	0,20 ±0,03	0,17 ±0,02	46,1 ±2,8	47,2 ±1,3	97,8 ±27,6	94,5 ±3,2
Décembre	51,4 ±10,7	50,0 ±5,7	17,8 ±5,0	14,8 ±3,3	1,1 ±1,5	2,9 ±0,5	2,5 ±0,5	2,1 ±0,7	3,0 ±0,5	2,7 ±1,2	0,18 ±0,01	0,19 ±0,02	47,7 ±0,8	43,2 ±3,6	115,4 ±21,1	103,1 ±12,8
Janvier 1982	50,2 ±13,4	35,3 ±5,6	20,9 ±3,3	18,6 ±0,7	2,8 ±0,3	2,6 ±0,3	2,6 ±0,4	2,4 ±0,3	3,0 ±0,3	3,1 ±0,3	0,20 ±0,01	0,23 ±0,02	44,2 ±2,5	44,5 ±1,4	92,9 ±11,1	87,6 ±11,6
Février	58,4 ±9,0	57,6 ±4,9	21,6 ±6,0	16,9 ±1,5	2,7 ±0,7	2,4 ±0,1	3,0 ±0,1	2,7 ±0,4	2,7 ±0,7	2,9 ±0,9	0,24 ±0,01	0,23 ±0,02	43,6 ±0,2	44,0 ±2,4	93,5 ±8,3	89,6 ±12,3
Mars	59,4 ±8,9	57,7 ±2,0	20,3 ±7,9	22,2 ±4,8	2,7 ±0,7	2,5 ±0,2	2,8 ±0,4	2,9 ±0,4	3,0 ±0,3	3,2 ±0,2	0,23 ±0,01	0,23 ±0,02	41,5 ±5,7	40,0 ±4,2	82,4 ±2,0	79,7 ±6,8
Avril	62,9 ±7,0	60,2 ±4,6	13,3 ±2,7	14,1 ±3,7	2,5 ±0,9	1,5 ±0,3	2,3 ±0,3	2,3 ±0,4	2,1 ±0,4	3,9 ±1,0	0,22 ±0,01	0,20 ±0,01	41,8 ±4,3	45,5 ±2,6	66,8 ±9,6	83,0 ±7,7
Mai	58,2 ±2,9	55,3 ±3,9	20,7 ±3,3	15,3 ±2,8	2,8 ±0,3	2,7 ±0,3	2,2 ±0,2	2,1 ±0,3	3,9 ±0,8	1,2 ±0,5	0,27 ±0,01	0,28 ±0,01	44,0 ±1,2	46,3 ±1,3	89,9 ±8,1	83,6 ±16,1

Moyennes ± écart-type (n-1); * : Différence entre les moyennes significative à 95% au test de Student; ** : Significative à 99% ;

NS: Non significative; Dlo: Loup témoin; Dlp: Loup parasité

parasités, elle est en relation avec la perte de poids et de condition, et elle est accompagnée d'une hausse de taux d'urée ;

— une hypocholestérolémie jointe à une diminution des lipides totaux et des triglycérides sériques. Une telle diminution de la lipémie totale a été déjà constatée chez *Boops boops* et *Maena maena* parasitées par des cymothoadiens (Romestand, 1978). Quant à la diminution des triglycérides, elle a été observée lors de la corynébactériose du saumon coho jointe à une hypocholestérolémie (Aldrin *et al.*, 1981). Toutefois, la baisse de triglycérides, accentuée par l'inanition a été également relevée chez *Seriola quinqueradiata* (Sakaguchi, 1976) et chez *Chrysophrys major* (Sakaguchi *et al.*, 1981). Il faut aussi remarquer que l'inanition déclenche un accroissement des triglycérides chez *Salmo gairdneri* (Bilinski et Gardner, 1968* ; Robinson et Mead, 1973* ; Shimma *et al.*, 1976) ainsi que chez la plupart des mammifères ;

— une hyperglycémie non significative sur le plan statistique, ce qui rejoint les résultats de Romestand (1978) concernant *Boops boops*, *Maena maena* et *Pagellus erythrinus*. Nous pouvons également mentionner l'hyperglycémie observée chez la truite à la suite de l'infestation par un virus provoquant une septicémie hémorragique (Haider, 1969*). A l'inverse, une hypoglycémie a été observée chez *Oncorhynchus kisutch* atteint de corynébactériose (Aldrin *et al.*, 1981) ;

— une hypermagnésiémie alors que Romestand (1978) avait observé une hypomagnésiémie significative chez les poissons étudiés, parasités par les cymothoadiens. Il faut savoir que l'ion magnesium est généralement considéré comme un narcotique chez les vertébrés (Robertson, 1954 †). L'hypermagnésiémie, constatée chez les individus parasités trahirait donc, un effort de l'organisme contre toute forme de stress ;

— une hyperphosphorémie des loups parasités qui indiquerait une hydrolyse de l'ATP intraglobulaire. Mais la complexité et la versatilité du métabolisme phosphoreux rendent délicates toute interprétation d'altérations du métabolisme par le parasitisme à cymothoadien. A titre de référence, Amend et Smith (1975*) avaient observé une décroissance de la phosphorémie sérique lors d'une nécrose hématopoïétique infectieuse de *Salmo gairdneri* ;

— une tendance à une anémie érythrocytaire hypochrome et macrocytaire, comme celle qui a été observée chez le rat, infesté par *Fasciola hepatica* (Spengler et Isseroff, 1981). Romestand (1978), étudiant l'influence de cymothoadiens sur l'hématologie de certains poissons observa une diminution du nombre d'érythrocytes circulant, mais sans modification de leur taille. Renaud (1980) étudiant le parasitisme d'un copépode *Lernaecocera sp.* sur le capelan, obtint des résultats en tous points similaires aux nôtres. D'après cet auteur, l'augmentation du volume globulaire moyen (VGM) compenserait, en partie, la perte des érythrocytes ingérés par le copépode parasite. Une anémie macrocytaire a également été notée chez *Salvelinus fontinalis* à la suite d'une inanition prolongée (Kawatsu, 1969) ;

— une augmentation des granulocytes éosinophiles circulants, périphériques, qui témoigne de l'existence de réactions inflammatoires chez les poissons parasités ; une hausse des granulocytes neutrophiles caractéristique d'une réaction spécifique à toute

une série de stimuli de stress chez les poissons (comme chez les mammifères) ; et une baisse du nombre de lymphocytes. Des résultats identiques ont été relevés sur *Maena maena* et *Pagellus eysrinus* parasités par des cymothoadiens (Romestand, 1978), sur *Trisopterus minutus capelanus* parasité par des copépodes hématophages (Renaud, 1980), ainsi que chez *Micropterus salmoides*, lors d'un accroissement du stress par choc thermique (Esch et Hazen, 1980).

• Dans le second cas (infestation minimale), on remarque surtout une nette supériorité de la condition des loups parasités associés à une amélioration des caractéristiques biométriques (Taille et Poids). Les variations sont corroborées par :

- une augmentation de la protéinémie, de la lipémie et de la cholestérolémie ; corrélativement à une baisse du taux d'urée ;
- une stimulation de l'érythropoïèse.

L'influence de la reproduction qui, chez le loup, se situe pendant les mois d'hiver, ne doit pas être négligée. Les effets qui en découlent, peuvent se superposer à ceux correspondant à l'inanition et au parasitisme. Toutefois, les conditions expérimentales retenues ont permis de dégager parmi les variations de tous ces constituants sériques, celles qui ne paraissent dues qu'au parasitisme.

En conséquence, les diverses études (biométrie, coefficient de condition, paramètres hématologiques et biochimiques) et les résultats correspondants témoignent de la complexité des réactions développées par les poissons, et dont certaines au moins rentrent dans le cadre d'une « stratégie adaptative » (Hochachka et Somero, 1971). Mais dans le cas d'un parasitisme par un cymothoadien hématophage, il est important de rappeler l'action synergique avec des conditions climatiques parfois rigoureuses.

BIBLIOGRAPHIE

- ALDRIN J. F., MESSENGER J. L., BAUDIN LAURENCIN F. : La Biochimie clinique en aquaculture. Intérêt et perspectives, *Rapport du G.A.B.J.M.*, Brest, 1981, 29 p.
- BARHAM W. T., SCHOONBEE H. J., SMIT E. L. : The Occurrence of aeromonas and streptococcus in rainbow trout, *Salmo gairdneri* R. J. *Fish biol.*, 1979, 15, 457.
- BERNARD J. et al. : Abrégé d'hématologie. Masson (Paris), 1978, 231 p.
- BRAGONI G. : Étude sur les parasitoses à cymothoidae du loup *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) en aquaculture : le modèle de l'étang de Diana (Corse). *Rapport de stage D.E.A.*, U.S.T.L. Montpellier, 1981, 31 p.
- BRAGONI G., ROMESTAND B., TRILLES J. P. : Parasitoses à cymothoadien chez le loup (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) en élevage. I. Écologie parasitaire dans le cas de l'étang de Diana (Corse) (Crustacea). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* (sous-presse).
- COURTOIS L. A. : Blood and serum analyses of adult striped bass, *Morone saxatilis* captured in the sacramento river. *Calif. fish game*, 1975, 61, 245-246.
- DAVE et al. : Metabolic and hematological effects of starvation in the european eel *Anguilla anguilla* L. I. Carbohydrate, Lipid, protein and inorganic ion metabolism. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1975, 52A, 423-430.
- DOGIEL V. A. et al. : Parasitology of fishes. Traduction anglaise KABATA Z., *TFH publications Inc.*, 1958, 384 p.
- DOLLIN B. E. : Haematology estimation by means of the compur system compared with methods in standard use. *J. Small. Anim. Pract.*, 1981, 22, 623-628.
- ESCH W., HAZEN T. L. : Stress and body condition in a population of largemouth bass : implications for red-sore disease. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 1980, 109, 532-536.
- GABE M. : Techniques histologiques. Masson (Paris), 1968, 113 p.
- HALSBAND E. : Die auswirkung von hohen salzfrachten aus der DDR auf das physiologische verhalten und das blutbild der fische der oberen Weser ? *Veröff. Inst. Küst. Binnenfisch.*, Hamburg, 1979, 65, 1-61.

- HALSBAND E., PROCHNOW F. : Untersuchungen über die Wirkung von Cadmium auf das Blutbild, die Leitfähigkeit und das Skelettsystem von Forellen. *Veröff. Inst. Küst. Binnenfisch. Hamburg*, 1980, 73, 1-28.
- HILLE S. : A literature review of the blood chemistry of rainbow trout, *Salmo Gairdneri*, Rich. *J. Fish Biol.*, 1982, 20, 535.
- HOCHACHKA P. W., SOMERO G. N. : Biochemical adaptation to the environment. Fish pathology. W. S. Hoar et D. J. Randall (eds), 6, 99 ; *Academic Press*, New York, 1971.
- HUNTER G. W. III, HUNTER W. S. (1938). In : SOMMERVILLE C. (1983).
- IKEDA Y., OZAKI H. : Changes of various serum constituent levels by hemolysis in Carp. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, 1981, 47, 1647.
- KAWATSU H. : Studies on the anemia of fish. I. An example of macrocytic anemia found in brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *Bull. Freshwat. Fish. Res. Lab. Tokyo*, 1969, 19, 161-167.
- KOSS T. F., HOUSTON A. H. : Hemoglobin levels and red cell ionic composition in golf fish (*Carassius auratus*) exposed to constant and diurnally cycling temperatures. *Can. J. Fisheries Aquat. sci.*, 1981, 38, 1182-1188.
- KRYKHTIN (1951) : in DOGIEL V. A. (1958).
- LESSERRE G. : Dynamique des populations ichthyologiques lagunaires. Application à *Sparus aurata* L. Thèse d'État. U.S.T.L. Montpellier, 1976, 306 p.
- LARSSON, LEWANDER : Metabolic effects of starvation in the eel : *Anguilla anguilla* L. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1973, 44A, 367-374.
- MARTELY, E. et al. : Modifications métaboliques observées au cours de la maturation provoquée d'*Anguilla anguilla* L. *Rapp. P.V. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 1979, 174, 84-90.
- NAKAMURA Y. : Effects of dietary phosphorus and calcium contents on the absorption of phosphorus in the digestive tract of carp. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 1982, 48, 409.
- RENAUD F. : Contribution à l'étude écophysiologique des parasites (exclus protozoaires) de *Boops boops* (Linnaeus, 1758) Teleostéen. Sparidae et *Trisopterus minutus capelanus* (Lacépède, 1800) Téléostéen, Gadidae. Thèse 3^e cycle. U.S.T.L. Montpellier, 1980, 150 p.
- ROMESTAND B. : Étude écophysiologique des parasitoses à cymothoidae. Thèse d'État, U.S.T.L. Montpellier, 1978, 1-284.
- SAKAGUCHI H. : Changes of biochemical components in serum, hepatopancreas and muscle of yellow tail starvation. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 1976, 42, 1267-1272.
- SAKAGUCHI H., HAMAGUCHI A. : Effects of temperature on the chemical constituents in serum, hepatopancreas and other viscera of cultured red sea bream during starvation. *Bull. Jap. Soc. Scient. fish.*, 1981, 47, 27-33.
- SCHWARTZ D., LAZAR P. : Éléments de statistique. *Flammarion*, Paris, 1964, 144 p.
- SHIMMA Y. et al. : Effects of starvation on body weight, lipid content and plasma constituents of maturing rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 1976, 42, 83-89.
- SHIMMA Y. et al. : Plasma constituents of matured rainbow trout, raised with fish meal and SCP combined feeds. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 1981, 47, 371.
- SOIVIO A., OIKARI A. : Haematological effects of stress on a teleost *Esox lucius* L. *J. Fish Biol.*, 1976, 8, 397-411.
- SOMMERVILLE C. : The pathology of *Haplochromis pumilio* (Loss, 1896) infections in cultured tilapias. *J. Fish dis.*, 1982, 5, 243-250.
- SPENGLER R. N., ISSEROFF H. : Fasciolosis : Is the anemia caused by hematophagia ? *J. Parasitol.*, 1981, 67, 886.
- STOGDALE L. : Correlation of changes in blood chemistry with pathological changes in the animal's body. I. Serum nutrients and proteins. *J. S. Afr. Vet. Med. Ass.*, 1981, 52, 57-63. II. Electrolytes, kidney function tests, serum enzymes and liver function tests. *J. S. Afr. Vet. Med. Ass.*, 1981, 52, 155-164.
- UMMINGER B. L. : Physiological studies on supercooled killifish *Fundulus heteroclitus*. II. Serum organic constituents and the problem of supercooling. *J. Exp. Zool.*, 1969, 172, 409-424.
- WATANABE T. et al. : Influence of SCP feed on lipid contents and fatty acid composition of rainbow trout. *Bull. Fresh. Fisheries Res. Lab.*, 1978, 28, 37-46.
- WEDEMAYER G., CHATTERTON K. (1970) : in HILLE S. (1982).
- WEDEMAYER G. : Some physiological consequences of handling stress in the juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead trout (*S. gairdneri*). *J. Fish Res. Bd. Can.*, 1972, 29, 1780-1783.