

BIOLOGIE DU COPÉPODE *LERNAEENICUS SPRATTAE* (SOWERBY, 1806) ET SES ACTIONS PATHOGÈNES SUR LES POPULATIONS DE SARDINES DES CÔTES DU LANGUEDOC-ROUSSILLON

Salwa EL GHARBI, Viviane ROUSSET et André RAIBAUT

Laboratoire d'Ichthyologie et de Parasitologie générale
Université des Sciences et Techniques du Languedoc
F-34060 Montpellier Cedex.

Abstract

BIOLOGY OF *LERNAEENICUS SPRATTAE* (SOWERBY, 1806) AND ITS PATHOGENIC EFFECTS ON PILCHARD POPULATIONS FROM THE COASTS OF LANGUEDOC-ROUSSILLON (FRENCH MEDITERRANEAN).

Lernaenicus sprattae, a blood feeding copepod parasite of the pilchard, *Sardina pilchardus*. The larval stages of *L. sprattae* attach to the skin or the fins of the larval fish when the fish enter the lagoons. The mature and in some cases ovigerous females of *L. sprattae* seek out the base of the fins or directly implant in the eye of juvenile or adult pilchards. The copepod has a particularly serious effect at the site of infection ; its feeding has a severe effect on the fish. The pilchard returns to its breeding grounds in the open sea at the end of summer ; this migration allows the copepod to complete its reproductive cycle and a new cycle of infestation is able to begin.

Résumé

Lernaenicus sprattae, copépode hématophage, parasite la sardine *Sardina pilchardus*. Les stades larvaires du copépode s'implantent superficiellement sur le tégument ou les nageoires des alevins qui entrent dans les étangs. Les femelles adultes et parfois ovifères recherchent préférentiellement la base des nageoires ou une implantation directe dans l'œil des juvéniles ou des sardines adultes. L'impact du copépode est particulièrement sérieux au niveau des cibles ; sa nutrition affecte gravement le poisson. La sardine rejoint les aires de pontes en pleine mer à la fin de l'été ; cette migration permet au copépode d'assurer sa propre reproduction et un nouveau cycle infestant peut démarrer.

Introduction.

Au cours de la dernière décennie, sur la façade méditerranéenne française, les pêches à la sardine ont fortement régressé. Ce pélagique constitue cependant l'essentiel des prises des lamparos l'été de Gruissan à Port-Vendres. *Sardina pilchardus* héberge en Méditerranée différents copépodes parasites : — *Pero-derma cylindricum* (HELLER, 1868) que nous n'avons pas trouvé en Languedoc-Roussillon bien que signalé par de nombreux auteurs depuis le début du siècle dans les bassins occidental et oriental de la Méditerranée (in LARRANETA, 1957) ; ses effets pathogènes sur la gonade ont vivement intéressé KTARI *et al.* (1980) ; — *Nothobomolochus cornutus* (CLAUS, 1864) dont la présence ne semble avoir aucune incidence sur la physiologie du poisson ; — *Lernaenicus sprattae* (Sowerby, 1806) enfin, qui affecte profondément les sardines parasitées au niveau de l'œil et/ou du tégument. La sphère comportementale est perturbée, de plus l'hématophagie du copépode contribue à affaiblir le poisson. L'impact du parasite est certainement sous estimé au niveau des populations de sardines (alevins ou individus adultes) ; nous avons tenté dans ce travail d'en évaluer les effets.

Matériel et techniques d'étude.

Le poisson.

La sardine est considérée dans le golfe du Lion comme espèce sédentaire. Tenant compte à la fois de ce comportement particulier ainsi que de différences hématologiques et biométriques, certains auteurs (REGAN, 1916 ; LEE, 1961) estiment que la sardine méditerranéenne représente une sous-espèce de la sardine atlantique *Sardina pilchardus*. En Méditerranée septentrionale elle effectue cependant, au moment de la reproduction, des migrations de faible amplitude pour fuir des eaux trop chaudes et dessalées. Il existe selon BOUTIÈRE *et al.* (1974) deux aires de ponte, une qui s'étend du cap Creus au cap Leucate, l'autre plus vaste au large de Sète. De février à mai débute la migration des jeunes vers le littoral accompagnée de celle de spécimens de 1 à 2 ans en quête d'une nourriture plus abondante. Le retour en pleine mer dès l'automne est régi par des processus physiologiques ; les sardines quittent alors les étangs par vagues successives.

Les sardines adultes sont récoltées dans les apports des chalutiers de Sète, du Grau-du-Roi et de Port-Vendres ; les alevins sont pêchés au niveau des graus des étangs de Mauguio, de Pierre Blanche et de Salses-Leucate grâce à des pièges à alevins ou directement dans les étangs à la capêche.

Nous avons examiné 6 000 sardines et mené parallèlement l'étude histologique et hématologique de spécimens sains et parasités en tenant compte à la fois du sexe du poisson, de son état physiologique et de son âge. Les prélèvements sanguins sont pratiqués par ponction intra-cardiaque sur la sardine vivante ; des frottis sanguins de contrôle sont effectués en même temps. Les constantes érythrocytaires sont déterminées au microphotomètre COMPUR (ROMESTAND *et al.*, 1983) et vérifiées manuellement à l'hématimètre de Malassez. Nous avons pu ainsi caractériser le type d'anémie qui affecte la sardine.

Le copépode.

A deux étapes de sa vie, *Lernaeenicus sprattae*, se fixe sur la sardine. Les stades larvaires sont accrochés superficiellement sur les alevins, les femelles adultes (taille moyenne 15 à 20 mm) sont profondément enfoncées dans l'hôte. Les copépodes sont prélevés à la pince et transitent comme les tissus et organes cibles dans les liquides fixateurs.

Pour la microscopie photonique, nous avons employé des fixateurs classiques (Halmi, Bouin, Buck = variante du Carnoy). Nous avons diversifié les colorations : trichrome de Masson, hématoxyline de Groat et de Harrys ; les meilleurs résultats sont obtenus après différenciation des colorations de Cleveland et Wolf et de l'azan de Heidenhain.

Résultats.

Lernaeenicus sprattae appartient à la famille des *Pennellidae* qui regroupe des copépodes parasites de poissons ; tous les copépodes de cette famille, dont le développement larvaire est connu, ont un cycle dixène. Dans le cas présent, les 2 hôtes appartiennent à la même espèce *Sardina pilchardus*, l'alevin représente l'hôte intermédiaire, la sardine juvénile ou mature l'hôte définitif.

Stades fixés de *Lernaeenicus sprattae*.

Les stades larvaires ont été obtenus expérimentalement pour les 3 premiers stades et à partir du matériel récolté (plancton et apport des pêches côtières) pour le reste du cycle. Un rappel rapide du cycle biologique nous permettra de mieux comprendre comment se déroule l'infestation. Le nombre des stades que nous avons observé chez la sardine est identique à celui fourni par SCHRAM (1979) pour le sprat. Deux phases libres alternent avec deux phases fixées (fig. 1). Nous avons tout d'abord une première phase libre avec 2 stades nauplius et un stade copépodite infestant, puis 4 stades chalimus hébergés par l'alevin. Après la dernière mue, le mâle mature féconde la femelle avant de quitter tous deux l'hôte intermédiaire. La deuxième phase libre montre des adultes mâle et femelle ; au cours de cette étape il y a disparition des mâles. Les femelles fécondées vont effectuer leur métamorphose implantées sur des sardines juvéniles ou adultes ; c'est cette deuxième phase fixée qui retiendra surtout notre attention.

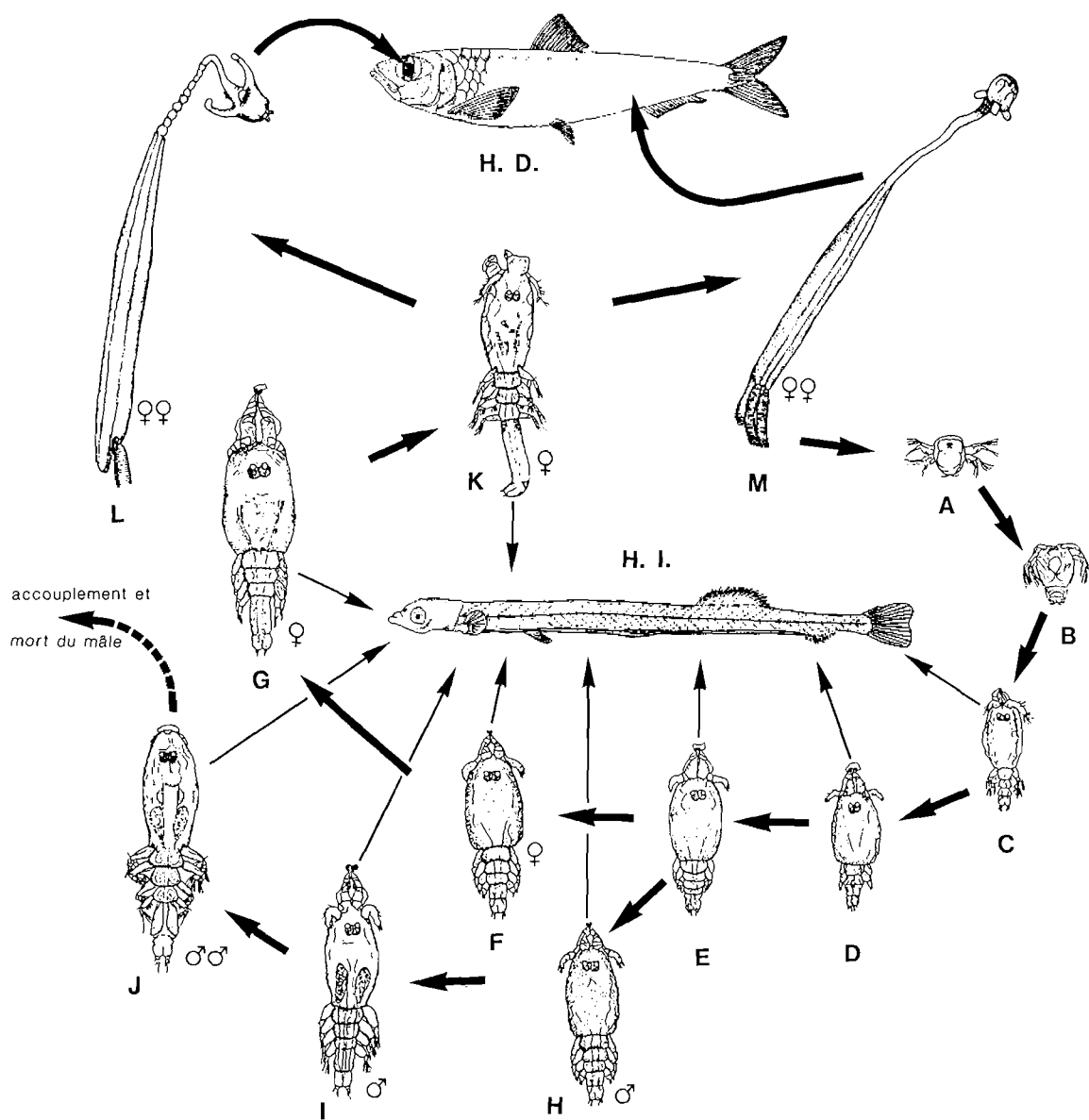


FIG. 1. — Cycle évolutif de *Lernaenicus sprattae* dans la région du Languedoc. A et B : nauplius I et II, libres — C : copépode libre infestant qui se fixe sur un alevin de sardine, hôte intermédiaire (H.I.) — D et E : chalimus I et II — F et G : chalimus III et IV, femelles — H et I : chalimus III et IV, mâles — J : mâle adulte qui s'accouple sur l'hôte intermédiaire avec la femelle en prémetamorphose (K) puis meurt — K : femelle en prémetamorphose qui, après avoir été fécondée, quitte l'hôte intermédiaire pour se fixer sur une sardine adulte, hôte définitif (H.D.) et se développer en un adulte, soit au niveau de l'œil (L) soit au niveau des masses musculaires (M).

Schematic representation illustrating the development of *L. sprattae* in the Languedocian region.

A and B : free swimming stages nauplius I and II ; C : the infesting swimming copepod is fixing on a pilchard larva seen as intermediate host (H.I.) ; D and E : male chalimus III and IV ; J : mature male who copulates before dying with a premetamorphosis female attached on the intermediate host ; K : premetamorphosis impregnated female who penetrates into the eye or into the muscular layer of the final host (= an adult pilchard) and turns into an adult copepod.

Caractéristiques et emplacement des stades larvaires sur l'alevin.

Les stades larvaires se fixent sur les alevins qui quittent les aires de ponte et entrent dans les étangs au printemps. Au grau de Salses-Leucate, 60 % des individus étaient parasités en mai 1983. Au cours de cette première phase fixée, le jeune *Lernaeenicus* poursuit sa croissance lors des différentes mues ; il acquiert de plus la troisième et la quatrième paire de pattes thoraciques et sa différenciation sexuelle se manifeste au niveau structural. Les stades chalimus s'implantent préférentiellement (70 %) à la base de la nageoire pectorale (fig. 2), mais l'implantation directe des antennes sur le tégument mou encore dépourvu d'écaillés est, à ce stade-là, relativement aisée. Les stades larvaires doivent nécessairement trouver sur le poisson les substances nutritives permettant leur alimentation ; le prélèvement s'effectue au voisinage du point d'ancrage.

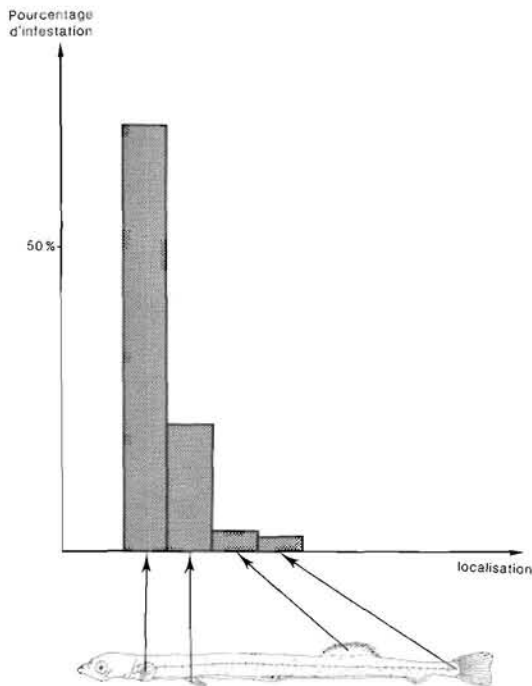


FIG. 2. — Localisation des stades larvaires sur l'alevin.
Diagram depicting the site of *Lernaeenicus* larval stages on fish larvae.

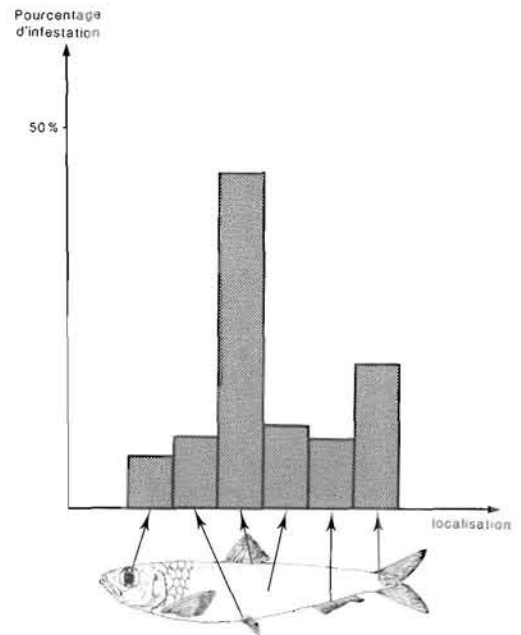


FIG. 3. — Localisation des femelles adultes sur la sardine.
Diagram depicting the site of *Lernaeenicus* mature females on pilchards.

Caractéristiques et emplacement des femelles fécondées sur la sardine.

La fixation des femelles fécondées (et le plus souvent ovifères) de *Lernaeenicus sprattae*, comme celle des autres représentants de Pennellidae, illustre bien la définition du mésoparasitisme. Seule la région antérieure du copépode est en contact avec les organes internes de l'hôte, la région postérieure et les sacs ovigères demeurant à l'extérieur. Chez toutes ces femelles le choix du site d'implantation est souvent fonction de la proximité d'un vaisseau sanguin quel que soit l'organe, la structure ou le tissu cible. Ce choix est fondamentalement lié à l'hématophagie du parasite.

Plus de 40 % des femelles de *Lernaeenicus sprattae* se fixent à la base de la nageoire dorsale (fig. 3 et pl. I-8), 7 % environ s'implantent directement dans l'œil, le reste se répartissant au niveau des autres nageoires de la sardine.

Nous avons noté la présence de deux types de femelles ovigères fixées sur la sardine ; leur morphologie varie selon le point d'implantation sur l'hôte. La différence entre eux tient à l'aspect de la région antérieure du copépode. Au céphalothorax d'aspect globuleux et armé de processus digitiformes de fixation, fait suite

un cou lisse pour les spécimens ancrés dans les masses musculaires et moniliformes pour les individus implantés dans l'œil ; nous n'avons jamais observé jusqu'ici d'individu à cou lisse pénétrant cet organe. S'agit-il de deux espèces distinctes de *Lernaeenicus* parasitant la sardine (KABATA, 1979) ou de deux phénotypes d'une même espèce ne différant que par la morphologie du cou ? (EL GHARBI, 1984). La coexistence des deux morphes sur un même hôte, la sardine, soulève une intéressante controverse taxonomique que nous ne souhaitons pas développer ici.

L'infestation expérimentale et le suivi des formes larvaires apporteraient la seule preuve irréfutable, mais l'expérimentation est actuellement irréalisable avec les Clupeidae qui supportent mal la captivité.

Nous comptons fournir d'autres arguments pour étayer notre hypothèse, statistiques d'abord pour affiner les résultats obtenus jusqu'ici, biogéographiques en examinant des sardines de divers secteurs atlanto-méditerranéens et surtout électrophorétiques en utilisant la technique de caractérisation de certaines isoenzymes dont les résultats très fiables ont déjà permis de différencier d'autres espèces animales, des helminthes parasites de poissons par exemple (RENAUD *et al.*, 1983).

Les actions pathogènes.

La fixation de *Lernaeenicus sprattae* s'effectue, comme nous l'avons vu, directement sur le corps de la sardine, à la base des nageoires ou encore au niveau de l'œil (pl. I-9). Le choix du site dépend d'abord de la texture des tissus à pénétrer ; c'est ensuite les besoins nutritionnels du copépode qui sont à l'origine de son enfoncement et des dégâts occasionnés à l'organisme parasité.

Actions au niveau de la paroi du corps.

Qu'il s'agisse de stades larvaires de *Lernaeenicus* ou de femelles adultes, les symptômes provoqués sont semblables, seule leur amplitude varie. L'implantation crée une légère dépression à la surface du corps (pl. I-5) ; chez l'alevin, la déformation occasionne une asymétrie des myotomes (pl. I-4 et 7) qui se répercute vraisemblablement sur la locomotion du poisson. Les tissus traversés sont désorganisés et/ou lysés. Autour du point de pénétration du parasite, apparaît et persiste un œdème suppuré. Une implantation plus profonde dans les couches musculaires sous-jacentes perturbe gravement l'architecture du territoire. Les faisceaux musculaires sont désorganisés, l'enveloppe conjonctive disparaît et le diamètre des faisceaux diminue progressivement ; ils finissent d'ailleurs par disparaître. Nous pensons que les tissus lysés sont ingérés tout comme les cellules sanguines par le parasite. Le copépode peut même atteindre le squelette du poisson ; dans ce cas, il pénètre jusqu'au niveau des vaisseaux périvertébraux et il déforme parfois les vertèbres. Nous n'avons observé ce degré d'enfoncement que chez l'alevin, au niveau d'une nageoire pectorale, où le tissu de soutien cartilagineux est mis à nu par l'activité spoliatrice du copépode (pl. I-6).

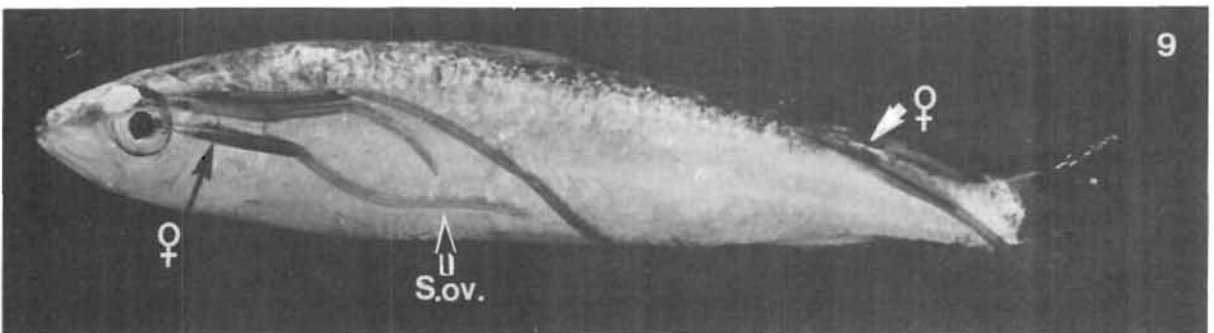
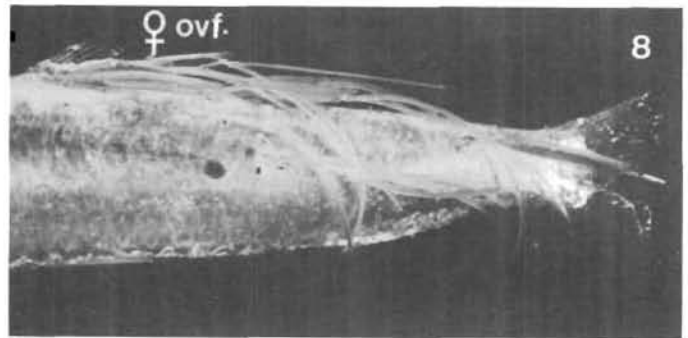
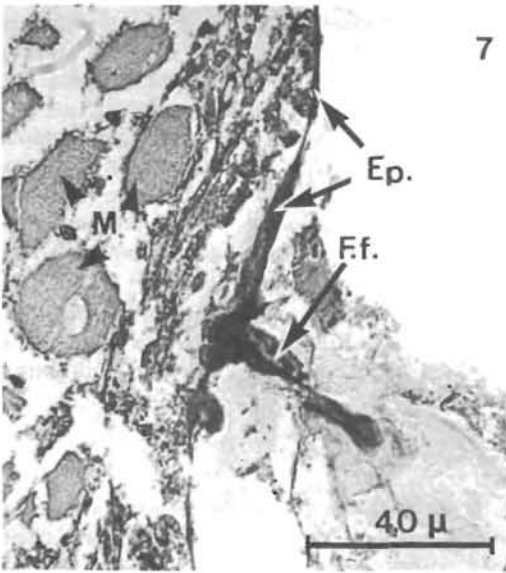
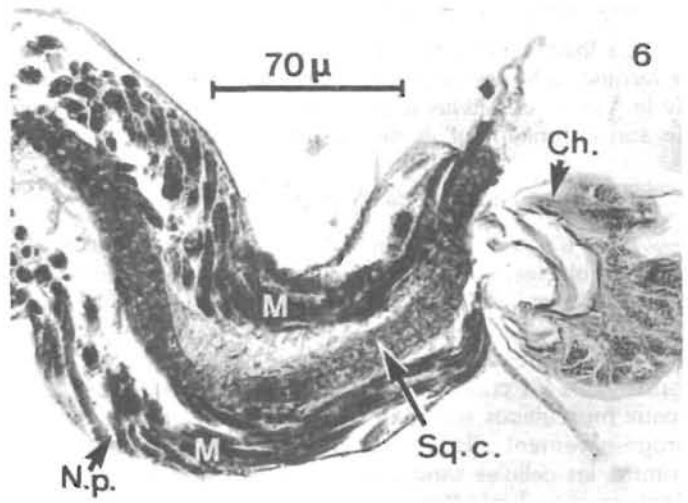
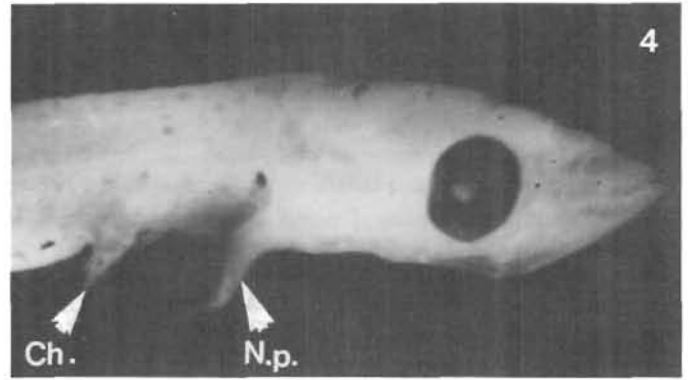
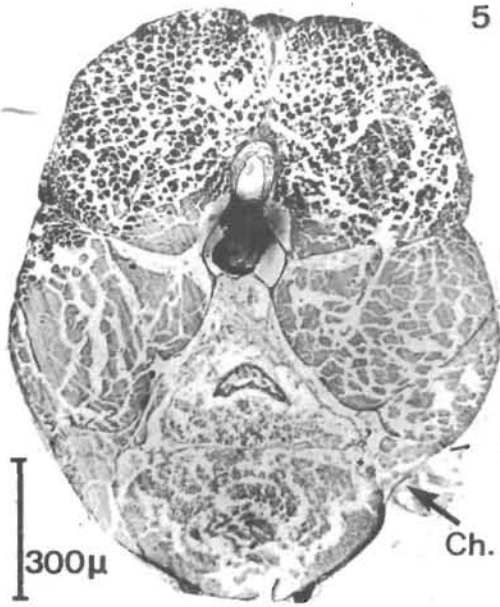
La région céphalique de *Lernaeenicus*, durant sa pénétration du corps de la sardine, est entourée d'une gaine réactionnelle fibro-conjonctive. Cette région cependant est trop importante pour être phagocytée et la réaction inflammatoire, exacerbée par la nutrition du parasite, est vouée à l'échec car elle contribue à affaiblir le poisson.

Actions au niveau de l'œil (pl. II).

La fixation a lieu indifféremment sur l'œil droit ou gauche. Il peut y avoir plusieurs parasites implantés au niveau du même œil. La fixation bilatérale, que nous n'avons jamais observée, entraînant une cécité totale est à l'origine de la mort rapide du poisson. Les troubles comportementaux, occasionnés par une vision diminuée, favorisent l'élimination des individus parasités. Ces derniers moins agiles étaient les seuls capturés dans les filets lors des pêches à la traîne. Parallèlement, nous avons noté le retard des poissons parasités, par rapport à la vitesse de déplacement des bancs de sardines saines dans les canaux de Sète.

La trajectoire suivie par la région antérieure de *Lernaeenicus* lors de la pénétration dans l'œil est quasi constante : il y a tout d'abord percement de différents obstacles (cornée et iris), puis traversée du globe oculaire en contournant le cristallin, implantation enfin de la tête au niveau de la tunique vasculaire choroïdienne. Une seule fois, pour un même résultat, le parasite a emprunté la voie cutanée.

Nous avons reporté les principales structures de l'œil touchées directement ou indirectement par *Lernaeenicus* (tabl. 1). La cornée (pl. II-10 et 13) et la rétine (pl. II-10 et 12) sont profondément atteintes. La choroïde est également affectée et les hématomes y sont fréquents (pl. II-14). Il est certain que les anomalies de vascularisation provoquées par les ruptures de vaisseaux répétitives ainsi que les quantités de sang prélevées par le copépode modifient l'irrigation de l'œil et privent différents territoires d'un apport en oxygène suffisant pour assurer un fonctionnement normal de l'organe.



PRINCIPALES ZONES DE L'ŒIL	STRUCTURES NORMALES	ALTÉRATIONS CONSTATÉES	INCIDENCE SUR LA VISION
CORNÉE	Enveloppe fibro-conjonctive formée de couches de fibres de collagène disposées alternativement dans des plans orthogonaux et limitée par deux minces épithéliums.	Épaississement de la couche fibro-conjonctive (pl. II-10). Augmentation du nombre de fibroblastes. Désorganisation des faisceaux qui perdent leur adhérence (pl. II-13). Réaction inflammatoire.	Diminution de la transparence. Modification de l'incidence des rayons lumineux.
CRISTALLIN	Lentille de forme fixe, de structure fibreuse entourée d'un épithélium monostatifé.	Prolifération de cellules épithéliales en avant du cristallin. Déplacement du cristallin (JOUBIN, 1888).	Cataracte de type capsulaire (pl. II-11).
HUMEUR VITRÉE	Gel transparent riche en mucopolysaccharides occupe la chambre postérieure de l'œil. Pression en O ₂ élevée (WITTENBERG <i>et al.</i> , 1962).	Liquéfaction du contenu. Infiltration de leucocytes dans la masse liquide. Se détache des autres enveloppes (pl. II-10).	Décollement qui provoque celui de la rétine.
RÉTINE	Formée de 10 couches. Tunique neuro-sensorielle qui a une forte consommation en oxygène (LINDEMAN, 1943).	Hypertrophie de l'épithélium pigmentaire (pl. II-12). Désorganisation des différentes couches. Plissement de la tunique (même observation JOUBIN, 1888). Destruction d'une partie des cellules neuro-sensorielles et nerveuses.	Décollement de la rétine (pl. II-12). Diminution de l'acuité visuelle entraînant une cécité unilatérale.
CHOROÏDE	Tunique vasculaire. Localement mince lame conjonctive richement vascularisée, le procès falciforme.	Dilatation des vaisseaux (pl. II-14). Hémorragies (même observation JOUBIN, 1888).	Troubles vasculosanguins : ischémie, hypoxie.

TABLE 1. — Structures normales de l'œil et effets pathogènes de *L. sprattae*.
Pathogenic effects of *L. sprattae* on the principal structures of the eye.

Signalons enfin autour du parasite la présence d'une zone fortement mélanisée qui accompagne la réaction d'encapsulation ; dans l'enveloppe fibro-conjonctive s'infiltrent, avec les cellules de défense classiques, de nombreux mélanocytes qui tentent de neutraliser le parasite.

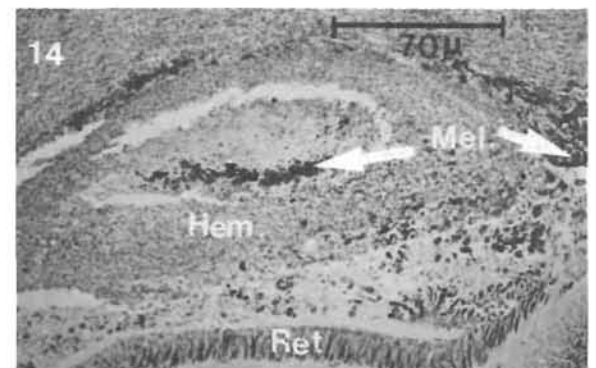
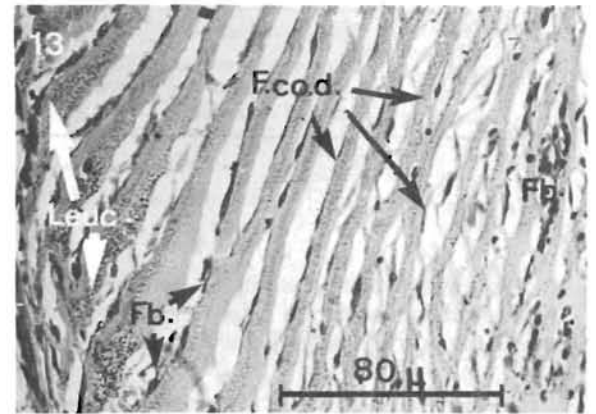
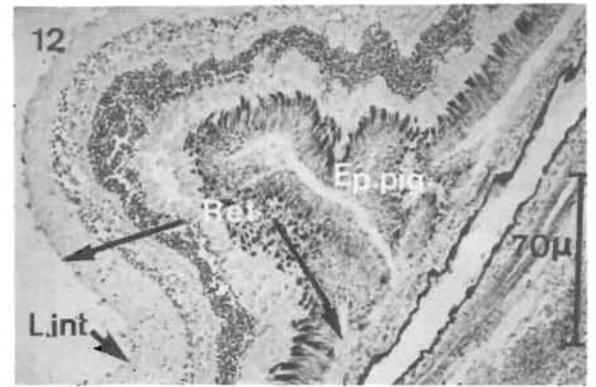
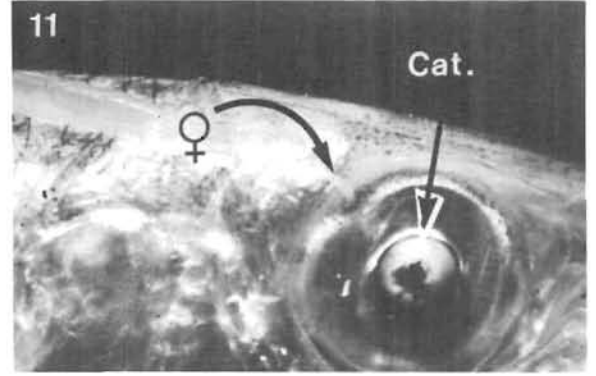
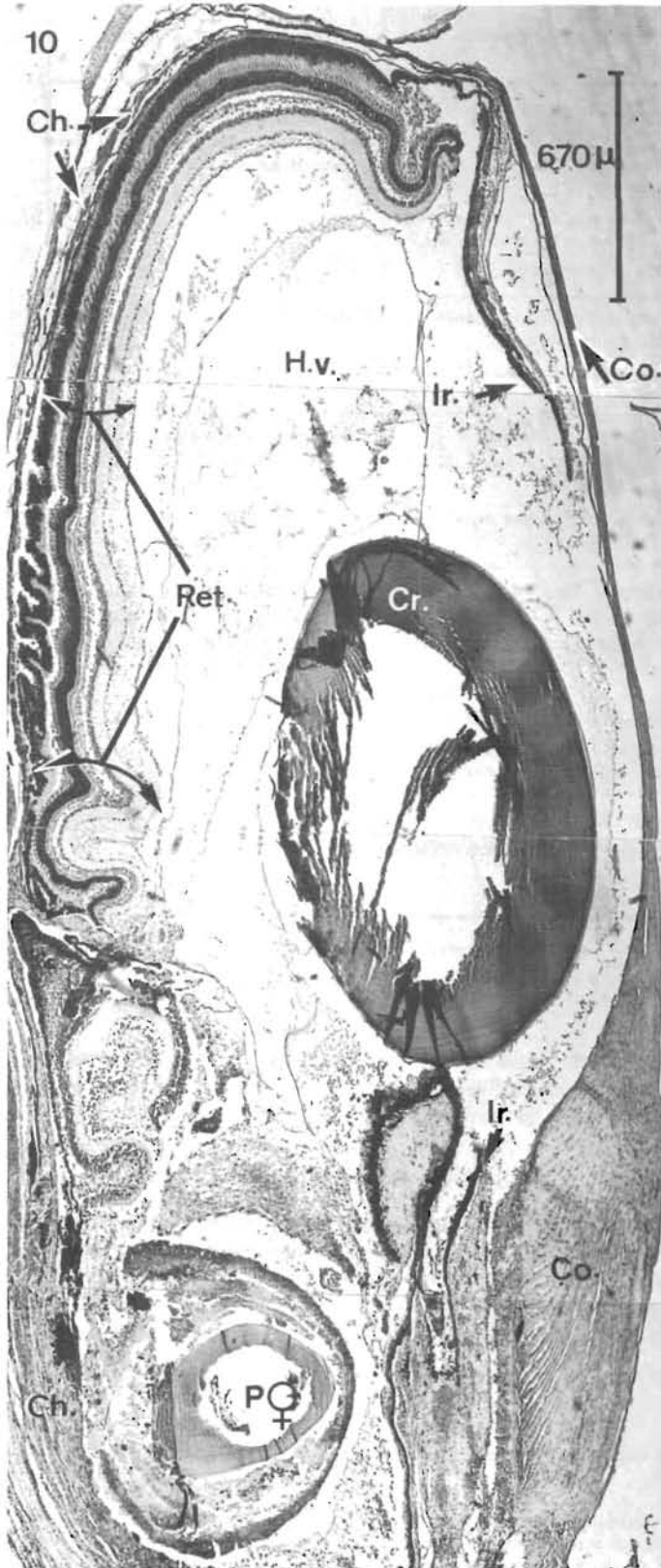
Répercussions de la présence de *Lernaeenicus* sur la physiologie du poisson.

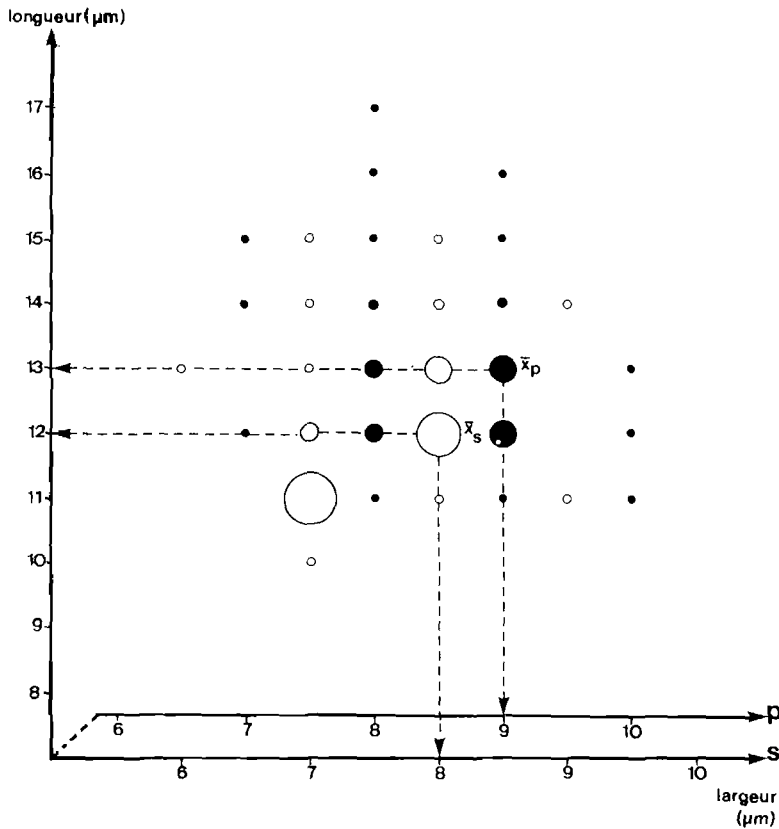
En réponse à cette inflammation chronique, les organes hémato-poïétiques de la sardine vont être très sollicités (stroma de la rate, espaces interstitiels du rein et à un degré moindre tissu hépatique). Notons en particulier au niveau de la rate une hypertrophie de l'organe correspondant à un hyperfonctionnement. L'examen histologique révèle dans tous les cas une augmentation du nombre de cellules lymphocytaires et une extension de l'aire de distribution des centres mélanophages qui participent tous deux au phénomène d'encapsulation.

PL I. — Abréviations utilisées.

Ch. : stade chalimus ; Ep. : épithélium ; ♀ ouf. : femelle ovifère ; F.f. : filament frontal ; M. : muscle ; N.p. : nageoire pectorale ; S.ou. : sac ovigère ; Sq.c. : squelette cartilagineux.

4 : Stade chalimus sur un alevin. 5 : Coupe transversale d'alevin montrant la déformation due à un stade chalimus. 6 : Coupe transversale montrant l'enfoncement d'un stade chalimus jusqu'au squelette cartilagineux de la nageoire pectorale. 7 : Épaississement de l'épithélium au point d'impact d'un filament frontal d'un stade chalimus. 8 : Fixation de femelles ovifères à la base de la nageoire dorsale de la sardine. 9 : Diverses implantations (œil et nageoire dorsale) de femelles ovifères sur la sardine.





Représentation	•	•	•	•	•	•	•
Efficacité	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35

FIG. 4. — Comparaison des fréquences de taille pour les individus non parasités (o S) et parasités (● P) entre les érythrocytes.

Diagram showing length variations among parasitized and uninfested pilchard erythrocytes.

an (fig. 6). Nous avons donc superposé sur une carte schématique du golfe du Lion les phases de développement correspondantes de la sardine et du parasite (fig. 5). En hiver, les sardines se regroupent dans des aires de ponte bien définies et certaines sont porteuses de femelles ovifères de *Lernaenicus*. La libération des nauplii s'effectue au moment où les alevins sont suffisamment grands pour constituer des hôtes potentiels. Les stades larvaires poursuivent leur développement au cours de la migration printanière des alevins vers le littoral. L'entrée dans les étangs va leur permettre de terminer leur cycle ; lors de la dernière mue, la femelle de *Lernaenicus* est fécondée et se met en quête d'un hôte définitif. Elle trouve à sa

La copépodose perturbe également les paramètres sanguins. S'il n'y a pas d'incidence significative du sexe du poisson sur les constantes sanguines, la présence du copépode par contre se traduit par une baisse de toutes les constantes érythrocytaires, phénomène qui traduit une anémie. Il y a baisse du nombre des globules rouges (1,94 à 1,41.10⁶/mm³), baisse également de l'hémoglobine (11,48 à 5,55 g/100 ml) et de la concentration corpusculaire moyenne (22,47 à 17,17 %) pour l'échantillonnage considéré. La nette augmentation de taille des érythrocytes permet de préciser qu'il s'agit là d'une anémie de type macrocytaire (fig. 4).

Conclusions.

Synchronisation biologique du système hôte/parasite.

Nous sommes parvenus grâce à 2 ans de prélèvements réguliers aux criées de Sète, du Grau-du-Roi et de Port-Vendres, à mieux connaître l'impact du parasite sur les sardines de différentes classes d'âge. L'examen de l'échantillonnage nous renseigne sur l'état sexuel du poisson et il nous a permis également de reconstituer le cycle de *Lernaenicus sprattae* dans le milieu naturel. Nous avons ainsi pu situer la phase de reproduction du copépode pendant la période hivernale et au début du printemps et estimer sa durée de vie à moins d'un

Pl. II. — Abréviations utilisées :

Cat. : cataracte ; Ch. : choroïde ; Co. : cornée ; Ep. pig. : épithélium pigmentaire ; Fb. : fibrocyte ; F.co.d. : faisceaux de collagène dissociés ; Hem. : hémotome ; H.v. : humeur vitrée ; Ir. : iris ; Leuc. : leucocyte ; L.int. : limitante interne ; Mel. : mélanocyte ; P.Q. : parasite femelle ; Ret. : rétine.

10 : Coupe sagittale d'un œil de sardine parasité par *L. sprattae*. 11 : Implantation de *L. sprattae* au niveau de l'œil et cataracte. 12 : Aspect de la rétine parasitée à un fort grossissement : replis de la rétine et extension de l'épithélium pigmentaire. 13 : Inflammation de la cornée : dissociation des faisceaux conjonctifs et infiltration de cellules de défense. 14 : Hématomes au niveau choroïdien.

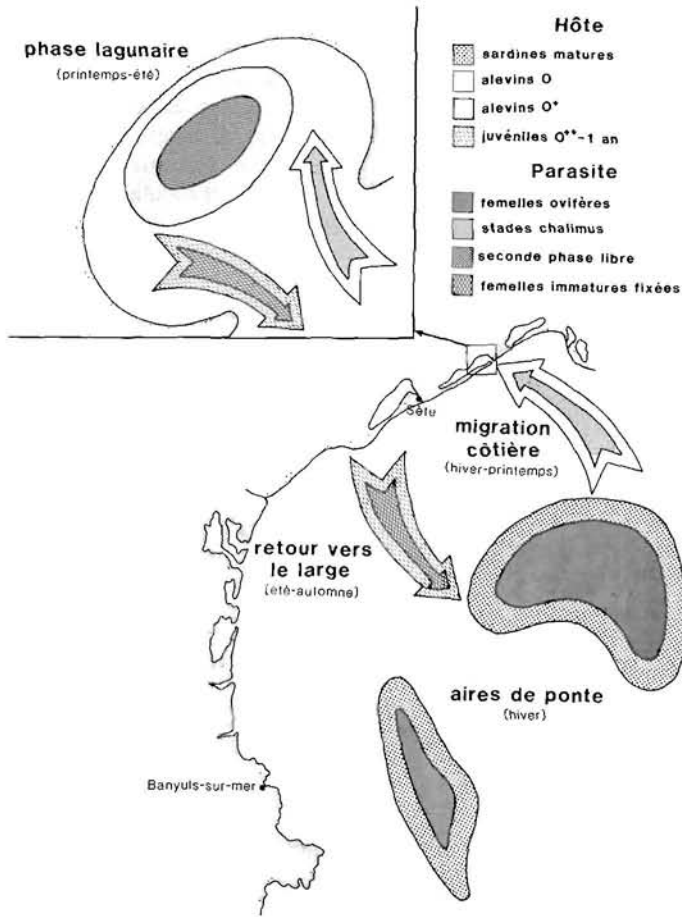


FIG. 5. — Interrelation entre les cycles annuels de *L. sprattae* et de *Sardina pilchardus* dans le golfe du Lion.

Interrelationships of *L. sprattae* and *Sardina pilchardus* annual biocycles in Gulf of Lion.

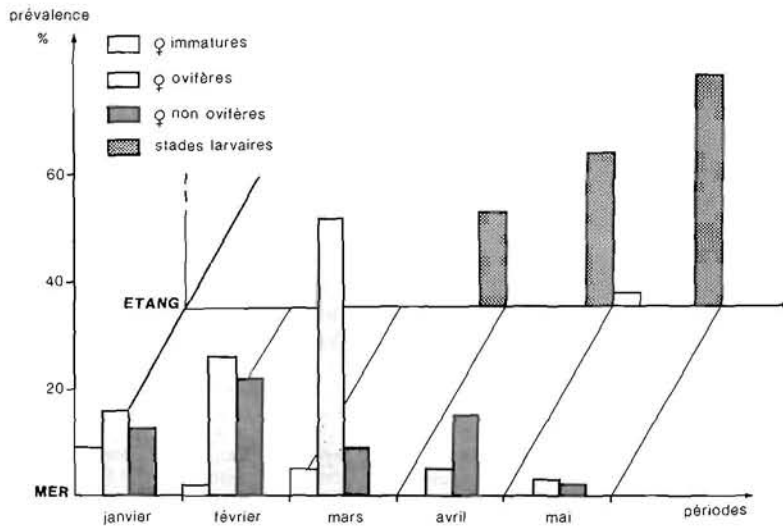


FIG. 6. — Prévalences des stades observés à partir de l'échantillonnage mer/étang. Diagram showing the prevalence of *Lernaenicus* stages observed through lagoons and sea sampling.

portée un large éventail de possibilités offert par les juvéniles et les sardines de 1 à 2 ans qui effectuent leur migration côtière. La stratégie d'infestation du copépode, qui consiste à libérer les nauplii au moment des fortes concentrations d'alevins, situe les chances de rencontre à un niveau optimal. Le parallélisme étroit, tant sur le plan physiologique (périodes de ponte identiques), que des exigences vis-à-vis des facteurs abiotiques, traduit un phénomène d'éco-évolution du système hôte-parasite. La synchronisation de leur rythme de vie témoigne en faveur de l'ancienneté du parasitisme.

Impact de L. sprattae sur les populations de sardines.

Nous avons vu, dans les paragraphes précédents, que les dommages occasionnés au pélagique par le copépode sont considérables. Localement, il est vrai, nous avons constaté que jusqu'à 60 % des alevins entrant dans les étangs étaient parasités. La prévalence globale chez les alevins demeure élevée (15 %).

L'examen histologique révèle de graves atteintes cutanées et musculaires lorsque le squelette lui-même n'est pas lésé. Il y a très peu de chances pour que les jeunes individus parasités survivent à l'agression de *Lernaenicus*, malgré une fixation de courte durée ; nous pensons qu'ils constituent dès lors des proies faciles pour les prédateurs. Parmi les juvéniles et les poissons adultes, sont d'abord éliminés ceux qui sont atteints aux deux yeux (nous ne les avons jamais observés) ; ceux qui ont un champ visuel réduit (avec 1 à 3 parasites) sont également très vulnérables, car leur locomotion est ralentie. Parmi les sardines rescapées provisoirement, il semble que l'implantation à la base de la dorsale (50 %) n'affecte pas directement le poisson, la zone de fixation étant particulièrement charnue. Il resterait à mieux cerner la part due, dans la mortalité du poisson, à l'hématophagie de *Lernaenicus*, mais l'expérimentation demeure impossible avec les Clupeidae.

Au cours des années 1982 et 1983, nous avons examiné 6 000 sardines ; 6 % étaient parasitées. Cette faible prévalence globale est arbitraire et ne traduit en rien l'impact de *L. sprattae* sur les sardines dans le golfe du Lion. Les résultats numériques auxquels nous parvenons émanent de l'échantillonnage fourni par les pêches locales (fig. 6), ils ne tiennent pas compte des rythmes biologiques de la sardine, les prévalences annuelles et globales de ce fait sont sous-estimées car nous ne possédons aucun renseignement concernant le parasitisme au niveau des aires de ponte et peu pendant les migrations. Un suivi annuel des populations de sardines par écho-sondage avec prélèvements réguliers permettrait aux prévalences obtenues de prendre une valeur significative, le marquage de ces fragiles pélagiques, bien que tenté, demeurant totalement aléatoire.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUÏÛRE (H.), FIALA (A.), JACQUES (G.) et SOYER (J.), 1974. — Ecologie marine sur le Languedoc-Roussillon. — Rapport C.N.E.X.O., 110 p.
- EL GHARBI (S.), 1984. — Les copépodes parasites de la sardine des côtes du Languedoc-Roussillon. — Thèse de 3^e cycle. Université de Montpellier II, 194 p.
- JOUBIN (L.), 1888. — Notes sur les ravages causés chez les sardines par un crustacé parasite. — *C. R. Acad. Sci., Paris*, **107** (21), 842-844.
- KABATA (Z.), 1979. — Parasitic Copepoda of British fishes. — The Ray Society Lond., 468 p.
- KTARI (M.-H.) et ABDELMOULCH (A.), 1980. — Note sur la présence et les effets du Copépode *Peroderma cylindricum* Heller, 1868, parasite de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) des côtes tunisiennes. — *Bull. Inst. nat. sci. tech. Océanogr. Pêches Salammbô* **7**, 103-112.
- LARRANI IA (M.-G.), 1957. — Présence du parasite *Peroderma cylindricum* Heller sur la sardine de Castellon et d'Alicante. — 4^e réunion du Conseil général des pêches pour la Méditerranée, Doc. techn. Istanbul, **16** : 17-22.
- LEE (J. Y.), 1961. — La sardine du golfe du Lion (*Sardina pilchardus sardina* Regan). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **25** (4), 102 p.
- LINDEMAN (V.F.), 1943. — A comparative study of the oxygen consumption of the vertebrate retina with a special reference to the nucleoprotoplasmic ratio. — *Amer. J. Physiol.*, **139**, 9-16.
- REGAN (C.T.), 1916. — The british fishes of the subfamily *Clupeinae* and related species in other seas. — *Ann. Mag. nat. Hist.*, **18** (103), 1-19.
- RENAUD (F.), GABRIÛN (C.) et PASTEUR (N.), 1983. — Le complexe *Bothriocephalus scorpii* (Mueller, 1776) : différenciation par électrophorèse enzymatique des espèces parasites du Turbot (*Psetta maxima*) et de la Barbue (*Scophthalmus rhombus*). — *C. R. Acad. Sci., Paris*, **296**, 127-129.
- ROMESTAND (B.), HALSBAND (E.), BRAGONI (B.), KNIŽEVIĆ (B.), MARIC (D.) et PROCHNOW (F.), 1982 (1983). — Etude hématologique comparée des constantes érythrocytaires de quelques espèces de poissons marins et d'eau douce. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **46** (2) : 147-156.
- SCHRAM (T.A.), 1979. — The life history of the eye-maggot of the sprat, *Lernaenicus sprattae* (Sowerby, 1806) (Copepoda, Lernaecidae). — *Sarsia*, **64**, 279-316.
- WITTENBERG (J.B.) et WITTENBERG (B.A.), 1962. — Active secretion of oxygen into the eye of fish. — *Nature*, **194**, 106-107.

Manuscrit soumis le 21.08.1984, accepté le 05.07.1985.