

ETUDE DE L'ÉCOLOGIE DE LA SARDINE, *Sardina pilchardus*  
Walb., DANS LA PHASE PLANCTONIQUE DE SA VIE EN  
ADRIATIQUE MOYENNE

STUDIJA EKOLOGIJE SRDELE, *Sardina pilchardus* Walb.,  
U PLANKTONSKOJ FAZI NJEZINA ŽIVOTA U SREDNJEM JADRANU

Jožica Karlovac  
*Institut d'océanographie et de pêche, Split*

INTRODUCTION

Une grande importance est accordée actuellement à l'étude des oeufs et des larves des poissons de mer. Ces recherches sont considérées comme l'une des méthodes très importantes pour l'étude de la biologie, de la reproduction des poissons, de leur distribution et de leur quantité.

On suppose, généralement, que les variations de l'abondance des populations de poissons divers sont déjà déterminées durant la phase initiale de leur vie, au stade pélagique, probablement, et que la survie des jeunes dépend, dans une certaine mesure, de la quantité de nourriture accessible aux larves dans le plancton (Hjort, J. 1914).

Le but de ces recherches est d'apporter une contribution à la connaissance de l'écologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) pendant la phase planctonique de sa vie.

Des recherches intensives sur les aires de ponte de la sardine en haute Adriatique (1950/1951) ayant prouvé que l'on y trouve l'une des plus importantes frayères de la sardine adriatique, on avait intérêt à étudier la distribution des larves et des postlarves de sardine dans les régions des eaux côtières et dans les canaux de l'Adriatique moyenne. Aussi, dans ce but, des recherches quantitatives et qualitatives sur l'ichtyoplancton se sont-elles poursuivies pendant quatorze mois dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, dans les canaux de Split et de Brač, ainsi que dans les baies de Trogir et de Kaštel.

Les renseignements recueillis, au cours de ces travaux sont précieux pour la connaissance de la distribution horizontale des larves et postlarves de sardine. Les résultats permettent d'acquérir une connaissance de la survie et du transport des stades planctoniques de cette espèce d'une région à l'autre. Ils contribuent aussi à la connaissance de »la période critique« dans la vie planctonique de la sardine et confirment la théorie selon laquelle le stade

de la vésicule vitelline est critique, ou que la variation annuelle de la mortalité, au cours de ce stade, est responsable des fluctuations de quantité des classes annuelles. L'étude de ce phénomène représente une précondition importante pour la connaissance de la dynamique de la population de sardine ou pour la connaissance des éléments de la variation de l'abondance de la population de poisson adulte.

Ces recherches étaient englobées dans le plan des activités de l'Institut d'océanographie et de pêche de Split, et j'adresse ici mes remerciements au Dr M. Buljan, directeur par intérim, pour son appui dans la réalisation de mon travail.

C'est pour moi un devoir agréable de souligner spécialement l'obligeance et le dévouement des commandants et des membres de l'équipage des bateaux explorateurs »Bios« et »Predvodnik« au cours des travaux de nuit en mer. Les assistants techniques M. Petrić (en mer et en laboratoire), A. Petrić (en laboratoire, pour l'assortiment de l'ichtyoplancton) et D. Ratković (pour la détermination de la salinité) m'ont apporté une aide efficace.

J'ai le plaisir d'exprimer aussi ma gratitude aux Drs Hempel et Aurich pour leurs très utiles suggestions.

Encore une fois, je suis heureuse de pouvoir les assurer tous de ma reconnaissance.

#### RECHERCHES EFFECTUEES A CE JOUR

Les stades planctoniques de la sardine ont été mentionnés pour la première fois dans l'Adriatique »entre les archipels dalmates« par Graeffe 1888. En 1900, Krisch dit que, par beau temps, dans les endroits abrités, on peut voir de jeunes sardines non développées. Pendant la campagne du »Najade« (plusieurs croisières d'une durée déterminée, dont 2 en mai et juin 1911, 3 en août et septembre 1911, et 6 en mai et juin 1912), on a trouvé en petit nombre des oeufs et des larves de sardine sur les coupes Lošinj — Ravennes et Ancône — Rt Velirat; des oeufs de sardine n'ont été pêchés que dans le Mali Kvarner et la fosse de Jabuka, plus près de la côte italienne, et près de Palagruža, tandis qu'on a trouvé des larves entre Poreč et Chioggia.

Au cours des quatre croisières de l'expédition »Vila Velebita« (août — septembre, novembre 1913, février 1914), Car et Hadži (1914) ont noté, dans la partie nord-est de l'Adriatique nord (Hrvatsko primorje), sur plusieurs stations, l'apparition d'oeufs et de jeunes stades de sardine. On a récolté des oeufs sur dix-huit stations, fin août et début septembre, puis en novembre, février et mai dans le canal du Velebit, près de Jablanac, dans la baie de Rijeka, et dans des stations extérieures. De jeunes stades ont été capturés sur dix stations en août, septembre, février et mai dans le canal du Velebit, dans la baie de Rijeka et au large de l'île de Silba. Sur cinq des stations mentionnées ci-dessus, on a ramené, dans les mêmes pêches de plancton, des oeufs et de jeunes stades, en septembre, février et mai. La fréquence de l'apparition d'oeufs et de jeunes sardines dans les prélèvements de l'expédition est presque toujours signalée comme très rare (rr).

Dans ses travaux sur le matériel de la campagne du «Thor», L. Fage (1920) mentionne la trouvaille de larves de sardine en décembre 1908 près de Bari, où ont été capturés quatre exemplaires de 15 mm de longueur. Issel (1921) a noté que, dans les parages de Rovinj, l'éclosion des larves de sardine coïncide avec l'épanouissement maximal de *Rhizosolenia alata* f. *gracillima* Cleve.

Les premières observations systématiques ont pu être menées à bien grâce à la fondation de l'Institut Biologique-Océanographique à Split. Gamulin T., 1940, a étudié l'apparition d'oeufs de sardine aux environs de Split où l'on a enregistré leur trouvaille entre le 31 octobre 1939 et le 11 mai 1940, avec une quantité maximale en hiver, en décembre et janvier. Il y avait des oeufs dans toute la région des archipels de la Dalmatie moyenne. La température de l'eau de mer à l'époque de leur apparition variait de 10,2 à 20,2° C, et, pendant le maximum, de 10,2 à 12,4° C. Le taux de la salinité oscillait entre 35,0‰ et 37,0‰ et, au moment du maximum, entre 35,2‰ et 37,0‰. Le même auteur (1948), au cours de recherches ultérieures, a étendu ses investigations à toute la région de l'Adriatique moyenne; il a constaté que la sardine s'y reproduisait non seulement dans le canal de Split, mais aussi dans presque toute la région explorée. Le nombre des oeufs augmentait de la côte vers la pleine mer. Dans le canal de Split, au moment de l'apparition des oeufs de sardine, on a relevé des températures de l'eau de mer variant de 10,2° à 20,8° C, et pendant le maximum, de 10,2° à 16,2° C, pour une salinité de 35,2‰ à 37,8‰.

Après la guerre en 1945, on a pu entreprendre des croisières de plus grande envergure à bord des bateaux explorateurs de l'Institut d'océanographie et de pêche de Split et de l'Institut de biologie marine de Rovinj. Le matériel le plus abondant recueilli dans toute la haute Adriatique et dans la partie la plus septentrionale de la mer Ionienne a été fourni par l'expédition «Hvar» de biologie de la pêche (de février 1948 à fin mars 1949). De plus, dans divers secteurs de l'Adriatique, des recherches avaient été entreprises de l'automne 1947 au printemps 1950 par les bateaux «Istraživač», «Hvar» et «Predvodnik».

Les résultats obtenus, d'après l'analyse d'un si volumineux matériel, nous ont donné un tableau d'orientation sur la ponte de la sardine dans le temps et l'espace. On a établi que, en Adriatique moyenne, la sardine se reproduit de novembre à mars et, sur la côte occidentale d'Istrie, en automne et au printemps seulement. D'après le nombre d'oeufs on a pu repérer trois aires de ponte: l'une au large de l'Adriatique moyenne à l'ouest de Dugi otok, l'autre dans les eaux extérieures de la région dalmate moyenne, et la troisième dans les parages de l'île de Palagruža. La ponte ne s'est pas déroulée à des profondeurs dépassant 150 mètres. La ponte principale a eu lieu, d'après les observations, par une température de cca 12 à 18° C et une salinité de 38,0‰ à 38,5‰ (Gamulin T., 1954).

La durée du développement embryonnaire de la sardine a été étudiée d'après les prélèvements de décembre 1953 et mars 1954 en Adriatique moyenne ouverte par Gamulin T. et Hure J. (1955). Ils ont constaté que, par une température de l'eau de mer de 18° C, le développement dure deux jours, et par 13° C un peu moins de quatre jours. La sardine expulse des oeufs entre

18 et 22 heures en décembre et entre 19 et 24 heures en mars. Ayant présenté des données biométriques sur les oeufs de sardine, ces auteurs n'ont pas noté de différence de dimensions entre les oeufs de décembre et ceux de mars.

Les premières recherches intensives sur la ponte de la sardine effectuées sur une aire plus vaste — que l'on suppose être l'une des principales frayères de l'Adriatique — se sont basées sur l'apparition d'oeufs dans la partie ouverte de l'Adriatique moyenne (Gamulin, T. et Karlovac, J., 1956). Elles ont contribué à la connaissance de la distribution et de la quantité d'oeufs dans l'espace, de novembre 1950 à avril 1951, en fonction de la température et de la salinité de la mer. La ponte principale s'est effectuée de décembre à février. La fraie automne, a lieu par une température de 16° C, celle d'hiver vers 13° à 14° C environ. Pendant le maximum, la salinité était de 37,00‰ à 38,00‰. La distribution quantitative des oeufs, dans la région explorée, décèle l'emplacement d'aires plus petites et arrondies, où la densité des oeufs est plus forte.

L'apparition, la distribution, comme aussi la distribution de la longueur des larves au large de l'Adriatique tout entière, ainsi que les données relatives aux conditions hydrologiques sont dues à Karlovac, J. (1958) qui s'est servie pour cette étude du matériel recueilli au cours de l'expédition »Hvar« de biologie de la pêche. La présence de larves et de postlarves de sardine a été constatée dans toutes les parties de l'Adriatique ouverte: des larves de novembre à juin et des postlarves de novembre à juillet (en octobre les recherches n'ont pas eu lieu). La température la plus favorable au développement des larves et des postlarves de sardine, établie pendant la durée des recherches, a varié entre 11,6° et 16,0° C, et la salinité entre 38,01‰ et 38,8‰. La trouvaille de larves n'a pas eu lieu au-delà de 150 m de profondeur. Les pêches planctoniques de nuit étaient plus riches en larves et en postlarves de sardine que les pêches de jour. Dans les eaux, au large des côtes d'Albanie, d'après la présence d'oeufs et de larves de sardine dans la région située au niveau du fleuve Mati et de l'île de Sazana, en mai, et à la hauteur du fleuve Mati et de la baie de Vlora, en juin, nous avons recueilli, bien que pauvres, les premières données sur la ponte et l'aire de ponte dans ces parages.

Hure, J. (1960), au cours d'une croisière en janvier et février 1959, dans la région des îles de Svetac, Vis, Korčula, Lastovo, Palagruža, et, plus au sud encore, a fourni — en se basant sur l'apparition et la distribution des oeufs de sardine — une contribution à la connaissance de la ponte de la sardine au large d'Adriatique moyenne.

Gamulin, T. et Zavodnik, D. (1961) ont trouvé dans le plancton de la côte occidentale d'Istria des oeufs de sardine en quantités qui leur ont semblé insuffisantes pour justifier le fait de considérer cette région comme une aire de ponte de la sardine.

Rahaj, Ndoc (1962) a établi que dans les eaux littorales de l'Albanie la sardine se reproduisait avec intensité en décembre et février, bien que la ponte dure de novembre à la fin février. Il a, cependant, récolté des oeufs et des larves dans le plancton de septembre à juin. En se basant sur le nombre d'oeufs, l'auteur pense que l'on peut délimiter des zones principales de ponte de la sardine dans les parages de la baie de Vlora, de Seman-Viase, de l'île de Sazana, et au sud au voisinage de Kakome (près d'Himara). D'après lui,

la sardine se reproduit entre des limites de température allant de 12° à 20° C et une salinité de 37,5‰ à 38,5‰.

Des investigations ultérieures intensives sur la ponte de la sardine en Adriatique moyenne (d'octobre 1956 à fin mars 1957) se sont étendus aussi aux canaux de cette région (Karlovac, J. 1964). La ponte principale, dans la partie ouverte de l'Adriatique moyenne, s'est déroulée de décembre à février, mais, pour chaque canal, le maximum a eu lieu à des mois différents — entre octobre et mars. On a suivi l'apparition de noyaux de ponte d'une extrême intensité, ainsi que leurs déplacements dans le temps et l'espace. En automne, au large de l'Adriatique, la ponte principale a eu lieu par une température de 16,4° à 16,3° C, et dans les canaux entre 19,2° et 15,6° C. En hiver, le maximum de la ponte en Adriatique ouverte s'est limité à l'intervalle de température de 13,3° à 14,9° C, et, dans les canaux de 12,5° à 14,7° C. La salinité, à l'époque du maximum de la ponte en Adriatique ouverte, en automne, était de 38,48‰ à 38,66‰, et en hiver de 38,31‰ à 38,46‰. Dans les canaux, la reproduction la plus active s'est déroulée en automne, par une salinité 38,58‰ à 38,70‰, et en hiver de 38,04‰ à 38,69‰. On a pu constater que les échantillons qui montraient la plus forte densité en oeufs de sardine étaient groupés entre des limites de salinité variant de 38,28‰ à 38,48‰.

La répartition des prélèvements de densités diverses en oeufs de sardine, en fonction de la salinité, a révélé que les échantillons les plus riches en oeufs étaient exclusivement groupés dans un faible intervalle de salinité (entre 38,28‰ et 38,48‰). Ceci indiquerait donc que la salinité pourrait être le facteur qui contrôle la distribution de la densité plus forte des oeufs de sardine.

## DESCRIPTION DE LA REGION EXPLORÉE

### Description géographique

Les recherches ont porté sur quelques baies et canaux de la région dalmate moyenne et sur la zone côtière des eaux ouvertes vers le large de ce secteur de l'Adriatique (Fig. 1).

La baie de Trogir, plus exactement la crique de Saldum, est située l'ouest de l'île de Čiovo. Cette baie est en communication avec le large par les canaux de Drvenik et de Šolta, et par un étroit passage entre le continent et l'île de Čiovo elle est reliée à la baie de Kaštela.

La baie de Kaštela est située entre l'île de Čiovo, la riviéra de Kaštela et la presqu'île de Marjan. Cette baie, la plus grande de la Dalmatie moyenne, a, dans sa partie centrale, une profondeur moyenne de 45 mètres.

Le canal de Split s'étend entre Mali Drvenik, l'île de Šolta, l'île de Čiovo jusqu'à la ligne Split — Splitska vrata (détroit de Split). Il est en connexion avec la mer ouverte par les détroits de Šolta et de Split.

Le canal de Brač occupe l'espace compris entre la ligne Split — Splitska vrata et la crique de Vrulja où il rejoint le canal de Hvar.

La baie de Kaštela présente les caractères d'une région côtière, typiquement fermée, soumise à l'influence du continent. Dans sa partie est, elle reçoit

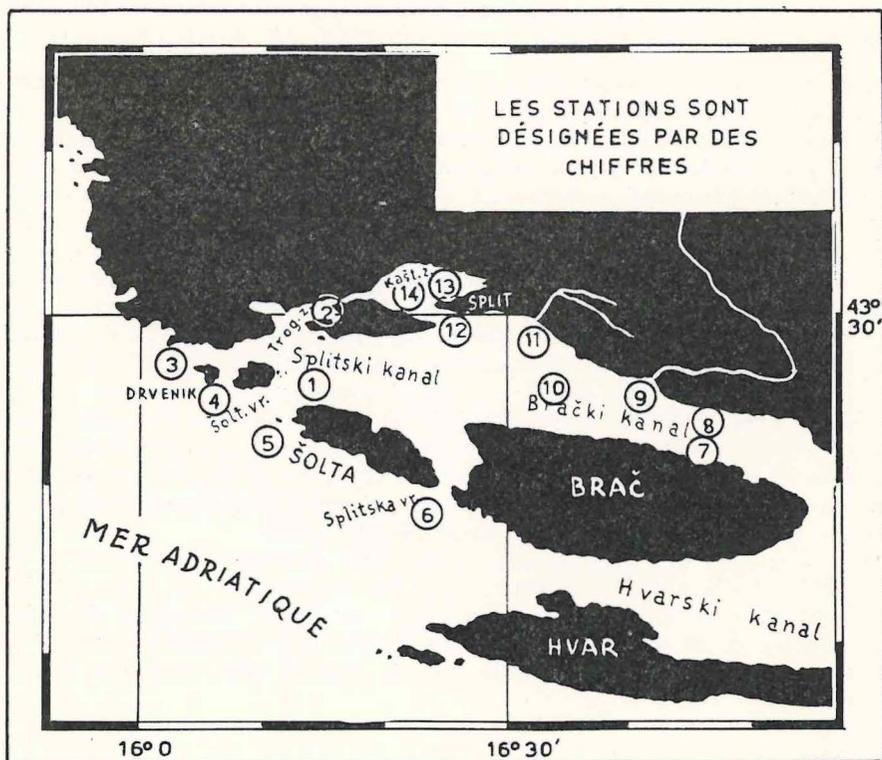


Fig. 1. Région explorée.

le petit fleuve côtier Jadro. Dans le canal de Brač se jettent les fleuves Žrnovnica et Cetina; aussi l'influence du continent y est-elle renforcée. Dans le canal de Split, (la station y est assez éloignée de la côte) on ressent déjà avec plus de force l'influence de la pleine mer, mais bien plus encore dans la zone des eaux riveraines de l'Adriatique ouvertes vers le large.

#### La température

Les changements, pluriannuels du régime des courants et du transport des eaux méditerranéennes en Adriatique ont un retentissement sur les fluctuations — d'une période de plusieurs années — de salinité et de température de l'eau de l'Adriatique. Ces fluctuations se déroulent sur une période de 9 ans, et l'année 1952 a été caractérisée, par le plus faible apport d'eau méditerranéenne en Adriatique.

La température des eaux superficielles de la mer ouverte est, l'hiver, plus élevée que dans la région côtière, les lieux moins exposés à l'influence de la haute mer accusant généralement une plus basse température de l'eau de

surface. Dans la zone côtière, les températures les plus élevées sont notées en juillet et août, alors qu'en automne, l'influence continentale agissant, la température des eaux riveraines est plus basse qu'en mer ouverte.

En baie de Kaštela, la température de surface varie de 11,0° à 23,36° C. Les moyennes, calculées sur une période de 10 ans, accusent un minimum de température en février (11,1° C de moyenne). La température de l'eau superficielle s'abaisse parfois jusqu'à 7° et 8° C, et, dans certaines parties en bordure du continent — à l'est en particulier où sa salinité est plus faible — on a pu observer, bien que rarement, que l'eau gelait. Les températures minimales ont été fréquemment relevées le long de la côte septentrionale de Čiovo où la salinité est plus basse, ce qui indiquerait donc qu'une eau froide s'écoule de la baie de Kaštela dans le canal de Split. Un échange a lieu également, mais dans une plus faible mesure à travers le détroit de Trogir.

Les températures maximales dans les eaux superficielles de la baie de Kaštela apparaissent en août et peuvent atteindre jusqu'à 25° C, tandis que dans les couches d'eau plus profondes on ne les note qu'en octobre.

Le réchauffement et le refroidissement de la colonne d'eau, depuis le haut jusqu'au fond (à 30 m environ), oscillent entre 12,02° et 22,19° C. Le réchauffement de la mer va de front avec le réchauffement de l'air, tandis que le refroidissement de la mer s'effectuant plus lentement, la température de la mer, en automne, est sensiblement supérieure à celle de l'air. Au printemps, les températures de la mer et de l'air s'égalisent (M. Zore-Armanda, inedit, et M. Buljan et M. Zore-Armanda, 1963).

### La salinité

D'une façon générale, les fluctuations de la salinité dans la baie de Kaštela sont assez accentuées. En surface on a trouvé le plus faible taux de salinité en décembre et janvier — en moyenne de 33,56‰ ou 33,30‰ — mais il peut arriver qu'il s'abaisse jusqu'à 28,17‰. Pour les mois mentionnés la salinité, dans toute la colonne d'eau, jusqu'à 30 m de profondeur est de 34,58‰. La salinité maximale apparaît en août avec une moyenne de 37,38‰, mais peut atteindre aussi 38,19‰, et toute la colonne jusqu'à 30 m de profondeur accuse une salinité de 37,72‰. L'hiver, le noyau d'eau à salure maximale se trouve au centre de la baie, vers le N. W. de la presqu'île de Marjan, l'eau la moins salée le long du littoral de Kaštela et on bordure de la côte nord de Čiovo. L'eau de la baie de Kaštela est surtout dessalée par le fleuve Jadro grossi par les pluies, ainsi que par d'autres sources qui sortent des pentes du Kozjak ou par des sources sous-marines, »vrulje«, jaillissant en plusieurs endroits. Celles-ci sont moins actives l'été, qui est l'époque de l'année où l'on observe les plus hautes salinités dans les eaux riveraines de la baie de Kaštela.

L'année 1952, qui semble avoir été une année de faible écoulement d'eau méditerranéenne en Adriatique a été aussi une année de basse salure, comparée aux années qui ont suivi et durant lesquelles l'apport des eaux de la Méditerranée a augmenté (M. Buljan et M. Zore-Armanda, 1963).

## Les courants marins

La région des canaux est soumise à l'influence des courants de marée, ce qui se manifeste par un changement de direction du courant. L'influence des vents y est aussi sensible.

Dans la baie de Kaštela, les courants marins sont très changeants par suite des faibles profondeurs et des vents locaux violents.

Dans le canal de Split, et de Brač, les courants sont très faibles et leur vitesse diminue de la surface en profondeur. La vitesse moyenne du courant est de 17 cm/sec. (0,33 noeuds) à la surface, de 14 cm/sec. (0,27 noeuds) à 10 m et de 13 cm/sec. (0,25 noeuds) à 20 mètres de profondeur. La direction des courants résultants, suivant les saisons diverses, ne montre aucune régularité.

Dans la ceinture côtière la direction du courant varie sous l'influence des vents des marées. La direction des courants résultants indique l'influence du vent dominant. Le »jugo« (SE) et la »bora« (NE) soufflent principalement en hiver, au printemps et automne, tandis que le »maestral« (SW) domine l'été. Aussi la circulation en été se déroule-t-elle dans le sens du quadrant est, et le reste de l'année vers l'ouest.

D'une façon générale, dans l'Adriatique ouverte, la direction du courant de surface n'est pas la même l'hiver et l'été. L'hiver, dominant les courants N.W. l'eau entrant alors dans l'Adriatique avec une plus grande vitesse le long de la côte orientale. L'été domine un courant qui se dirige en sens inverse — S.E., et l'eau sort alors de l'Adriatique.

L'été et l'hiver on a aussi constaté en Adriatique moyenne l'existence de courants transversaux constants du rivage est vers le rivage ouest.

Au printemps et en automne, l'eau ne tend ni à pénétrer dans l'Adriatique ni à en sortir.

L'été, les eaux de la couche intermédiaire (10 à 50 m de profondeur) à quelque distance de la côte, ne montrent aucune différence dans le déplacement des masses d'eaux par rapport aux courants de surface. Mais, à proximité de l'axe longitudinal de l'Adriatique, le courant, dans cette couche d'eau, suit l'été la direction du courant entrant dans l'Adriatique (N.W.), et la salinité y est plus forte (les eaux y présentant les caractéristiques de l'eau méditerranéenne). L'été prévaut donc dans la couche superficielle la sortie de l'eau de l'Adriatique et, dans la couche intermédiaire, l'entrée de l'eau en Adriatique. L'hiver, les modifications dans le régime de la circulation des masses d'eau sont moins régulières et généralement moins accentuées que l'été. Dans la région des petits fonds, à proximité des côtes, on observe un courant qui se dirige vers l'Adriatique sud. En Adriatique, il est difficile d'établir pour chacune des régions, la caractéristique des courants marins, étant donné qu'ils sont soumis à l'influence de facteurs divers (le vent, p. exemple). Ainsi, en mars 1961, près de Pelegrin, la direction du courant étant N.W., et celle du vent S.E. d'une force de 5 B, le courant a atteint la vitesse de 1,0 noeud.

La vitesse moyenne du courant en Adriatique moyenne ouverte, près de Hvar, est un peu plus grande que dans le canal de Split-Brač et s'élève à la surface à 21 cm/sec. (0,41 noeud); à 10 m de profondeur, elle est de 18 cm/sec. (0,35 noeud); et à 50 m, 15 cm/sec. (0,29 noeud). L'hiver comme l'été, la direction du courant est N.W. à la surface et à 10 m de profondeur,

mais à la profondeur de 50 m, elle est S.W., et à ce niveau, le courant transversal de la côte est à la côte ouest de l'Adriatique est nettement plus accusé qu'en surface (M. Zore-Armanda, 1963).

Une connaissance insuffisante, plus poussée, des courants marins dans la région explorée nous fait supposer l'existence d'un transport des stades planctoniques de la sardine, supposition renforcée également par l'étude de la composition d'après la taille, de la population de ses larves et postlarves dans l'espace et le temps.

### La profondeur du fond

Mesurée à l'échosondeur, elle est de 30 m environ à la station de la baie de Trogir, de 35 à 50 m aux stations de la baie de Kaštela (de 60 m à l'entrée du canal de Split), à la station du canal de Split, elle est de 60 m; aux stations du canal de Brač elle varie de 25 à 65 m, et de 75 à 90 m aux stations situées dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large.

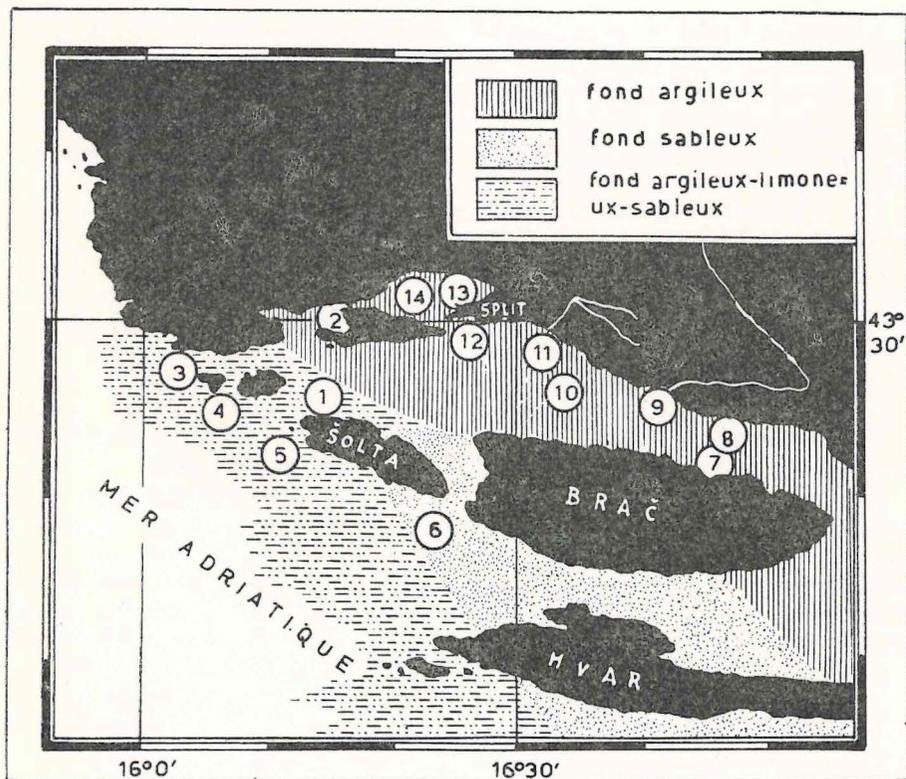


Fig. 2. Nature du fond de la région explorée (d'après S. Alfirević, 1960. Doc. Techn. No. 24. FAO. Rome).

### La nature du fond

Dans les canaux et les baies, le fond sous-marin est, en général, argileux, et dans les eaux côtières de la zone prospectée de l'Adriatique moyenne, il est mixte: argileux-limoneux-sableux (Fig. 2).

---

Cette région a été choisie pour y poursuivre des recherches sur l'écologie des stades planctoniques de la sardine à cause de l'intérêt que présentent les baies et les canaux, en ce qui concerne la possibilité d'une influence de la mer ouverte sur la distribution des stades planctonique dans ces zones fermées.

### METHODES ET MATERIEL

La région explorée était délimitée par 14 stations (Fig. 1 et 2) dont la position géographique figure dans le tableau I.

Les stations étaient réparties de façon à représenter — avec mesure — les baies et les canaux ainsi que les eaux côtières de la mer ouverte. On a accordé une attention toute particulière aux passages faisant communiquer les eaux côtières ouvertes vers le large et les régions fermées.

La station No 1 a été localisée de façon à contrôler le passage le plus large entre l'Adriatique moyenne ouverte et le canal de Split. De même aussi les stations 9 et 11, dans le canal de Brač, ont servi à contrôler l'influence éventuelle de l'eau de mer déssalée sur la caractéristique biologique des stations. Elles sont situées au voisinage de l'embouchure du fleuve Cetina et du petit fleuve côtier Žrnovnica. La station No 8 a été fixée, à dessein, un peu à l'ouest de la crique de Vrulja, battue pendant les mois d'hiver par des vents du nord d'une extrême violence soufflant parfois même en ouragan: si elle avait été plus près de cette crique le travail pendant les sorties régulières aurait pu se heurter à des difficultés ou être impossible.

Les opérations en mer ont eu lieu entre février 1952 et mai 1953. Durant cette période, 14 sorties ont été effectuées dont chacune a duré — selon les conditions météorologiques — de 5 à 9 jours. L'intervalle entre les voyages était d'un mois environ. Bien que le mauvais temps n'ait pas permis la sortie de décembre, l'intervalle d'un mois entre chaque sortie n'a jamais été perturbé. Les croisières ont eu lieu à bord des bateaux explorateurs à moteur »Hvar« (I<sup>er</sup> au V<sup>e</sup> et X<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> voyages) et »Predvodnik« (VI<sup>e</sup> au IX<sup>e</sup> voyages).

Le matériel recueilli a permis une évaluation approximative de la caractéristique biologique des stations. A chaque station, l'ichtyoplancton a été prélevé au moyen de trois types de filets planctoniques.

Le filet en stramine est de forme conique. Il mesure, à l'ouverture, un diamètre de 2 m et 6 m de longueur. Les mailles du tissu, de forme carrée, ont 1 mm<sup>2</sup>. Ce filet servait au contrôle de l'étude quantitative du matériel.

Tableau I. Position géographique des stations et renseignements sur la profondeur sous-marine, la nature du fond, et observations biologiques

Région	Nombre de station	Position géographique	Prof. moy. du fond m	Nature du fond	Prof. moy. des prélèvements m	Nombre total de			Nombre des captures
						larves et postlarves	oeufs	(filet helgoland)	
BAIE DE KAŠTELA	12	43° 29,7' N 16° 24,3' E	50	A	45	40	(317)	75 (556)	14
	13	43° 31,2' N 16° 24,0' E	37	A	30	16	(173)	172 (483)	15
	14	43° 31,4' N 16° 21,2' E	35	A	30	13	(197)	44 (701)	14
CANAL DE SPLIT	1	43° 26,0' N 16° 13,0' E	65	ALS	60	64	(613)	87 (546)	14
CANAL DE BRAC	7	43° 22,5' N 16° 44,8' E	70	A	65	59	(779)	11 (445)	14
	8	43° 23,7' N 16° 45,3' E	71	A	65	86	(1720)	47 (555)	14
	9	43° 25,5' N 16° 41,0' E	56	A	50	47	(344)	11 (426)	14
	10	43° 26,0' N 16° 34,5' E	50	A	45	48	(956)	34 (526)	14
	11	43° 29,0' N 16° 32,0' E	29	A	25	16	(303)	17 (537)	14
EAUX COTIERES DE L'ADRIATIQUE MOYENNE	3	43° 28,0' N 16° 02,0' E	80	ALS	75	152	(1461)	78 (890)	14
OUVERTES VERS LE LARGE	4	43° 25,0' N 16° 06,0' E	98	ALS	90	133	(1121)	359 (735)	14
	5	43° 22,5' N 16° 11,0' E	98	ALS	90	119	(1565)	222 (752)	14
6	43° 18,5' N 16° 23,0' E	83	S	75	195	(657)	364 (660)	14	
BAIE DE TROGIR	2	43° 30,2' N 16° 14,6' E	30	A	25	8	(290)	1 (777)	14
TOTAL	14					996	(10496)	1522 (8581)	197

Remarque: Les chiffres désignant les oeufs, les larves et postlarves de sardine ne sont pas entre parenthèses.

Les chiffres désignant les oeufs, les larves et postlarves d'autres poissons sont entre parenthèses.

A = argileux, S = sableux, ALS = argileux-limoneux-sableux

Le filet à plancton de type «Helgoland» (K ü n n e, C. 1933), a une ouverture de 143 cm, à partir de laquelle la toile va en s'élargissant en forme de cône renversé, et à une distance de 60 cm de l'ouverture, son diamètre est de 160 cm. La partie inférieure du filet (soie No 0, avec mailles de 0,516 mm) mesure 208 cm de longueur. Ce engin qui permet l'analyse quantitative du matériel est notre engin de base pour ce genre de recherches.

La troisième type de filet était aussi de forme cônica. Son ouverture mesurait 1 m de diamètre et sa longueur totale était de 1,5 m; il était en étamine avec mailles de 1 mm<sup>2</sup>. On l'employait pour les pêches à la lumière artificielle, la source lumineuse étant une ampoule de 400 W.

En mer libre on opérait exclusivement de nuit.

Le filet en stramine était traîné obliquement-horizontalement, selon la méthode fixe, employée par l'expédition «Hvar» en 1943—1949. Le filet était descendu pendant la marche du bateau et traîné pendant 30 min. en direction de la station. La profondeur maximale à laquelle opérait l'engin était régulière du moyen de poids et en filant le câble. Aux stations 1, 3, 4, 5, 6, 7 et 8, le filet était lesté par un poids de 36,5 kg et le câble largué de 200 m, de sorte qu'au commencement de la pêche l'engin descendait à 53 m environ. Aux stations 9, 10 et 12 le filet était également lesté par un poids de 36,5 kg et le câble largué de 150 m de sorte que le filet était immergé à une profondeur maximale de 35 m environ. Au stations 2, 11, 14 et 13, la surcharge du filet était de 25 kg, et le câble, filé de 100 m descendait au début jusqu'à 20 m environ. Pendant la durée de la traîne, le câble était raccourci 9 fois à des intervalles réguliers de sorte que le filet traversait uniformément les couches d'eau de mer.

Le filet de type «Helgoland» était lesté d'un poids de 10 kg et immergé à toutes les stations où le bateau stoppait; on le relevait ensuite verticalement depuis la profondeur de 5 m au-dessus du fond sous-marin jusqu'à la surface de la mer, à deux reprises, et à une vitesse d' 1/2 m à la seconde. Les deux échantillons étaient conservés dans le même récipient.

Le filet en étamine était aussi utilisé pendant les arrêts du bateau. Il servait à récolter les premiers stades de développement des poissons à phototropisme positif. On immergeait le filet à 1 m au-dessous de la surface de la mer pendant que l'ampoule de 400 W était suspendue à 1 m environ au-dessus de la surface de façon à être hors d'atteinte des vagues. Au bout de 20 minutes d'éclairage on halait le filet. Etant donné qu'il était teint en couleur foncée, et qu'on opérait en mer par des nuits sans lune, toute autre influence lumineuse était exclue.

Le matériel recueilli était conservé dans du formol à 2% neutralisé.

Pour chaque station, des observations météorologiques ont été faites et les renseignements hydrologiques notés. La température de l'eau de mer (en° C) était mesurée au moyen d'un thermomètre à renversement de marque Richter et Wiese, Berlin. En vue de la détermination de la salinité on a prélevé des échantillons d'eau de mer au moyen de la bouteille de Nansen. Avec ces deux instruments (thermomètre et bouteille) on a opéré à 0 m et 20 m de profondeur et à 5 m au-dessus du fond sous-marin.

Les travaux ultérieurs étaient effectués à terre en laboratoire. L'analyse des échantillons d'eau de mer pour le dosage de la salinité (S ‰) a été faite par détermination de la chlorinité, d'après la méthode des burettes Mohr et Knudsen et de l'eau de Copenhague. Le volume du zooplancton était mesuré par la méthode de sédimentation. Chaque prélèvement conservé était versé avec le liquide dans de hautes éprouvettes graduées. Au bout de 24 heures, on lisait le chiffre indiquant le volume du zooplancton sédimenté. L'examen de chaque échantillon se faisait par petites quantités dans les cuvettes de Petri pour séparer les oeufs, les larves et les postlarves de poissons. Afin que l'examen soit plus minutieux, les échantillons de zooplancton étaient examinés au binoculaire pour mettre de côté certains exemplaires d'ichtyoplancton ayant pu échapper à l'examen macroscopique, et aussi pour découvrir l'apparition de zooplanctons plus importants. Leur fréquence était désignée par les signes usuels cc, c, +, r, rr, afin d'obtenir des données indispensables à la connaissance des relations plus significatives entre les espèces de l'ichtyoplancton et le reste du zooplancton (prédateurs, compétiteurs et autres).

Les larves et les postlarves de toutes les espèces de poissons ramenées dans les échantillons de plancton ont été identifiées et dénombrées au binoculaire; les mesures effectuées au micromètre oculaire. La délicate nageoire primordiale des larves et la nageoire caudale des postlarves étant ordinairement endommagées, celles-ci n'ont pas été prises en considération lors des mensurations. La longueur des larves était mesurée de l'extrémité du museau à la fin de la notochorde et les postlarves de l'extrémité du museau à la base de la nageoire caudale. Pour acquérir une certaine connaissance de la composition de la population planctonique de sardine, les postlarves étaient groupées en classes de taille avec un intervalle de 2 mm. Chaque classe était désignée par la limite inférieure de l'intervalle. On a également dénombré les oeufs de sardine et mesuré leur diamètre, et, étant donné le but de ce travail, on a déterminé également leurs stades embryonnaires.

On dispose d'une littérature abondante relative à la terminologie et à la classification de la première phase de la vie du poisson. Divers auteurs, pour les exigences de leurs travaux, ont divisé cette première phase en un nombre différent de stades. Il convient de mentionner ici quelques uns de ces auteurs. Les auteurs suivants ont établi une classification pour tous les stades de développement: de Buen, 1927, p. 301; Mansueti, 1958, p. 5; Nakai et Hattori, 1962, p. 2; Rass, 1946, p. 142, 143. Pour les stades qui suivent l'éclosion, certains auteurs ont proposé une classification dont: Hildebrandt et Cable, 1930, 1934; Kuntz, 1916, 1918; Kyle et Ehrenbaum, 1929, p. 68, XIIc; McInthosh et Masterman, 1897, p. 25, 26, et Roule et Angel, 1930. En ce qui concerne les oeufs, nous mentionnons les divisions adoptées par Ahlstrom, 1948; Scofield, 1934, et Gamulin et Hure, 1955.

Étant donné ces terminologies et classifications différentes des stades planctoniques du poisson, il nous semble utile de déterminer exactement la classification que nous avons adoptée dans ce travail:

- 1) le stade de l'oeuf s'étend de la fécondation à l'éclosion.
- 2) le stade de la larve de l'éclosion à l'absorption complète de la vésicule vitelline. La nageoire est impaire.

- 3) *le stade de la postlarve* est caractérisé par l'absence de la vésicule vitelline. La bouche et les nageoires se forment. Le corps perd progressivement sa transparence, la pigmentation s'intensifie et se rapproche de la forme adulte.

Le stade de l'oeuf englobe la période de développement embryonnaire. Plusieurs auteurs ont divisé le développement embryonnaire de la sardine en un nombre différent de stades.

En ce qui concerne la classification des stades planctoniques de l'oeuf de sardine, *Sardina pilchardus* Walb., relative au développement embryonnaire, je m'en suis tenue à la classification parue dans »GFCM Studies and Reviews No. 1«, sous le titre »Standardisation of biometric and observation methods for Clupeidae (especially *Sardina pilchardus* Walb.) used in fisheries biology«, 1957 (rhéotipe). Dans notre travail, la classification des stades de développement de l'oeuf est abrégée, les onze stades (de I à XI) y étaient ramenés à cinq (de A à E, Fig. 3).

- A (=I) -ce stade englobe tous les oeufs ne présentant pas de développement visible, la segmentation n'ayant pas encore commencé, ou l'oeuf n'ayant pas été fécondé. L'espace périvitellin est restreint et le vitellus est de dimension normale.
- B (= II/IV) -ce stade englobe les oeufs dans lesquels la segmentation est déjà ébauchée jusqu'au stade où l'embryon entoure presque les 2/5 du vitellus. La partie de la tête est plus grosse et plus large que le reste de l'embryon.
- C (=V/VII) -ce stade comprend la période de développement dans l'oeuf jusqu'au moment où la taille de l'embryon atteint la goutte d'huile, tandis que le pli de la nageoire, à peine discernable, entoure la partie caudale du corps, libre et arrondie, et sur la face dorsale atteint presque la tête. Sur l'axe du corps apparaissent quelques somites. Dans l'oeil on distingue la pupille.
- D (=VIII/X) -ce stade englobe le développement à partir du moment où la libre partie caudale du corps atteint une longueur égale au reste du corps. La partie libérée de l'embryon n'entoure plus le vitellus, mais s'oriente dans l'autre sens, effectuant parfois une rotation de 90°. Le pli de la nageoire sur la face dorsale est aussi large que le corps lui-même, alors que sur la face ventrale il l'est un peu plus.
- E (=XI) -ce stade comprend le développement à partir du moment où la partie libre du corps est plus longue que celle qui porte la vésicule vitelline. Les somites sont visibles jusqu'à la pointe extrême de la partie caudale du corps qui est un peu effilé. Le pli de la nageoire est de 1 1/2 à 2 fois plus large que le corps. Les yeux sont encore incolores.

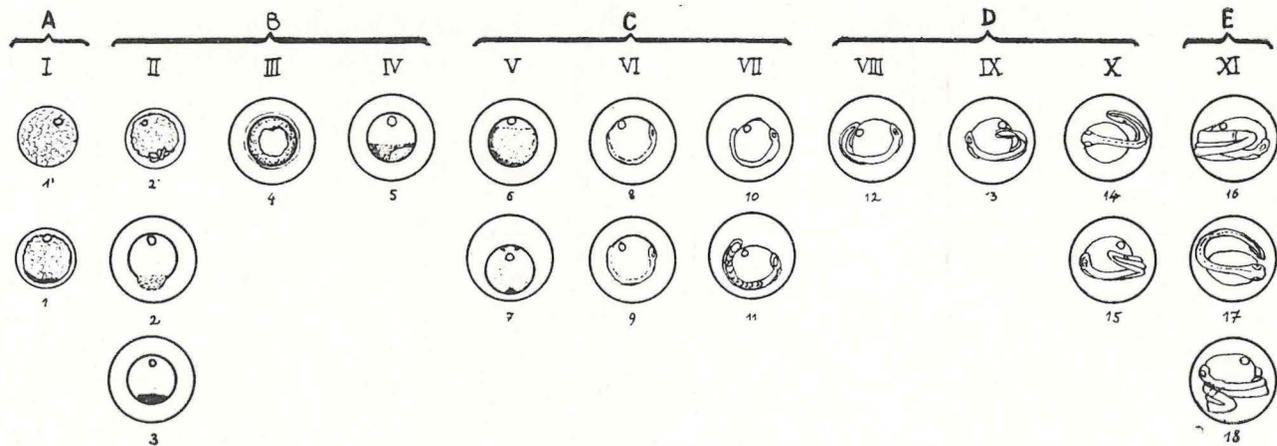


Fig. 3. *Classification des stades de développement des oeufs de sardine pendant la phase planctonique de sa vie.* (Échelle abrégée de A à E).  
(de la FAO CGPM Études et revues. No. 1. 1957. Rome)

Au cours du cycle de recherches on a prélevé, sur 14 stations de la région explorée, 196 échantillons — au moyen d'un filet en stramine et d'un filet en étamine — et 197 avec un filet Helgoland, donc, au total, 589 échantillons de zooplancton. Sur ce total, on a mis à part 29.003 oeufs de sardine et 77.009 oeufs d'autres poissons (en tout, 106.012 oeufs de poissons) et 5.459 larves, postlarves et jeunes stades de sardine, aussi que 34.548 larves et postlarves d'autres poissons (au total, 40.007 larves et postlarves de poissons). Les différents types de filets ont fourni le matériel suivant :

Tableau II. Nombre d'exemplaires pêchés au moyen des filets à plancton

Objet	Types de filets à plancton			
	en stramine	Helgoland	en étamine	
oeufs	de sardine	25.982	1.522	1.499
	d'autres poissons	57.438	8.581	10.990
	au total	83.420	10.103	12.489
larves et postlarves	de sardine	4.008	996	455
	d'autres poissons	19.256	10.496	4.796
	au total	23.264	11.492	5.251
Nombre total de prises au filet		196	197	196

La taille des larves et des postlarves de sardine capturées, variait dans les pêches au filet en stramine et au filet Helgoland de 2,58 à 23,44 mm, et au filet en étamine jusqu'à 80 mm.

Certaines larves et postlarves, ayant été endommagées, n'ont pu être identifiées que jusqu'au genre. On a pu, cependant, identifier complètement 68,4% des exemplaires récoltés.

Les captures, en pêches obliques, au moyen du filet en stramine, étaient plus abondantes que dans les trames verticales avec le filet Helgoland. Mais le pourcentage des oeufs de sardine, par rapport au nombre d'oeufs de tous les autres poissons était de 40,7% avec le filet en stramine et de 15,1% avec le filet Helgoland. De même aussi, le pourcentage de larves et de postlarves de sardine, par rapport au nombre de larves et de postlarves d'autres poissons, était de 17,2% avec le filet en stramine et de 8,7% avec le filet Helgoland. Ces chiffres indiquent donc un rapport (en %) d'environ de 2 : 1 entre la capture au filet en stramine et la capture au filet Helgoland, tant en ce qui concerne les oeufs, qu'en ce qui concerne les larves et les postlarves. La confrontation des résultats des pêches obliques et verticales a montré que la distribution des stades planctoniques de la sardine est, dans l'essentiel, à peu près semblable, dans les deux procédés de traîne. Aussi, en vue de l'analyse quantitative, avons-nous retenu les prises au filet Helgoland et réservé les prises au filet en stramine pour l'analyse qualitative de l'ichtyoplancton, le matériel provenant des pêches du filet en étamine étant destiné à l'étude de la phototaxie des jeunes stades de sardine.

COMPOSITION DES POPULATIONS DE LARVES ET DE POSTLARVES  
DE POISSONS

Résultats de l'analyse des pêches pour chaque  
partie de la région explorée

Dans toute la région explorée, on a récolté au filet Helgoland 11.492 larves et postlarves de poissons de 68 espèces différentes, 60 genres et 32 familles.

La classification des larves et des postlarves de poissons a été faite d'après le système de Tortonese (1958). Les espèces que nous avons identifiées sont mentionnées dans les tableaux, Appendice I. Elles étaient réparties comme il suit dans la région explorée:

- Baie de Trogir, 13 espèces, soit 19,1%
- Baie de Kaštela, 23 espèces, soit 33,8%
- Canal de Brač, 43 espèces, soit 62,6%
- Canal de Split, 26 espèces, soit 38,2%
- Eaux côtières de l'Adriatique ouvertes vers le large, 55 espèces, soit 83,1%

L'analyse de la distribution des stades planctoniques de poissons a montré que toutes les espèces trouvées n'étaient pas représentées dans tout les secteurs de la région explorée. Certaines étaient communes à plusieurs parties, alors que les autres ont été trouvées exclusivement dans un seul secteur de la région.

Dans l'ensemble de la région sur laquelle ont porté nos recherches, c'est-à-dire dans les baies de Trogir et de Kaštela, dans les canaux de Brač et de Split, ainsi que dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, on a enregistré onze espèces de poissons aux stades larvaire et postlarvaire, soit 16,2% de la totalité des individus capturés. Ces espèces sont les suivantes:

- Sardina pilchardus sardina* (Risso)
- Engraulis encrasicolus* (L.)
- Paracentropistis hepatus* (L.)
- Diplodus sargus* (L.)
- Cepola rubescens* L.
- Coris julis* (L.)
- Callionymus belemus* Risso
- Callionymus maculatus* Raf.
- Crystallogobius nilsoni* Dub. Kor.
- Arnoglossus thori* Kyle
- Arnoglossus laterna* (Walb.)

Dans la baie de Kaštela, dans les canaux de Brač et de Split, comme aussi dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large (mais pas dans la baie de Trogir) on a trouvé encore cinq espèces (7,4%) communes à ces régions:

*Micromesistius poutassou* (Risso)  
*Anthias anthias* (L.)  
*Pagellus bogaraveo* (Brünn.)  
*Trachurus trachurus* (L.)  
*Solea variegata* Don.

Deux espèces sont communes (2,9%) à la baie de Trogir, au canal de Brač et aux eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large:

*Merluccius merluccius* (L.)  
*Pagrus pagrus* (L.)

Six espèces (8,8%) sont communes aux canaux de Brač et de Split ainsi qu'aux eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large:

*Gadiculus argenteus argenteus* Guich.  
*Serranus cabrilla* L.  
*Boops boops* (L.)  
*Boops salpa* (L.)  
*Scorpaena scrofa* L.  
*Trigla lucerna* L.

Une seule espèce (1,5%) est commune à la baie de Trogir et aux eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large:

*Lepidopus caudatus* (Euphr.)

Une seule espèce également (1,5%) est commune à la baie de Kaštela et au canal de Split:

*Gadus (Trisopterus) merlangus merlangus* L.

Trois espèces (4,4%) sont communes à la baie de Kaštela et au canal de Brač:

*Phycis phycis* (L.)  
*Onos mediterraneus* (L.)  
*Chromis chromis* (L.)

Une seule espèce (1,5%) est commune à la baie de Kaštela et aux eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large:

*Nerophis ophidion* (L.)

Les aires du canal de Brač et des eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large possèdent en commun huit espèces (11,3%):

*Trachinus draco* L.  
*Scomber scombrus* L.  
*Carapus acus* (Brünn.)  
*Carapus dentatus* (Cuv.)

*Scorpaena porcus* L.  
*Eutrigla gurnardus* (L.)  
*Lepidotrigla cavillone* (Lac.)  
*Arnoglossus grohmanni* Bp.

Le canal de Split et les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large comptent trois espèces (4,4%) communes:

*Cyclothone braueri* J esp. Taan.  
*Diaphus rafinesquei* (Cocco)  
*Callionymus phaëton* Gthr.

Une espèce unique a été enregistrée pour la baie de Trogir seulement (1,5%):

*Syngnathus (Siphonostoma) typhle* L.

Dans le canal de Brač, exclusivement, on trouve huit espèces (11,8%):

*Argentina sphyraena* L.  
*Maurolicus muelleri* (Gm.)  
*Syngnathus phlegon* Risso  
*Pagellus erythrinus* (L.)  
*Diplodus annularis* (L.)  
*Mullus barbatus* L.  
*Gobius geniporus* Val.  
*Gobius (Deltentosteus) marmaratus* Risso

Seulement pour l'aire des eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large on a enregistré dix-huit espèces (26,4%):

*Vinciguerria attenuata* (Cocco)  
*Electrona rissoi* (Cocco)  
*Myctophum (Hygophum) benoiti* (Cocco)  
*Myctophum (Hygophum) hygomi* (Ltkn.)  
*Myctophum (Bentho sema) glaciale thori* Taan.  
*Gonichthys coccoi* (Cocco)  
*Diaphus gemellarii* (Cocco)  
*Myctophum (Lampanyctus) alatum* Goode e. Bean  
*Lestidium sphyraenoides* (Risso)  
*Lampanyctus maderensis* (Lowe)  
*Belone belone* (L.)  
*Zeus faber* L.  
*Apogon imberbis* (L.)  
*Mullus surmuletus* L.  
*Scomber (Pneumatophorus) japonicus colias* Gm.  
*Parophidion vassali* (Risso)  
*Arnoglossus rueppeli* Cocco  
*Solea vulgaris vulgaris* Quens.

### Discussion des résultats

L'identification des stades planctoniques des poissons a permis de connaître la composition des populations des diverses espèces de poissons à la phase planctonique de leur vie. L'analyse des populations nous montre que, seules les larves et les postlarves de 11 espèces de poissons étaient communes à toute la région explorée, alors que les autres espèces étaient limitées à des aires plus restreintes. Le nombre des espèces de poissons, à la phase planctonique de leur vie, va en diminuant de la région explorée des eaux côtières de la mer ouvertes vers le large aux eaux des régions fermées.

Pour déterminer les rapports entre les populations de larves des diverses espèces de poissons, en relation avec la survie des larves et des postlarves de sardine, les larves et les postlarves des espèces de poissons trouvées dans la communauté planctonique en même temps que celles de sardine nous ont plus spécialement intéressé, comme susceptibles d'être, pour ces dernières, des prédateurs ou des concurrents potentiels, pouvant, de ce fait, agir sur leurs chances de survie.

La distribution horizontale des larves et des postlarves de poissons dans les régions sur lesquelles ont porté nos recherches traduit l'influence de la haute mer dans la région des canaux de l'Adriatique moyenne. Ainsi, dans la baie de Trogir, il est évident que les postlarves de l'espèce *Lepidopus caudatus* (Euphr.) y ont été transportées du large. L'habitat de la forme adulte de cette espèce se borne, en effet, aux parages de la fosse de Jabuka, de Palagruž, au sud de l'île de Mljet, et au large des eaux albanaises (Karlovac, O., données non publiées). La présence de postlarves de poissons bathypélagiques avec organes lumineux, appartenant aux espèces *Cyclothone braueri* Jesp. Taan. et *Diaphus rafinesquei* (Cocco) dans le canal de Split, peut être expliquée de façon analogue. Leurs formes adultes vivent au large de l'Adriatique sud, mais des postlarves de la première espèce ont été rencontrées aussi au large de l'Adriatique moyenne (Karlovac, J. 1953). Dans le canal de Split on a également noté des postlarves de l'espèce *Callionymus phaëton* Gthr., forme des grands profondeurs. Dans le canal de Brač, on rencontre des postlarves de la forme bathypélagique avec organes lumineux, *Maurolicus muelleri* (Gm.). Cette espèce, au stade de postlarve, a été constatée dans toute l'Adriatique, alors qu'à tous les stades de son développement, on ne l'a trouvée que dans la fosse de Jabuka (Karlovac, J. 1953). Quant à l'espèce *Argentina sphyraena* L., dont les postlarves étaient présentes dans le canal de Brač, on sait que ses postlarves sont répandues au large de l'Adriatique (Karlovac, J. 1949) et que ses formes adultes sont représentées dans toute l'Adriatique ouverte, sauf dans sa partie septentrionale (Karlovac, O., données non publiées). Les trouvailles de telles espèces, dans la région des canaux, plaident en faveur de la supposition relative à l'influence de la pleine mer sur la région fermée de l'Adriatique moyenne et de l'importation des larves et des postlarves de poissons du large.

Des pêches quantitatives au filet Helgoland, nous ont permis de recueillir des données confrontables sur la densité des larves et des postlarves de chaque espèce de poisson. Les espèces *Engraulis encrasicolus* (L.), *Sardina pilchardus sardina* (Risso), *Paracentropistis hepatus* (L.) et *Diplodus sargus*

(L.) sont présentes dans les régions explorées, en plus de 2 exemplaires par coup de filet. Dans le tableau III sont reportées aussi les larves et les post-larves de ces espèces de poissons qui apparaissent en nombre relativement plus élevé. Les quantités d'individus pêchés sont calculées pour un trait vertical, compte tenu des mois de leur apparition.

Tableau III. Nombre moyen de larves et de postlarves par pêche, relativement plus élevé dans diverses régions, au cours du cycle de recherches

Espèce	Baie de Trogir	Baie de Kaštela	Canal de Brač	Canal de Split	Eaux côtières de la mer ouvertes vers le large
<i>Sardina pilchardus sardina</i> (Risso)	2	3	6	7	52
<i>Engraulis encrasicolus</i> (L.)	5	4	36	15	15
<i>Gadus (Trisopterus) merlangus merlangus</i> L.		2			
<i>Micromesistius poutassou</i> (Risso)			2		
<i>Paracentropistis hepatus</i> (L.)	3	2	30	11	11
<i>Anthias anthias</i> (L.)					3
<i>Pagellus erythrinus</i> (L.)			2		
<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünn)				12	7
<i>Diplodus sargus</i> (L.)	10	3	5	11	8
<i>Boops boops</i> (L.)			2		5
<i>Boops salpa</i> (L.)			2		
→ <i>Trachurus trachurus</i> (L.)				5	2
<i>Cepola rubescens</i> L.			4	2	3
<i>Coris julis</i> (L.)			2	2	
<i>Callionymus maculatus</i> Raf.	5		2	2	
<i>Crystallogobius nilssonii</i> Dub. Kor.	5			3	
<i>Scorpaena scrofa</i> L.			3		3
<i>Arnoglossus grohmanni</i> Bp.					2
<i>Arnoglossus thori</i> Kyle				2	
<i>Arnoglossus luterna</i> (Walb.)	2			3	

On a noté des différences évidentes dans la distribution saisonnière des larves et des postlarves de poissons. A l'encontre de la distribution de printemps, d'automne et d'hiver de la sardine, les larves des autres poissons ont été principalement capturés en été.

On peut voir que la période extensive des pêches plus pauvres en larves et en postlarves des autres espèces de poissons coïncide généralement avec la période d'apparition des premières stades planctoniques de la sardine — de l'automne au printemps (Fig. de 4 à 8). Pendant l'autre période plus favorable de l'année — entre mai et octobre — les pêches étaient plus riches, tant

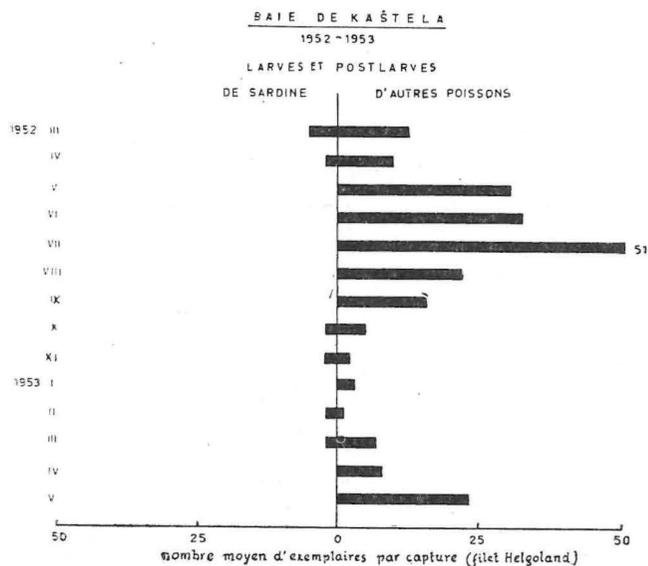


Fig. 4.

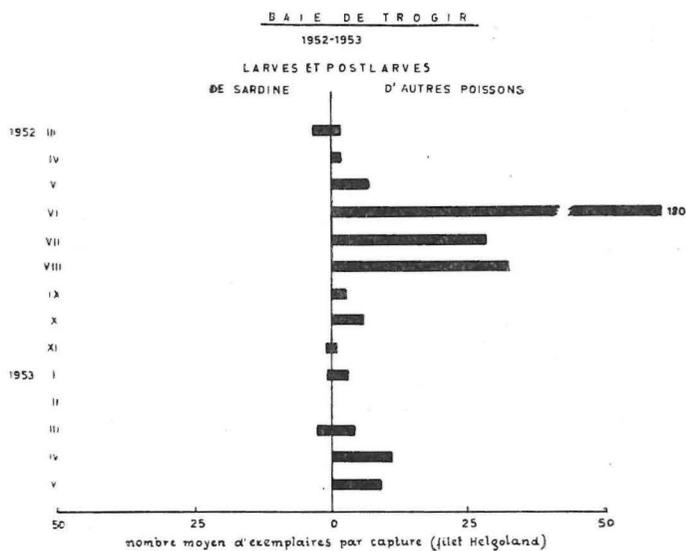


Fig. 5.

Fig. 4 et 5. Distribution saisonnière des stades, larvaire et postlarvaire, de poissons (de sardine par rapport aux autres espèces). Baies de Kaštela et de Trogir.

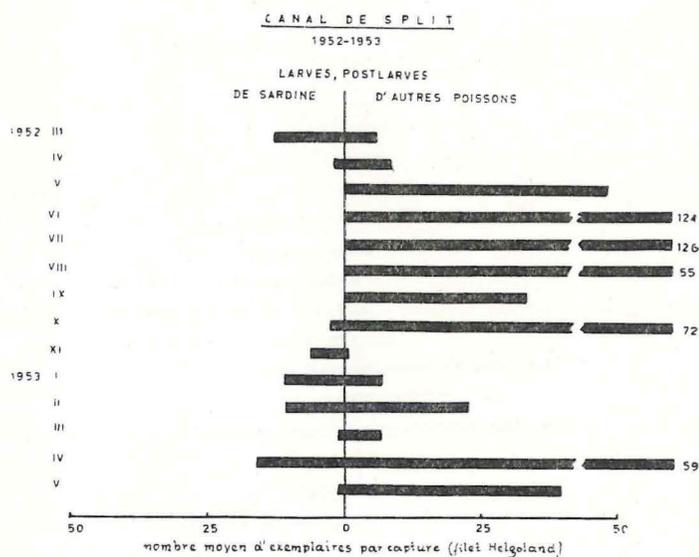


Fig. 6.

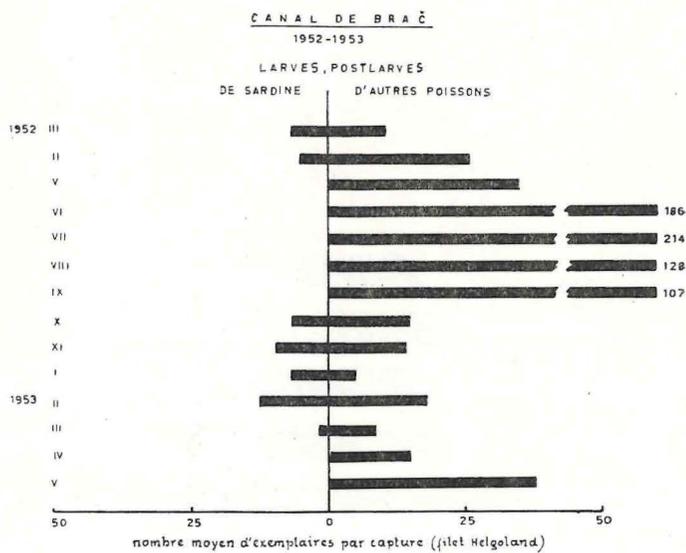


Fig. 7.

Fig. 6 et 7. Distribution saisonnière des stades, larvaire et postlarvaire, de poissons (de sardine par rapport aux autres espèces). Canaux de Split et de Brač.

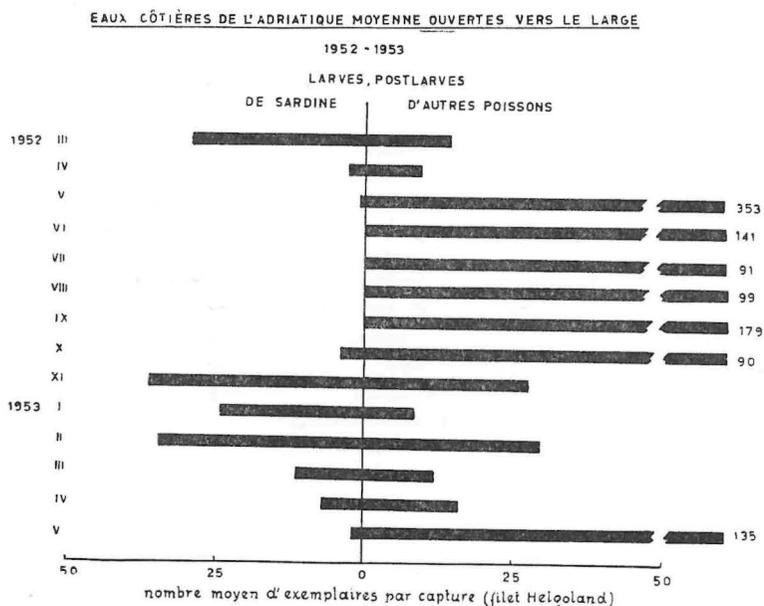


Fig. 8. Distribution saisonnière des stades, larvaire et postlarvaire, de poissons (de sardine par rapport aux autres espèces).

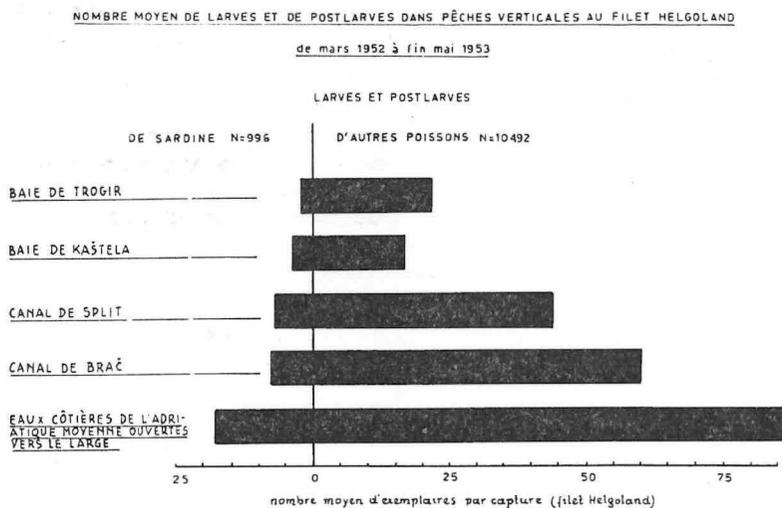


Fig. 9. Distribution des stades, larvaire et postlarvaire, de poissons (de sardine par rapport aux autres espèces) par région.

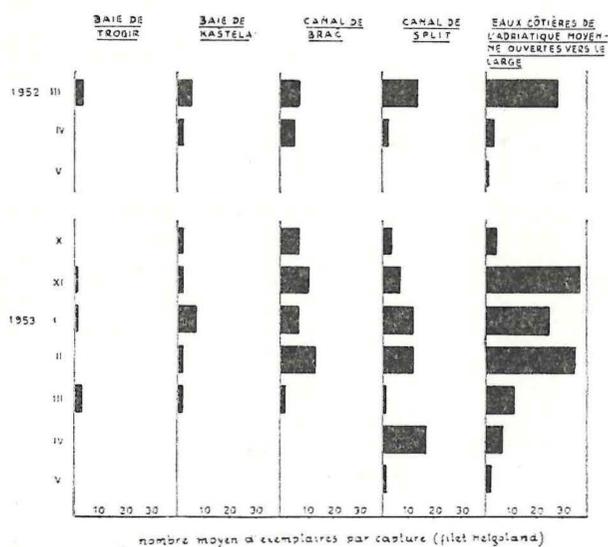


Fig. 10. Nombre moyen de larves et de postlarves de sardine par capture pour chaque mois et pour chaque région (1952/1953).

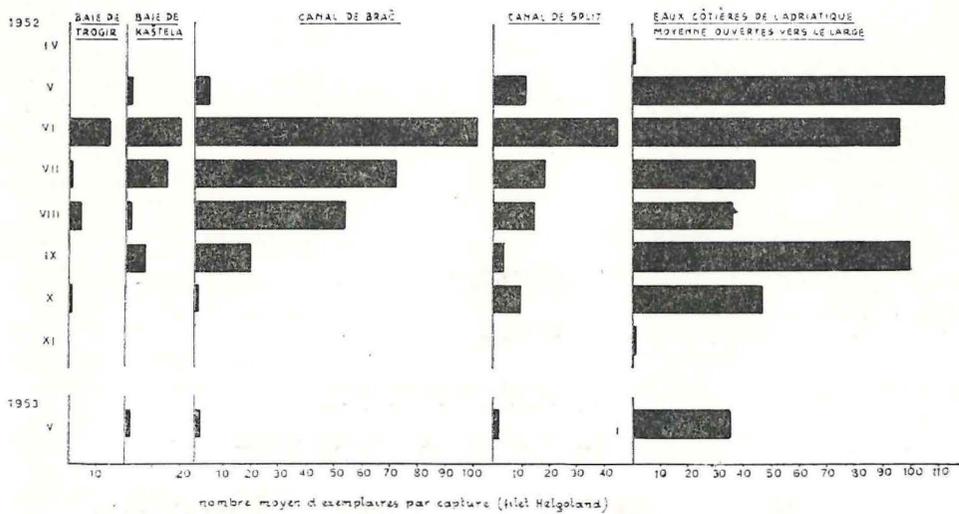


Fig. 11. Nombre moyen de larves et de postlarves d'anchois par capture pour chaque mois et pour chaque région (1952/1953).

quant du nombre d'exemplaires de jeunes stades des autres poissons, que quant au nombre des genres, dont plus de dix étaient présentés de façon constante dans chaque capture.

La distribution, suivant la région, des larves et postlarves de poissons a accusé aussi de notables différences. Les pêches planctoniques mensuelles étaient, généralement, plus riches en larves et en postlarves de poissons dans les canaux de Brač et de Split et dans les eaux côtières de l'Adriatique ouvertes vers le large que dans les baies de Trogir et de Kaštela (Fig. de 4 à 8).

La distribution de la fréquence du nombre moyen de larves et de postlarves, par capture, et par région, est indiquée sur la figure 9. L'histogramme nous présente un tableau de la distribution générale de la sardine, d'une part, et des autres poissons, d'autre part, et nous montre que la distribution de ces deux groupes — si nous comparons chaque région l'une avec l'autre — présente un rapport directement proportionnel.

Parmi toutes les larves et postlarves de poissons, les plus abondantes dans nos prises étaient celles d'anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) et de sardine (*Sardina pilchardus sardina* Walb.). L'apparition des premiers stades de ces deux espèces ne se produit pas à la même époque de l'année. Les stades précoces de la première espèce sont présents dans le plancton d'avril à novembre, tandis que ceux de la sardine le sont d'octobre à mai. Leurs apparitions ne coïncident donc pas, mais sont complémentaires; c'est pourquoi l'anchois n'a pratiquement aucune signification en tant que concurrent de la sardine. Les premiers stades de l'anchois apparaissant à l'époque la plus propice de l'année, leur abondance en est d'autant plus grande. Il est probable que le fait d'apparaître à une saison de l'année plus favorable ne peut que grandement contribuer à une plus large survie des jeunes stades de cette espèce, contrairement à ce qui se passe pour la jeune sardine, d'elle — même délicate, qui doit passer la phase la plus sensible de son développement dans les conditions plus rudes de la mauvaise saison (Fig. 10 et 11).

### Conclusions

1. On a trouvé que les larves et les postlarves de la région explorée proviennent de 68 espèces de poissons (60 genres, 32 familles).

2. La composition des populations de larves et de postlarves varie suivant les secteurs de la région explorée. Le nombre des espèces communes aux différents secteurs de cette région est limité.

3. La distribution générale, horizontale, des larves et des postlarves de poissons a indiqué un mouvement de l'eau de la mer ouverte en direction des canaux, ainsi que l'effet de la montée des eaux de mer.

4. On a établi la densité des larves de diverses espèces de poissons en tant qu'éléments accompagnateurs ou complémentaires des larves de sardine dans les différents secteurs de la région explorée. Elle était plus élevée dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large et dans les canaux de Brač et de Split que dans les zones fermées de la région soumise aux investigations, telles que les baies de Trogir et de Kaštela.

5. On a établi la distribution saisonnière des larves et postlarves de poissons. A la différence des larves et des postlarves de sardine, apparaissant de l'automne au printemps, la plupart des larves des autres poissons étaient présentes durant les mois d'été.

6. Parmi toutes les larves et postlarves, les plus abondantes sont celles de l'anchois et de la sardine. Elles sont complémentaires dans leur apparition.

## DISTRIBUTION ET TRANSPORT DES STADES PLANCTONIQUES DE LA SARDINE

Résultats de l'analyse des prises, suivant les régions

### La haute Adriatique

Jusqu'à présent, au large de l'Adriatique, on avait étudié la distribution des oeufs (Gamulin, T. 1954), des larves et des postlarves (Karlovac, J. 1953) d'après le matériel planctonique provenant, en majeure partie, de l'expédition du «Hvar» qui avait croisé 13 mois au large de l'Adriatique (1948-1949). Gamulin T. a laissé prévoir l'existence d'une aire de ponte au large de l'Adriatique, à l'ouest de Dugi Otok.

Pour tenter de connaître la dynamique des déplacements des jeunes stades de sardine en Adriatique ouverte, nous nous servirons du matériel de l'expédition «Hvar». Etant donné la nature de la tâche principale de cette campagne (populations de poissons benthiques) et des difficultés techniques, l'exploration de chaque région de l'Adriatique n'a pu être combinée, quant au temps, comme l'aurait exigé l'étude de cette espèce. En ce qui nous concerne, la période la plus favorable à nos recherches a été mars 1948. Le matériel de cette période nous convenait parce que, dans la région de la haute Adriatique moyenne, les travaux de l'expédition, en mars 1948, avaient été réalisés dans un bref intervalle de temps et dans la majeure partie de la haute Adriatique moyenne; de plus, une partie des stations jalonnait l'aire de ponte du large de l'Adriatique. Sur les stations de travail, on peut combiner quatre coupes longitudinales, à peu près à égale distance l'une de l'autre, englobant la partie nord-ouest de la haute Adriatique moyenne, entre nos côtes et les côtes italiennes. Ces coupes, avec les numéros des stations respectives, sont représentées sur la figure 12.

Au cours de ce mois, toutes les stations situées au nord-ouest de la fosse de Jabuka, et au-dessus d'une profondeur de 150 m, étaient positives en larves et en postlarves de sardine, alors que les autres stations placées au sud-est de la fosse, au-dessus de profondeurs situées entre les isobathes de 150 et 200 m étaient négatives. Les exemplaires capturés (479) présentent une large amplitude des variations de longueur de 2,02 à 21,72 mm. Les spécimens ont été classés en groupes de taille avec intervalle de 2 mm, mais les larves mesurant de 2,02 à 5,99 mm (exemplaires avec vesicule vitelline) forment le groupe de longueur de 4 mm. Des larves de sardine étaient présentes sur les coupes 2, 1 et 3 (ordre de succession d'après l'abondance en larves pour une pêche), tandis qu'elles étaient absentes sur la coupe 4 au voisinage des côtes italiennes. L'analyse des polygones de fréquence des larves et des postlarves de sardine

pour les quatre coupes étudiées (Fig. 13) décèle une composition hétérogène de la population. Sur la coupe 1, l'abondance de l'apparition de larves de sardine indique l'existence d'une aire de ponte locale, et les groupes de longueur des postlarves renforcés témoignent de l'arrivée d'individus de taille correspondante venus du voisinage. La coupe 2 est remarquable par sa richesse en larves de sardine. L'analyse de la fréquence des tailles décèle la diversité de compositions de la population des postlarves, ressemblées en trois groupes de longueur différente. Ceci semble indiquer que ces groupes de taille ont été enrichis par l'arrivée de contingents venus du voisinage. Les coupes 2 et 3 traversant l'aire de ponte elle-même, on devait s'attendre à y trouver des larves. Sur le polygone de fréquence des longueurs des larves et des postlarves

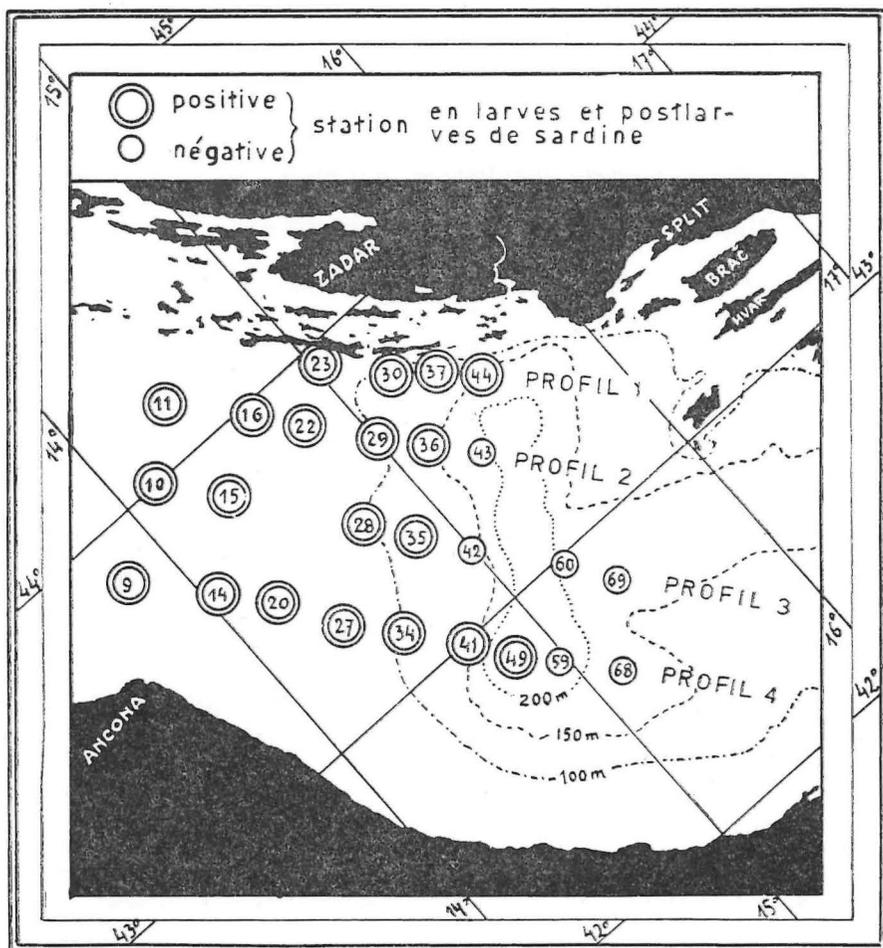


Fig. 12. Stations de l'expédition «Hvar» de biologie de la pêche en mars 1948 au large de l'Adriatique moyenne.

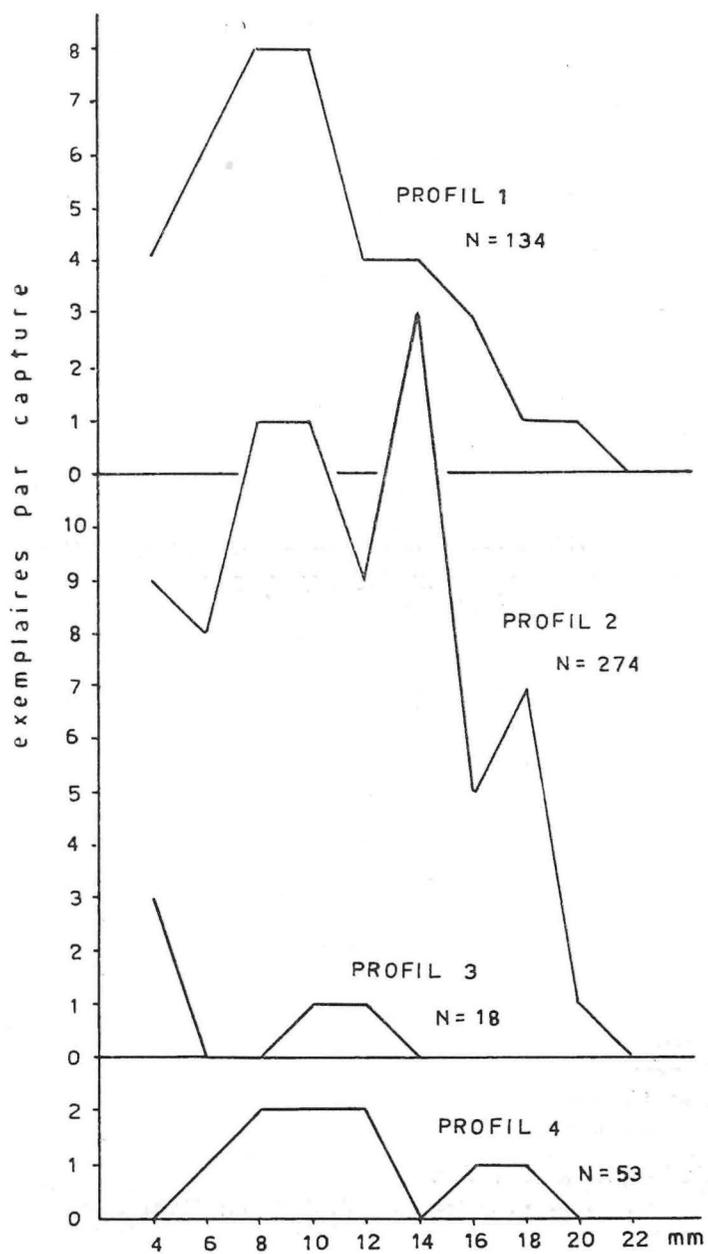


Fig. 13. Polygones de distribution de la fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine sur les profils au large de l'Adriatique moyenne, en mars 1948.

de la coupe 3, on reconnaît la présence d'une population particulière de postlarves constituée par des groupes de longueur de 10 et 12 mm, ce qui nous amène à conclure qu'elle n'est pas d'origine locale. Sur la coupe 4, vis-à-vis des côtes italiennes on n'a pas pris de larves de sardine, mais des postlarves seulement. Elles appartiennent à deux groupes: le premier fait partie du groupe de longueur des larves qui viennent à peine d'absorber le vitellus, c'est-à-dire d'une longueur de 6 mm, et englobe également les groupes de longueur jusqu'à 12 mm; l'autre groupe, plus âgé, comprend les spécimens de postlarves ayant entre 16 et 18 mm. Il est donc évident que les postlarves de cette coupe ne sont pas d'origine locale, mais y ont été très probablement transportées de l'aire de ponte mentionnée.

On a trouvé les plus grandes postlarves sur les coupes 1 (à proximité des côtes yougoslaves) et 4 (près des côtes italiennes). L'analyse de la composition des populations, d'après la longueur, des quatre coupes permet d'étayer la supposition que les postlarves sont distribuées en ordre dispersé en haute Adriatique moyenne et qu'elles sont, en grande partie, transportées des aires de ponte vers les deux rivages opposés de l'Adriatique, mais en plus grandes quantités vers les côtes yougoslaves. La dispersion des postlarves de sardine, à partir de l'aire de ponte, dans diverses directions pourrait être mise en relation avec le courant entrant dans le sens nord-ouest, parallèlement à nos côtes, d'une part, et avec des courants transversaux intermittents, se dirigeant vers le littoral italien, d'autre part.

#### Baie de Trogir (Appendice II a, Fig. 5)

Dans la baie de Trogir on a trouvé un très pauvre matériel: un seul oeuf de sardine (avril 1952), cinq larves (trois en mars, une en novembre 1952, et une en janvier 1953, mesurant entre 3,66 à 4,30 mm) et trois postlarves (en mars 1953, longues de 10,3; 15,1 et 18,1 mm).

L'apparition de larves et d'oeufs en mars et avril 1952 plaide en faveur de la supposition que la ponte de la saison 1951/1952 a duré plus longtemps que celle de 1952/1953, quand nous n'avons trouvé des larves que jusqu'en janvier 1953. L'absence d'oeufs et de larves de sardine en février de cette même année, suivie de l'apparition de sardines au stade de postlarves en mars de la même année (appartenant à divers groupes de longueur), permet de supposer que les postlarves ont été transportées des environs par les courants marins jusque dans la baie de Trogir. Le petit nombre de larves trouvées dans la baie de Trogir indique le périmètre très restreint des déplacements des larves nouvellement écloses en dehors de la baie; et montre, de plus, que, en 1952 et 1953, la ponte a eu lieu dans une aire très limitée, ou dans la baie elle-même, ou à proximité immédiate.

#### Baie de Kaštela (Appendice II b, Fig. 4)

Au cours des recherches faites dans la baie de Kaštela on a pêché, au total, 291 oeufs, 43 larves et 26 postlarves de sardine. Vers la fin de la saison de ponte 1951/1952, on a trouvé des oeufs en mars (au nombre de 149), en avril (132) et, durant la saison de ponte 1952/1953, en octobre (3 exemplaires) et en novembre (7 exemplaires). — En 1952, on a récolté des larves en mars (12 exemplaires d'une longueur moyenne de 4,52), en avril (5 exemplaires d'une

longueur moyenne de 4,37 mm), en octobre (6 exemplaires mesurant en moyenne 4,87 mm), en novembre (2 exemplaires d'une longueur moyenne de 3,77 mm); en 1953, on en a capturé en janvier (12 exemplaires d'une taille moyenne de 4,87 mm) et en février (6 exemplaires mesurant en moyenne, 4,84 mm). — En 1952, on a trouvé des postlarves dans les pêches planctoniques de mars (2 exemplaires d'une longueur moyenne de 7,09 mm), en avril (3 exemplaire d'une taille moyenne de 7,88 mm), en octobre (1 spécimen unique mesurant 9,03 mm), et un novembre (4 exemplaires d'une longueur moyenne de 13,12 mm); en 1953, des postlarves ont été pêchées, en janvier (10 exemplaires d'une longueur moyenne de 13,42 mm) et en avril (1 exemplaire unique qui mesurait 10,11 mm).

Dans la baie même (stations 13 et 14) on rencontre des oeufs de sardine en mars, avril et novembre 1952. A la station 12, à l'entrée du canal de Split dans la baie de Kaštela, des oeufs étaient présents pendant les mêmes mois, avec cette différence que, pendant la saison de la fraie 1952/1953, ils avaient déjà fait leur apparition en octobre.

La quantité d'oeufs de sardine trouvée en mars-avril 1952 traduit une ponte intensive au cours de la saison 1951/1952. La quantité d'oeufs dans les pêches planctoniques d'octobre et de novembre indique une faible intensité de ponte pendant la saison 1952/1953. La trouvaille de larves confirme aussi que la ponte de la sardine, au cours de ces deux saisons, n'a pas coïncidé strictement, c'est-à-dire que la ponte pendant la saison 1951/1952 s'est étendue à une période plus tardive englobant aussi le mois d'avril, alors que, pendant la saison 1952/1953, elle a déjà pris fin en février.

L'apparition de larves et de postlarves d'une longueur moyenne respective de 7,09 et 7,88 mm pendant la saison 1951/1952 signifie que les postlarves capturées sont originaires de la baie même. Part contre, l'absence de larves en mars et avril, et de postlarves en février 1953, de même que la présence de groupes de postlarves de sardine, à part, en mars et avril 1953, mesurant en moyenne 13,42 et 10,11 mm indiquent qu'elles ont été transportées par les courants marine du canal de Split dans la baie de Kaštela.

#### Canal de Split (Appendice II c, Fig. 6)

Dans cette région on a trouvé des oeufs de sardine en fin de saison de ponte 1951/1952 jusqu'en avril inclusivement, et, pendant la saison 1952/1953, d'octobre à février inclusivement. Au cours de toute la période des recherches on a pêché 87 oeufs, 30 larves et 33 postlarves de la même espèce. En fin de saison 1951/1952, des oeufs étaient présentes dans les pêches planctonique, en mars (24 exemplaires) en avril (18) et, pendant la saison 1952/1953, en octobre (23), en novembre (20) et en février (2). — En 1952, des larves de sardine ont été capturées en mars (9 exemplaires d'une longueur moyenne de 4,13 mm), en octobre (2 exemplaires mesurant, en moyenne 4,52 mm), en novembre (6 exemplaires d'une longueur moyenne de 4,30 mm), et, en 1953, en janvier (6 spécimens mesurant en moyenne 4,80), en février (6 exemplaires d'une taille moyenne de 5,02 mm), et en mai (1 seul exemplaire de 4,73 mm). — En 1952, des postlarves ont été récoltées en mars (4 exemplaires d'une longueur moyenne de 11,4 mm), en avril (2 exemplaires de 9,03 et 12,47 mm), en octobre (une

seule de 6,88 mm de longueur), et en 1953, en janvier (4 exemplaires d'une taille moyenne de 6,71 mm), en février (5 exemplaires mesurant en moyenne 6,75 mm), en mars (1 exemplaire unique de 8,30 mm de longueur), et en avril (16 exemplaires d'une taille moyenne de 10,54 mm).

La quantité d'oeufs pêchés en mars et avril 1952 indique que, pendant la saison 1951/1952, la ponte, assez active a duré jusqu'en avril. Pendant la saison 1952/1953 on a aussi trouvé des oeufs de sardine en assez grande quantité en octobre et en novembre, mais 2 seulement en février. La trouvaille de larves d'octobre à février prouve que la ponte s'est déroulée durant toute cette période, mais plus intensément en début de saison (octobre, novembre), et avec une plus faible intensité en janvier et février. Etant donné l'absence d'oeufs en mars et avril 1953, la trouvaille de larves en mai, ainsi que l'apparition d'un assez grand nombre de postlarves (16 exemplaires par pêche), dont les tailles variaient de 6,45 à 14,62 mm en avril, témoigne en faveur de leur transport des eaux côtières de la mer ouvertes vers le large dans le canal de Split, au cours de ces mois, ce qui apparaît d'ailleurs sur le graphique de la figure 25.

#### Canal de Brač (Appendice II d, Fig. 7)

Dans le canal de Brač on a capturé en tout 120 oeufs, 120 larves et 135 postlarves de sardine. Les oeufs de sardine font leur apparition à la fin de la saison de ponte 1951/1952 jusqu'à avril inclusivement, et, pendant la saison 1952/1953, d'octobre à février inclusivement. Vers la fin de la période de fraie 1951/1952 on en a trouvé en mars 75 et en avril 10 spécimens. Au cours de la saison 1952/1953, on a pêché des oeufs de sardine en octobre (2 spécimens), en novembre (11), en janvier (18) et en février (4). — En 1952, on a trouvé des larves en mars (30 exemplaires d'une taille moyenne de 4,34 mm), en avril (16 exemplaires d'une longueur moyenne de 4,72 mm), en octobre (27 exemplaires dont la taille moyenne était de 4,15 mm), en novembre (16 exemplaires mesurant en moyenne 4,91 mm), et en 1953, en janvier (12 spécimens d'une taille moyenne de 5,29 mm), en février (19 spécimens d'une longueur moyenne de 5,09 mm). — On a rencontré des postlarves en mars 1952 (5 exemplaires d'une taille moyenne de 10,75 mm), en avril (11 exemplaires d'une longueur moyenne de 6,80 mm), en octobre (6 exemplaires dont la taille moyenne était de 7,53 mm), en novembre (34 exemplaires d'une longueur moyenne de 9,68 mm), et en 1953, on en a trouvé en janvier (22 spécimens d'une taille moyenne de 7,64 mm), en février (46 exemplaires de 8,43 mm en moyenne), en mars (11 exemplaires d'une longueur moyenne de 13,08 mm), et en mai (un seul exemplaire de 13,76 mm).

Ces données montrent que, dans cette région, en fin de saison 1951/1952, la ponte de la sardine présentait une intensité moyenne et qu'elle a pris fin en avril. Pendant la saison suivante, on prévoit déjà le déclenchement de la ponte en octobre; de novembre à février elle est faible. Elle se termine en février et a, par conséquent, en 1952/1953, duré un mois de plus que pendant la saison précédente.

D'après la date de l'apparition d'oeufs sur les différentes stations du canal de Brač, nous pouvons conclure que la ponte précoce de la sardine (octobre,

novembre) se déroulait (sauf dans la partie la plus orientale) dans toute la région de ce canal et que la sardine sexuellement mûre cheminait à proximité de la côte du continent, de l'ouest à l'est. La ponte tardive (janvier, février) a lieu dans la moitié orientale du canal, et, à en juger d'après l'apparition d'oeufs, mois par mois, à la station 10 (au milieu du canal), il semble bien que les reproducteurs, à la fin de la saison de ponte, soient revenus en sens inverse, de l'est à l'ouest, plus près de l'île de Brač.

La composition de la population des postlarves de sardine, suivant la taille, en mars 1953 dans le canal de Brač indique une population hétérogène, constituée par deux groupes d'origine distincte qui semblent être issus, l'un de la ponte précoce, l'autre de la ponte tardive de la saison 1952/1953. Les postlarves de la classe de taille de 14 mm sont les plus fréquentes (station 8, Fig. 21). La structure de la composition d'après la taille, des larves et des postlarves de sardine, représentée par le polygone de fréquence des tailles indique l'afflux de postlarves venues des alentours en novembre 1952 et février 1953. En janvier 1953, l'arrivée de contingents de larves de la station 7 à la station 10 est bien évidente. Cela est prouvé, non seulement par la structure de la composition d'après la taille des larves et des postlarves, mais aussi par le rapport entre le nombre de larves de janvier et celui de février 1953 sur ces stations (Fig. 20, 23).

Eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large (Appendice II e, Fig. 8)

Dans cette région on a pêché, au total, 1023 oeufs, 330 larves et 268 postlarves. On a trouvé des oeufs à la fin de la saison de ponte 1951/1952 jusqu'en avril, et, pendant la saison de ponte 1951/1952, d'octobre à mai.

En fin de saison 1951/1952, on a trouvé des oeufs en mars (34 spécimens) et avril (132), et pendant la saison 1952/1953 en octobre (30), novembre (162), janvier (604), février (52), mars (1), avril (7) et mai (1). — On a trouvé des larves de sardine en 1952, en mars (41 exemplaires d'une taille moyenne de 4,43 mm), en avril (3 spécimens d'une longueur moyenne de 5,59 mm), en mai (1 exemplaire mesurant 5,16 mm), en octobre (13 exemplaires d'une taille moyenne de 4,35 mm), en novembre (96 exemplaires mesurant en moyenne 4,79 mm), et en 1953, en janvier (67 exemplaires d'une taille moyenne de 4,66 mm), en février (94 spécimens d'une longueur moyenne de 4,89 mm), en mars (9 exemplaires d'une taille moyenne de 4,74 mm), en avril (3 exemplaires d'une longueur moyenne de 4,59 mm), et en mai (3 exemplaires mesurant en moyenne 5,59 mm). — Des postlarves étaient présentes dans le plancton en mars 1952 (74 exemplaires d'une taille moyenne de 8,63 mm), en avril (8 exemplaires d'une longueur moyenne de 8,28 mm), en mai (1 exemplaire mesurant 15,47 mm), en octobre (2 exemplaires de 6,99 mm en moyenne), en novembre (46 exemplaires d'une taille moyenne de 8,88 mm), et, en 1953, en janvier (28 exemplaires d'une longueur moyenne de 7,94 mm), en février (43 exemplaires mesurant en moyenne 7,33 mm), en mars (36 exemplaires d'une taille moyenne de 9,89 mm), en avril (26 exemplaires d'une longueur moyenne de 11,84 mm), et en mai (4 exemplaires d'une taille moyenne de 11,07 mm).

En fin de saison 1951/1952, dans la région qui s'étend devant Splitska vrata (le détroit de Split, station 6) on a observé en mars et avril une ponte

d'une intensité plus forte, alors qu'en allant vers l'ouest (stations 5, 4 et 3) l'intensité de la ponte diminuait progressivement. Au cours de la saison de ponte de 1952/1953, la fraie se déclanche en octobre avec une forte intensité, mais devant Splitska vrata seulement (station 6), pour s'étendre ensuite de novembre à janvier à toute la région, et, la plupart du temps avec une assez forte intensité. En février, la ponte commence à diminuer et ne conserve une plus forte intensité que dans les parages en avant de l'île de Drvenik (station 4), tandis que de mars à mai elle décroît dans toute la région.

La trouvaille de larves confirme aussi la durée et l'intensité mentionnées de la ponte pour les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large. La densité des larves à nos stations prouve qu'elles ont été transportées de la zone de ponte plus active située dans la partie ouverte de l'Adriatique moyenne vers les stations de travail des eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large (en novembre 1952, station 6 et en février 1953, stations 3, 4 et 6) et de là jusque dans les canaux (janvier 1953, station 4). (Tableau IV).

Tableau IV. Oeufs et larves de sardine des eaux côtières ouvertes vers le large

Date	S t a t i o n s							
	6		5		4		3	
	oeufs	larves	oeufs	larves	oeufs	larves	oeufs	larves
1952/53.								
X	21	3	0	0	3	4	6	6
XI	17	44	40	27	76	11	29	14
I	225	26	149	31	212	4	18	6
II	6	10	12	7	32	33	2	38
III	0	3	1	1	0	3	0	2
IV	2	1	1	0	4	2	0	0
V	0	0	1	1	0	0	0	0
1951/52.								
III	20	23	4	4	6	1	4	12
IV	73	1	18	1	26	1	19	0
V	0	0	0	0	0	0	0	1

L'analyse de la fréquence des tailles des postlarves de sardine décèle la présence de deux groupes de taille en mars et novembre 1952, sur toutes les stations de la ceinture côtière ouverte vers le large: en janvier 1953 sur la station 3, en mars sur les stations 3 et 4, en avril sur la station 4 et en mai sur la station 5. La courbe montante en mars 1952, ainsi que sa bimodalité indiquent une arrivée de larves de la station 6 à la station 5. L'influence du transport qui s'effectue de la station 6 vers l'ouest, nous la remarquons aussi à la station 4 en mars et avril 1952, étant donné que, durant ces mois, sur les courbes de la fréquence des tailles, nous observons une arrivée accrue de larves appartenant à divers groupes de taille. Ceci est valable également pour le printemps 1953.

Dans les captures des stations 3 et 4 (mars et avril 1953) les échantillons de zooplancton contenaient les plus grandes postlarves de sardine des groupes de taille de 20, respectivement 22 mm. (Tableau V).



## Discussion des résultats

D'après les données exposées, il nous est permis de conclure que, dans les zones explorées, s'est déroulée une ponte locale, de moindres proportions, et même que, dans la baie de Kaštela et le canal de Split, pendant la saison 1951/1952, la densité des oeufs a été notable et même plus élevée que dans les eaux côtières ouvertes vers le large. Durant la saison 1952/1953, on y a enregistré en octobre également une densité des oeufs supérieure à celle des autres secteurs de la région explorée, ce qui y indique donc, à cette époque, l'existence d'une ponte locale. L'abondance des oeufs de sardine en mars et avril 1952, dans la baie de Kaštela, semble indiquer l'apparition d'une population plus petite nettement séparée (ou «recruit-spawners») qui s'est reproduite dans la baie au printemps. Cette supposition est aussi confirmée par le diamètre des oeufs planctoniques de sardine dans les canaux de Kaštela et de Split, comparé à celui des oeufs des autres régions. Sur la figure représentant les courbes de pourcentage des diamètres des oeufs de sardine (Tabl. VI, Fig. 14) on distingue l'apparition de deux groupes d'oeufs dans la bai de

Tableau VI Pourcentage des fréquences des oeufs de sardine en mars et avril 1952, en ce qui concerne le diamètre (N = 243)

Région	Diamètre des oeufs en unités ocularmicrométriques															
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Baie de Kaštela						0,4	2,5	6,2	4,9	4,9	7,8	4,9	0,4	0,4	0,4	
Canal de Brač								1,6	2,9	4,5	4,5	3,7	1,2	1,2	0,4	
Canal de Split	0,4		0,4	0,8	0,4					2,5	2,9	1,1				0,8
Eaux côtières ouvertes vers le large					0,4		0,8		4,9	4,5	8,2	7,4	5,3	4,5	0,8	0,4

Kaštela. Pour le premier groupe d'oeufs un mode s'établit à 1,419 mm de diamètre, et pour le second à 1,548 mm. Dans le canal de Split — bien que, dans nos échantillons, le groupe d'oeufs de moindre diamètre (entre 1,118 et 1,290 mm) soit représenté en quantité insignifiante — il constitue cependant, étant donné la valeur du diamètre, un groupe particulier, nettement séparé du groupe d'oeufs de diamètre supérieur. Dans le canal de Brač, rien n'annonce l'existence de deux groupes d'oeufs et dans la ceinture côtière de l'Adriatique moyenne ouverte vers le large, les oeufs d'un moindre diamètre ne présentant pas de sommet.

Les recherches de décembre 1953 et mars 1954 (Gamulin T. et Hure J., 1955) ont indiqué qu'en haute mer, dans les parages de Pelegrin, le diamètre des oeufs est plus grand. Une moyenne s'établissait à 1,57 mm. Dans ce travail nous n'avons pas de données sur les canaux. Etant donné que, selon Fraser

(1962), les poissons plus jeunes pondent des oeufs plus petits, il est probable, que dans la baie de Kaštela et le canal de Split, il s'agit d'une population particulière de sardine qui s'y reproduit pour la première fois.

Nos investigations ayant porté sur toute la saison de ponte de la sardine en 1952/1953, et seulement sur la fin de la saison précédente, nous pouvons confronter le cours de la période terminale des deux saisons de ponte. Cette confrontation montre que la ponte de la sardine, en fin de saison 1951/1952 et 1952/1953, n'a pas été semblable, ni en durée ni en intensité, dans toute la région explorée. Elle a pris fin en avril de la saison 1951/1952 et fin février pendant la saison 1952/1953. En fin de saison 1951/1952 la ponte était plus intensive qu'en fin de saison 1952/1953.

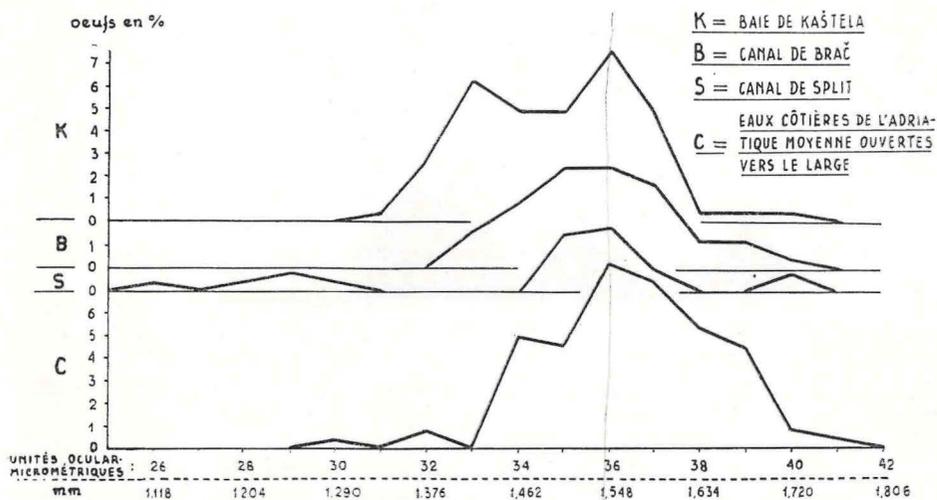


Fig. 14. Pourcentage de fréquence des oeufs de sardine en mars et avril 1952, suivant leur diamètre. (N = 243)

Gamulin T. et Hure J. (1955) ont établi, en s'appuyant sur l'apparition successive de chaque stade de développement »que la sardine ne se reproduisait qu'à des heures déterminées de la journée — entre 18 et 22 heures environ en décembre, et entre 19 et 24 heures en mars.«.

Nos échantillons, provenant exclusivement de pêches de nuit, pendant les nuits sans lune, nous avons pu analyser les données relatives aux œufs pêchés, au divers stades du développement embryonnaire en fonction de cette fraction du temps. Les résultats de l'analyse ont prouvé la périodicité de l'émission des œufs de sardine à des intervalles de temps réguliers. En nous basant sur l'ordre d'apparition de chacun des stades embryonnaires, nous avons pu établir que les stades avec début de segmentation (B stade) apparaissent le plus abondamment, au cours de la nuit, à des intervalles de trois heures environ. La plus grande quantité d'œufs à ce stade a été signalée vers 1800, 2100 et 2400, ce que montre le diagramme de la figure 15.

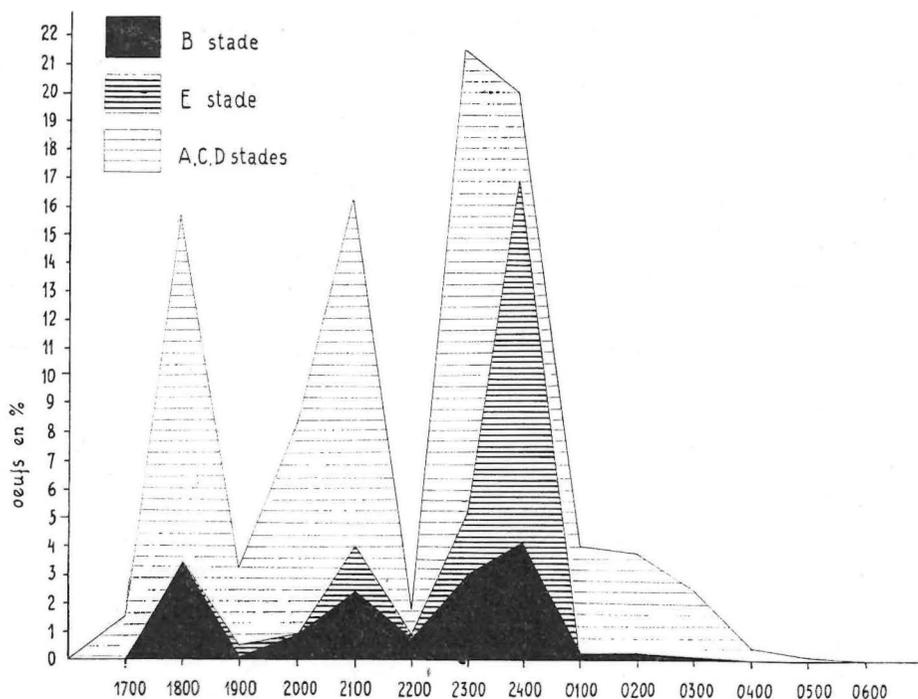


Fig. 15. Variations dans l'apparition des stades de développement des oeufs de sardine au cours des heures de la nuit.

La périodicité de l'expulsion des oeufs, se reflète sur la fréquence de l'apparition des larves et des postlarves de sardine au cours des heures de la nuit. L'analyse des renseignements recueillis relatifs à l'apparition des larves et des postlarves en fonction du temps, a indiqué aussi des maxima à des intervalles de temps correspondant à ceux de l'apparition d'oeufs dans le plancton.

Il n'a pas été possible de découvrir la cause de la périodicité de l'expulsion des oeufs. Dans le cas qui nous occupe, étant donnée qu'il s'agit de pêches nocturnes, pendant des nuits sans lune, le facteur lumière a été exclu. Seul le facteur temps a été pris en considération, la température et la salinité n'ayant pu entrer en ligne de compte, l'analyse ayant été faite d'après des données obtenues pendant toute la période des recherches dans toute la région explorée. Il est probable que certains facteurs physiologiques inconnus — pouvant être sous la dépendance des conditions externes — soient responsables de la périodicité de l'expulsion des oeufs.

L'analyse de la distribution des larves et des postlarves de sardine, dans l'espace et le temps, de même que la répartition des fréquences de leurs tailles, prouve l'existence d'un transport de ces stades d'une région à l'autre.

Le transport des larves et des postlarves de l'aire de ponte dans les régions adjacentes est l'un des facteurs pouvant avoir une influence sur la

survie. A l'époque où ont été faites ces recherches, les mesures des courants marins, n'ayant pas encore été effectuées dans la région explorée, nous avons basé nos conclusions relatives à l'influence des mouvements des masses d'eau sur le transport et la distribution des larves et des postlarves dans la région des canaux, sur l'étude de la composition, suivant la taille, des populations de larves et de postlarves et de leur abondance dans chaque région étudiée. Il nous a été aussi possible d'établir que le transport avait lieu des eaux côtières de la mer ouvertes vers le large dans le canal de Split par le détroit de Šolta (Šoltanska vrata), et non pas par le détroit de Split (Splitska vrata). Du canal de Split, les larves et les postlarves ont été entraînées plus loin jusque dans la baie de Kaštela. La signification négligeable du détroit de Split dans le transport des stades planctoniques de la sardine de la mer ouverte dans les canaux apparaît dans le fait que l'accroissement des populations de larves et de postlarves de sardine dans le canal de Brač a eu lieu aussi à partir du canal de Hvar, mais pas des eaux de la mer ouverte à travers le détroit de Split. Dans le canal de Brač lui-même, si on suit l'apparition des larves et des postlarves, on observe un transport de larves de la station 7 à la station 10. Ce fait est particulièrement discernable dans les pêches de janvier. La prise de janvier, à la station 10, contient moins de larves (2) qu'à la station 7 (10 larves), alors qu'en février, à la station 10, on avait capturé 6 larves, à la station 7, il n'y en avait pas. Ces chiffres traduisent donc clairement l'influence des eaux du canal de Hvar, ce que nous pouvons conclure de l'apparition de postlarves de groupes de tailles distincts. Les résultats des recherches sur la ponte de la sardine — effectuées au large de l'Adriatique moyenne et dans les canaux, pendant la saison 1956/1957, — plaident également en faveur de cette supposition (Karlovač J., 1964, et résultats non publiés).

La plus forte densité des larves et des postlarves de sardine dans les eaux côtières ouvertes vers le large par rapport à celle notée dans les autres secteurs de la région explorée doit être attribuée à la proximité de l'aire de ponte située au large de l'Adriatique moyenne. Sur les courbes de fréquence des tailles, nous observons en mars et avril un transport accru de larves appartenant à divers groupes de taille de la station 6 aux stations 5 et 4.

### Conclusions

1. On a prouvé l'existence d'un transport de larves et de postlarves de sardine d'un endroit à l'autre de la région explorée.

En haute Adriatique moyenne on a noté une distribution en ordre dispersé des postlarves de sardine, ainsi que leur transport de l'aire de ponte dans ce secteur de pleine mer vis à vis des côtes opposées de l'Adriatique. Dans la baie de Trogir, le déplacement a été limité, et les plus gros exemplaires de postlarves de sardine y ont été apportés de l'extérieur. Nous pouvons conclure à la présence, en baie de Kaštela, d'un groupe à part de postlarves, qui y a été transporté du canal de Split. Les larves et les postlarves, dans le canal de Split, sont, en partie, d'origine locale et, en partie, importées des eaux

côtières ouvertes vers le large. En se basant sur le transport des oeufs de sardine on a établi l'existence d'un mouvement de la sardine en état de reproduction dans le canal de Brač. En octobre et novembre on a observé, à proximité du continent, un déplacement des reproducteurs en direction est-ouest, et, en janvier et février, en sens inverse et plus près de rivages de l'île de Brač. On a découvert l'origine des larves de sardine des pontes précoce et tardive, ainsi que de l'afflux des larves et postlarves des régions environnantes. Dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large on a prouvé qu'elles arrivaient en abondance de la frayère située au large de l'Adriatique moyenne, où elles avaient éclos en janvier et février.

2. On a constaté que le transport des larves et des postlarves des eaux côtières de l'Adriatique ouvertes vers le large dans le canal de Split n'a pas eu lieu à travers le détroit de Split, mais à travers le détroit de Šolta, de même que, dans le canal de Brač, on sent l'influence plus forte d'un afflux de stades planctoniques de sardine venus du canal de Hvar que l'influence de ceux provenant des eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large à travers le détroit de Split.

3. On a prouvé, dans la région des canaux, l'existence d'une petite population de sardine nettement distincte qui s'y est reproduite au printemps.

4. On a établi, chez la sardine, la périodicité de l'expulsion des oeufs à des heures déterminées de la nuit, l'intervalle entre deux expulsions successives étant de trois heures environ.

5. On décrit l'allure de la ponte de la sardine dans chacun des secteurs de la région explorée. Considérée dans son ensemble la ponte, pendant la saison 1951/1952 a duré plus longtemps que pendant la saison 1952/1953.

#### »LA PERIODE CRITIQUE« DANS LA VIE PLANCTONIQUE DE LA SARDINE APRES SON ECLOSION

L'idée de Hjort (1914) sur une »période critique« (mortalité élevée) au cours de la première phase de la vie des poissons très féconds a été admise comme une hypothèse entièrement justifiée. D'après celui-ci, les larves, après avoir consommé entièrement le vitellus doivent disposer d'une quantité de nourriture suffisante et d'espèces leur convenant. L'abondance relative d'une classe annuelle est fonction de la présence ou du manque de nourriture pendant ce stade. Une classe annuelle riche exigerait la coïncidence de l'éclosion des oeufs avec le développement de certaines espèces de plantes ou de nauplies nécessaires à la nourriture des larves à peine écloses (Hjort, 1926:33).

Clark F. N. et Marr J. C. (1925:25) écrivent: »Il est impossible d'établir avec certitude quelles sont les causes spécifiques de ces variations dans les chances de survie. Il est à peu près certain qu'elles sont le résultat de l'interaction du pourcentage variable de la mortalité du fait des préda-

teurs et de la faim. Les deux représentent, cependant, un problème complexe de biologie et une chaîne physicochimique qui échappe à notre compréhension.»

Sette a essayé de vérifier l'hypothèse de Hjort dans les conditions naturelles en étudiant la survie du maquereau atlantique aux premiers stades de son existence. D'après lui, durant les premiers stades de la vie des poissons de mer, on note une mortalité élevée qui ressort avec évidence du rapport entre le petit nombre de larves et le chiffre élevé des oeufs récoltés dans les pêches planctoniques. Dans l'élevage des poissons de mer ceci se manifeste dans les pertes élevées de larves dans toutes les expériences tentées pour les faire survivre au-delà des stades qui suivent la disparition de la vésicule vitelline. Ces essais semblent plaider la théorie généralement admise que l'époque de l'absorption du vitellus est la période la plus critique, le poisson devant trouver à ce moment là une nourriture qui lui convienne ou périr d'inanition dès que le vitellus est consommé (Sette 1943:191). Doit-on considérer quelconque période comme la plus critique, c'est la période de transition du stade larvaire au postlarvaire, quand en trois jours seulement, leur nombre — en passant de 9 à 11 mm de longueur — a baissé de 90% (Idem : 203). Etudiant la survie du maquereau pendant les 60 premiers jours de sa vie, l'auteur mentionné trouve que, pour cette espèce, on ne peut pas parler de période critique, mais d'une proportion constante de pertes ou de survie.

D'autres auteurs, Sette et Ahlstrom 1948, ont étudié la survie du poisson de mer au début de sa vie, et, ultérieurement, Ahlstrom (1954) pour la sardine pacifique (*Sardinops caerulea* Girard). Ahlstrom a noté une chute brusque entre le nombre des oeufs et celui des larves, ce qu'il exprime ainsi: »il peut s'agir d'une chute réelle due à une mortalité très élevée pendant la période critique, immédiatement après l'absorption de la vésicule vitelline ou, peut-être aussi, d'un produit artificiel, conséquence de la sélectivité du filet« (pertes de larves à travers les mailles du filet employé), explication pour laquelle il pencherait (Ahlstrom, 1954:136).

Nakai et Hattori (1955) ont obtenu, pour la sardine japonaise (*Sardinops melanosticta* (Temminck et Schlegel) des résultats semblables à ceux d'Ahlstrom (1954) pour la sardine pacifique.

Marr J. C. (1956), dans une étude d'ensemble de cette question dit que, jusqu'à présent, on a recueilli peu de preuves susceptibles de confirmer l'hypothèse »de la période critique« susceptible d'être à l'origine des fluctuations de l'abondance des classes annuelles du poisson de mer. On ne peut donc pas encore répondre catégoriquement à cette question: y-a-t-il dans la nature »une période critique« au commencement de la vie du poisson de mer. Reste toujours la possibilité d'une mortalité catastrophique, limitée dans le temps, mais le peu de preuves dont on dispose indiquerait plutôt une survie dans des proportions stables ou dans une mesure en accroissement constant que l'existence d'une »période critique«. La possibilité pour l'observateur de faire de vraies observations, au vrai moment et au vrai endroit sont très limitées (Marr, 1956:169).

Farris D. A. publie des données sur la survie précoce du chinchard atlantique (*Trachurus symmetricus*), résultat de trois années d'observations. Il indique à la mortalité élevée, durant la période pendant laquelle la larve vit aux dépens du vitellus, et non pas après son absorption, comme le suppose

Hjort. La faible survie, qui précède l'absorption du vitellus, dans la mer peut avoir pour cause les prédateurs, la maladie, l'action des bactéries ou être due à d'autres facteurs de l'environnement (Farris, 1960:302). La survie peut, d'autre part, être contrôlée aussi par la provision de vitellus que les femelles reproductrices fournissent aux oeufs, et qui peut varier d'une année à l'autre, selon l'âge et l'alimentation de celles-ci. (Idem : 305).

### R e s u l t a t s

Sur les polygones de fréquence de la taille «la période critique» se traduit par la présence de larves du groupe de taille de 4 mm et la diminution du nombre, ou l'absence des exemplaires au stade qui succède immédiatement à l'absorption du vitellus, appartenant au groupe de taille de 6 mm.

Examinons maintenant ce phénomène dans chacun des secteurs de la région explorée.

#### Baie de Kaštela (Fig. 16, 17, 18)

Les polygones de fréquence des tailles de larves et des postlarves sur les stations de cette baie montrent une assez forte mortalité au stade de la vésicule vitelline.

A la station 14, des larves sont présentes en mars, avril et octobre 1952 et en février 1953. Durant tous les mois les postlarves de 6 mm sont absentes, donc aux stades qui suivent immédiatement l'absorption de la vésicule vitelline. Ce n'est qu'en mars 1953 que nous trouvons à cette même station des postlarves du groupe de taille de 8 mm, mais il est évident qu'elles y ont été apportées d'ailleurs, le plus probablement du canal de Split.

Sur les polygones de fréquence des tailles de la station 13 ressort la composition hétérogène de la population de larves et de postlarves, ainsi que l'apparition de «la période critique» en mars 1952 et janvier 1953.

Les polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves à la station 12 décelent aussi une «période critique» en octobre et novembre 1952, ainsi qu'en janvier et février 1953. Le groupe de taille de stade qui suit l'absorption de la vésicule de vitellus n'est faiblement représenté qu'en janvier 1953.

#### Canal de Brač (Fig. 19, 20, 21, 22, 23)

Sur les polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine de la station 7, on entrevoit une mortalité des larves en mars et novembre 1952 et en janvier 1953. Il semble que la station 7, sous l'action des vents continentaux, ressent plus fortement l'influence du canal de Hvar que les autres stations du canal de Brač situées plus près du continent. C'est la raison pour laquelle cette station est moins homogène dans la composition de la population de larves et de postlarves, en ce qui concerne la taille; aussi le polygone de fréquence de la taille ne nous donne-t-il pas, à cette station, un tableau clair de la survie des larves de sardine. La mortalité des larves est mieux soulignée, à la station 8, au printemps 1952, ainsi qu'en novembre de

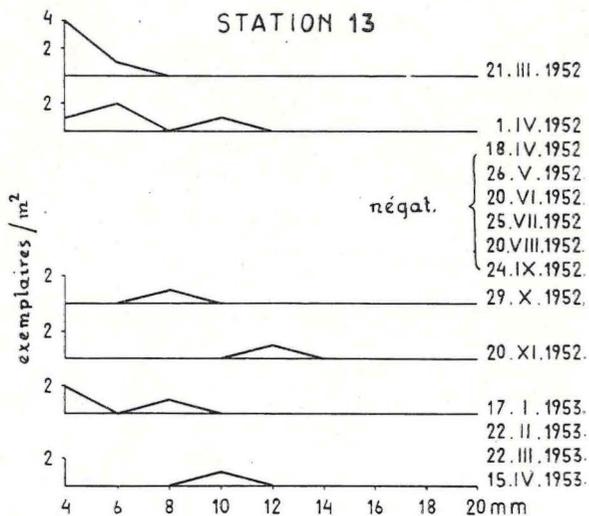
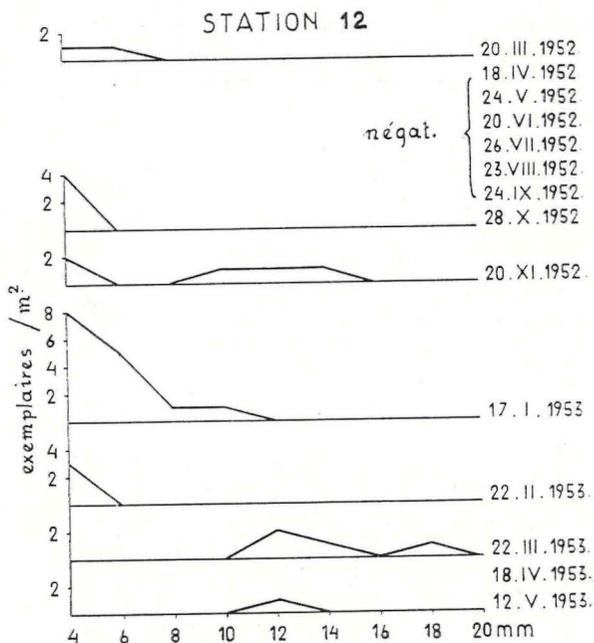


Fig. 16 et 17. Polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine dans la baie de Kaštela, 1952/1953. Stations 12 et 13.



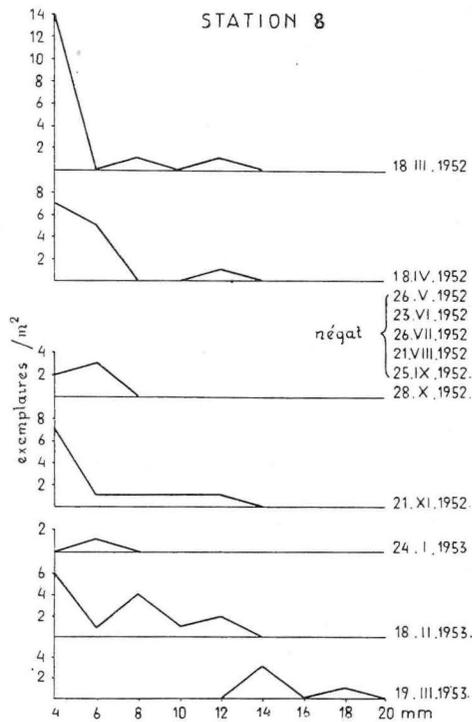


Fig. 20.

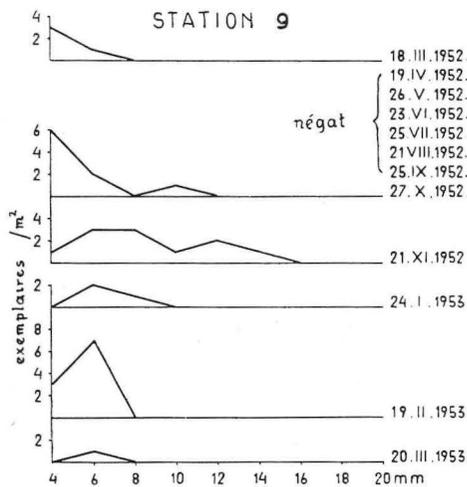


Fig. 21.

Fig. 20 et 21. Polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine dans le canal de Brač, 1952/1953. Stations 8 et 9.

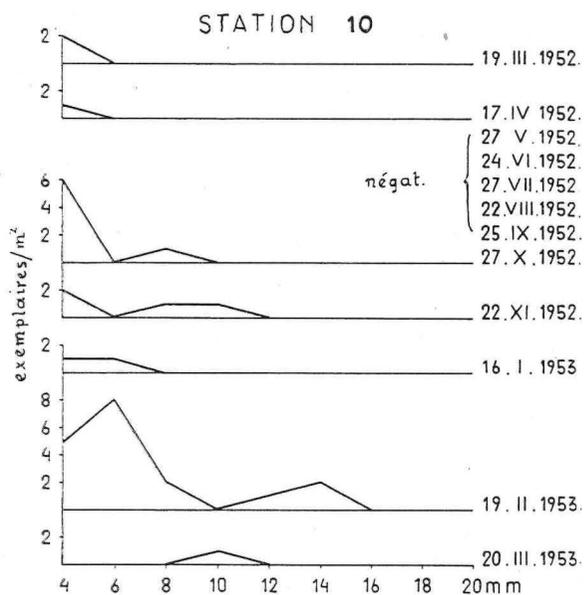


Fig. 22.

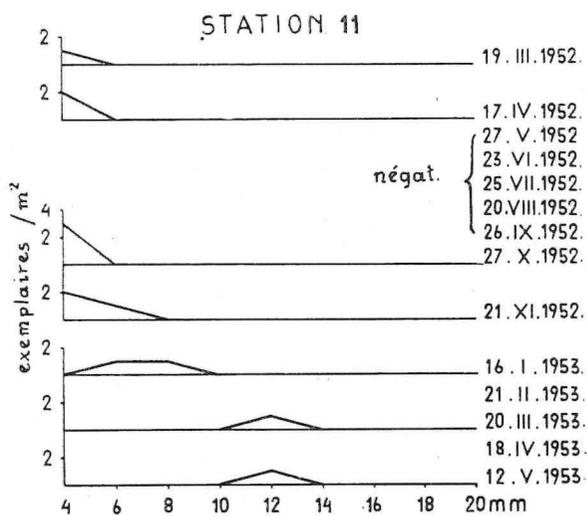


Fig. 23.

Fig. 22. et 23. Polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine dans le canal de Brač, 1952/1953. Stations 10 et 11.

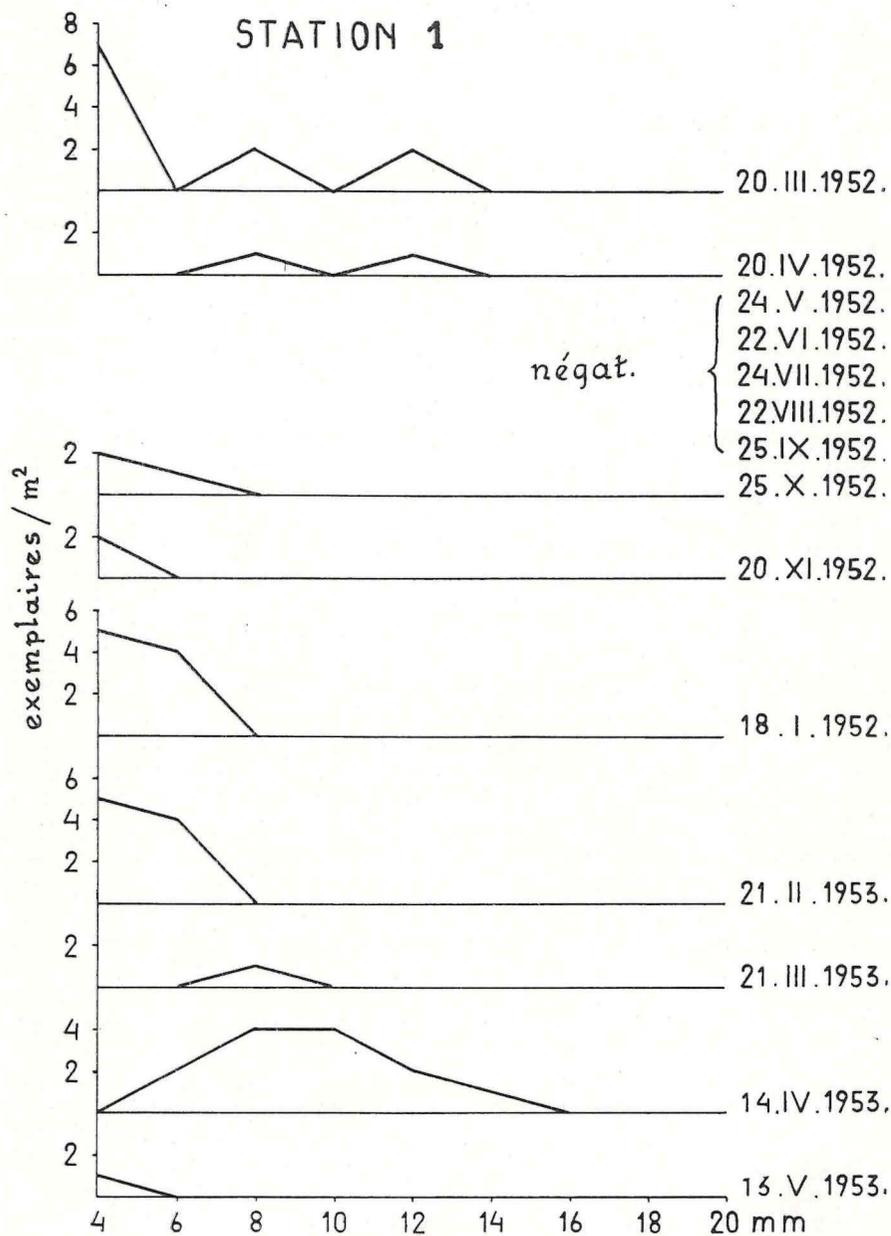


Fig. 24. Polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine dans le canal de Split, 1952-1953. Station 1.

la même année et en février 1953. A la station 9, on a enregistré »la période critique« en mars et octobre 1952, et aux stations 10 et 11 en mars, avril, octobre et novembre 1952. Pendant les autres mois on a observé des groupes de taille mixtes, bien distincts.

#### Canal de Split (Fig. 24)

On y note »la période critique« en mars, octobre et novembre 1952, ainsi qu'en janvier, février et mai 1953. Les polygones de fréquence des tailles en mars et avril 1953 n'indiquent pas la présence de larves, mais celle de postlarves originaires des régions voisines.

#### Eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large (Fig. 25, 26, 27, 28)

A la station 3, les polygones de fréquence de la variation des tailles, d'un mois à l'autre, indiquent une mortalité élevée des larves en mars, avril, octobre, novembre 1952, ainsi qu'en février 1953. En janvier 1953, le polygone accuse un accroissement de la population des larves en provenance des environs. Au cours du printemps 1953, quand la ponte diminue, la population de postlarves composée de groupes de taille divers s'accroît. A la station 4, la mortalité des larves est évidente en octobre et novembre 1952, ainsi qu'en janvier et surtout en février 1953. La distribution des tailles, vers la fin de l'éclosion, pendant les saisons 1951/1952 et 1952/1953 a montré que l'éclosion était pratiquement terminée à la mi-avril. On observe de plus, en mars et avril de ces deux saisons, un renforcement de tous les groupes de taille qui camoufle la mortalité des larves. A la station 5, les polygones de fréquence des tailles montrent »la période critique« accusée en avril, époque où l'éclosion vient de prendre fin, ainsi qu'en octobre et novembre 1952, et en janvier et février 1953. A la fin de la ponte la population des eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large s'accroît du fait de l'arrivée de divers groupes de taille venant du large. A la station 6, le début de »la période critique« s'ébauche en mars, octobre et novembre 1952, ainsi qu'en janvier, et, jusqu'à un certain point, en février et avril 1953.

Si l'on compare la population de larves et la population au stade qui suit immédiatement l'absorption de la vésicule vitelline — dans la région côtière de l'Adriatique ouverte vers le large — avec celles du canal de Split à l'époque de leur apparition maximale (janvier et février 1953), on aboutit au résultat suivant:

L'analyse des pêches indique une capture totale de 160 larves (qui se nourrissent encore du vitellus) et de 50 postlarves au stade de la sardine qui suit immédiatement l'absorption de la vésicule vitelline. Le premier stade représente 76,1% et le second 23,8% de la population des larves et des plus jeunes postlarves. Le graphique du pourcentage du rapport entre larves et postlarves (ligne A) accuse un brusque écart des larves aux postlarves (Fig. 29), ce qui indique, dans les eaux extérieures, une mortalité élevée de la sardine pendant la phase de transition de la vie larvaire à la vie postlarvaire.

A la même époque, dans les prélèvements du canal de Split, on a compté 12 larves (54,5%) et 10 postlarves (45,5%) à la phase qui succède à l'absorption de la vésicule vitelline. La différence en pourcentage entre la distribution des

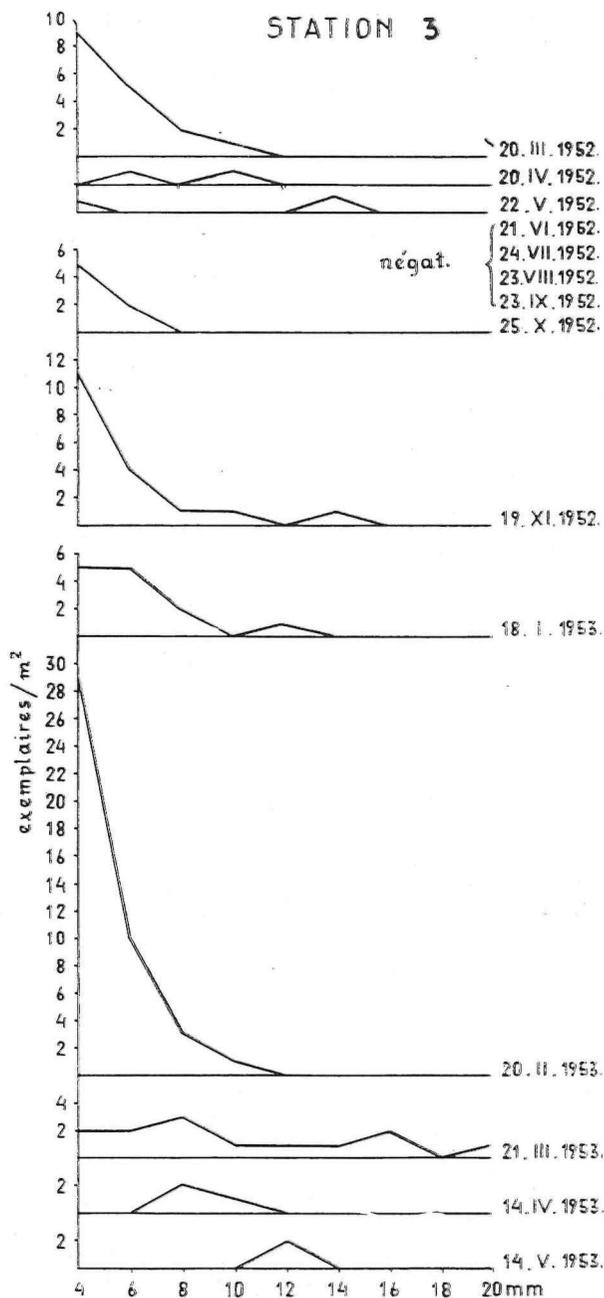


Fig. 25. Polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, 1952/1953- Station 3.

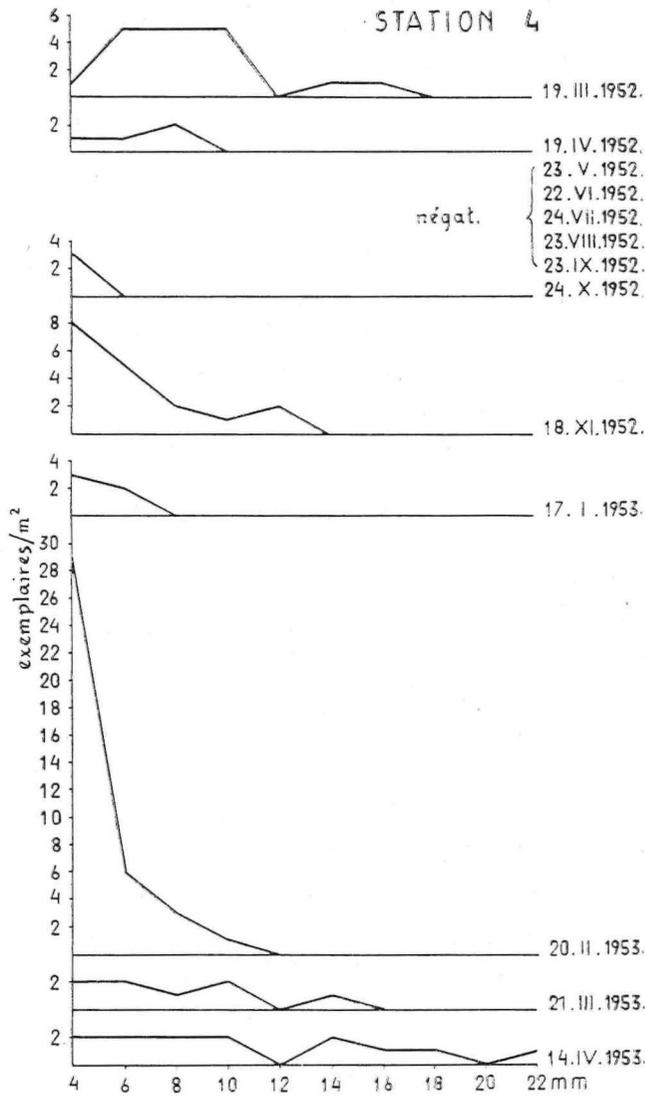


Fig. 26. Polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, 1952/1953. Station 4.

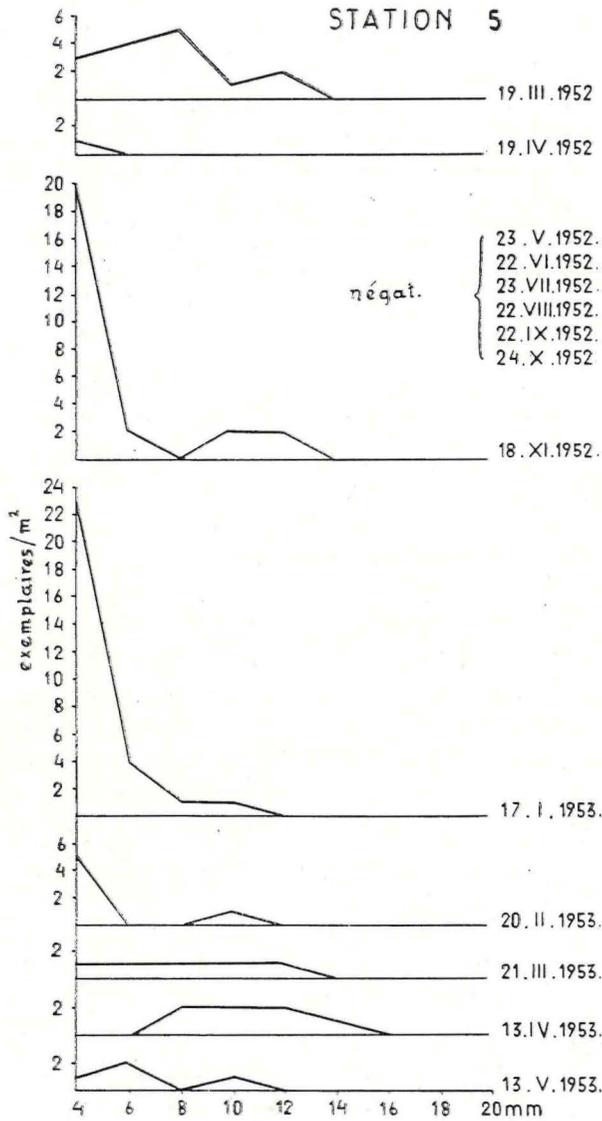


Fig. 27. Polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, 1952/1953. Station 5.

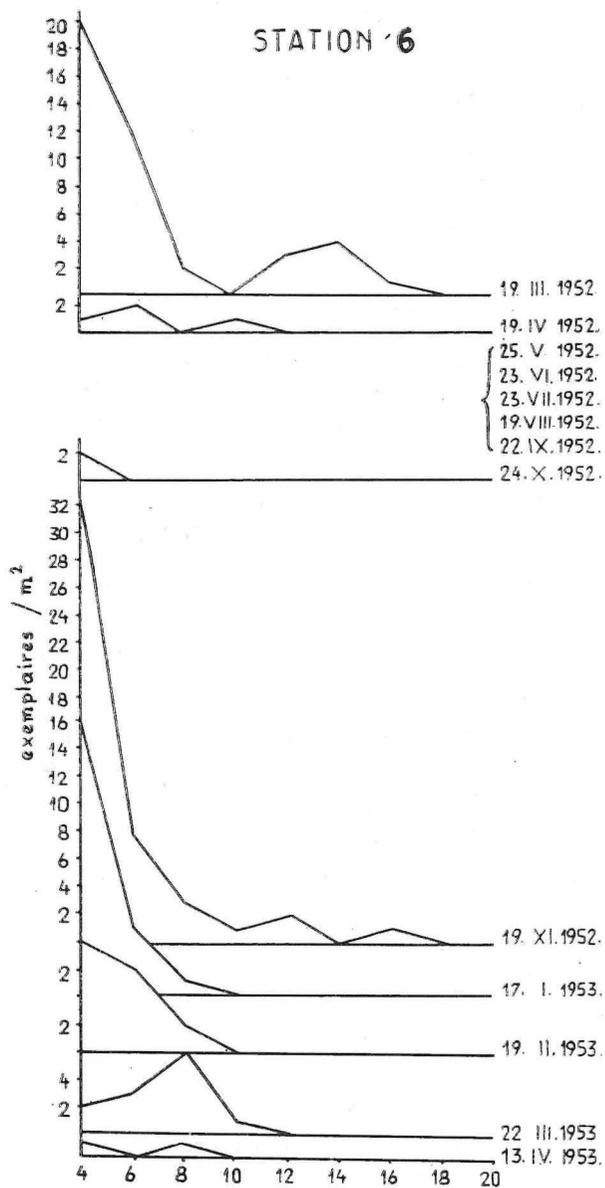


Fig. 28. Polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, 1952/1953. Station 6.

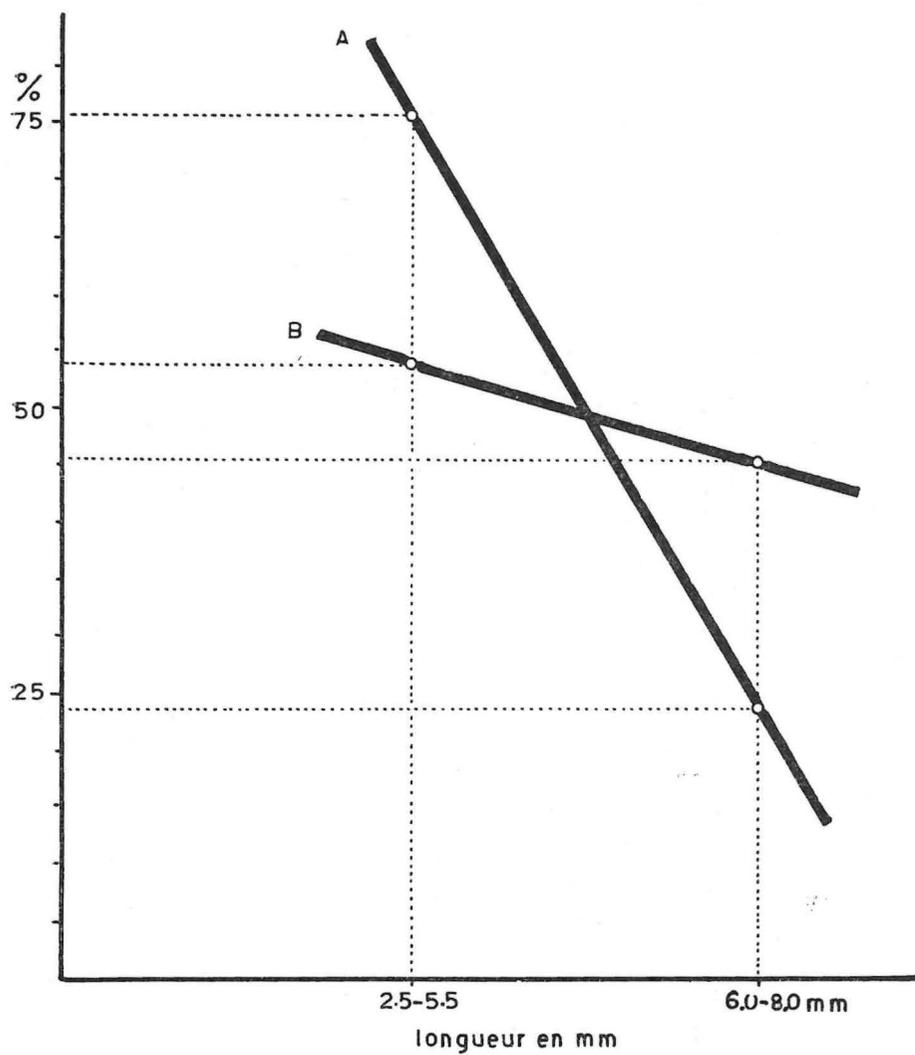


Fig. 29. Rapport en pourcentage larves / postlarves immédiatement après l'absorption du vitellus, en janvier et février 1953.  
A = dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large  
B = dans le canal de Split

larves, d'une part, et des postlarves, d'autre part, immédiatement après la résorption du vitellus n'est pas importante, ce qui se traduit par l'abaissement en pente douce de la ligne B sur la figure 29. Ce fait indiquerait donc, apparemment, que la mortalité dans le canal de Split, par rapport à celle observée dans la zone côtière de l'Adriatique moyenne ouverte vers le large, a été quasi inexistante. On doit cependant interpréter cette chute douce de la ligne B de la façon suivante: cette atténuation a été conditionnée par l'arrivée de contingents de postlarves qui, originaires du large, ont ainsi camoufflé le véritable taux de la mortalité des larves de sardine dans le canal de Split. Ce phénomène est discernable également sur le polygone de fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine dans le canal de Split, en janvier et février 1953 (Fig. 24).

### Discussion des résultats

Dans le cadre des problèmes fondamentaux qui se présentent lors de l'étude de la dynamique des populations de poisson, se pose aussi la question de la survie des premiers stades au cours du développement, ainsi que celle des facteurs qui la conditionnent. Après les travaux de Hjort (1914), de nombreuses recherches entreprises dans ce domaine, ont permis de se rendre compte de l'importance indiscutable du rôle joué par la mortalité des oeufs et des larves dans la vie d'une certaine espèce de poisson. Or, en ce qui concerne »la période critique«, plusieurs auteurs s'écartent un peu de l'hypothèse de Hjort. Cependant, jusqu'à présent, peu de preuves ont été fournies, susceptibles d'étayer ces différentes opinions.

Les résultats obtenus par un examen de la fréquence des tailles des larves et des postlarves de sardine de notre matériel — résultats exposés séparément pour chaque secteur de la région explorée — plaident en faveur de l'hypothèse de Hjort sur la mortalité élevée des stades juvéniles du poisson après l'absorption de la vésicule vitelline. Sur les polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves, on observe presque partout, pendant les mois de la fraie intensive, une chute brusque après la phase larvaire indiquant un forte mortalité lors du passage du stade larvaire au stade postlarvaire.\*)

L'analyse de la répartition de la fréquence des groupes de taille des larves et des postlarves de sardine dans la région explorée nous autorise à conclure que »la période critique« de la vie planctonique de la sardine intervient immédiatement après l'absorption du vitellus. Cela ressort clairement — sur les polygones de fréquence des tailles des larves et des postlarves — de la comparaison de la fréquence entre les groupes de taille de 4 et 6 mm. Sur ces courbes, les exemplaires de 5,99 mm portant encore quelque trace de la vésicule vitelline sont groupés dans la classe de taille désigné par 4 mm. Le groupe de taille suivant désigné par 6 mm (qui comprend des individus mesurant jusqu'à 7,99 mm) ne renferme plus d'individus porteurs de quelque trace de vitellus. Ce fait montre donc qu'une mortalité élevée a frappé les spécimens

---

\*) A en juger d'après la valeur du chiffre relatif des larves et des postlarves, la sélectivité du filet ne semble pas avoir eu une influence capitale sur les résultats obtenus.

du groupe de taille désigné par 6 mm, donc ceux chez lesquels le vitellus venait à peine d'être résorbé.

L'étude biométrique du matériel provenant de tous les secteurs de la région explorée indique que la mortalité atteint les plus fortes proportions aux stations situées dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne, ouvertes vers le large, c'est-à-dire aux stations 3, 4, 5 et 6 où les prélèvements étaient plus riches en larves de sardine. La mortalité est également discernable — bien que dans une moindre mesure — sur les stations des canaux, mais elle y est camouflée par des contingents de postlarves apportés par les courants, du large dans le canal de Split, et du canal de Hvar dans le canal de Brač.

En ce qui concerne la manifestation d'une recrudescence de la mortalité, en fonction du temps, on voit que les jeunes stades de la sardine, dans toute la région explorée (sauf dans la baie de Kaštela) ont péri en octobre et en novembre surtout. Dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, de pertes élevées ont été enregistrées aussi en janvier, février et mars.

### Conclusion

Il a été prouvé que «la période critique» dans la vie planctonique de la sardine après son éclosion se situe au moment du passage du stade larvaire au stade postlarvaire, c'est-à-dire durant la phase de transition pendant laquelle la sardine ne se nourrissant plus de vitellus doit activement trouver sa subsistance dans le milieu environnant.

Les pertes sont plus importantes dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large que dans les canaux. La plus haute mortalité — dans l'ensemble de la région explorée — a été enregistrée en octobre et novembre, quand les fortes pertes de janvier, février et mars se sont surtout produites dans la région de l'Adriatique moyenne ouverte vers le large.

### RELATION DES STADES PLANCTONIQUES DE LA SARDINE ENVERS LES FACTEURS ABIOTIQUES ET BIOTIQUES

En relation avec le fait que nous a permis de découvrir l'étude de la distribution, suivant la taille, des larves et des postlarves de sardine, nous avons aussi examiné leur relation envers certains facteurs abiotiques et biotiques régissant la vie de la sardine dans le plancton. En ce qui concerne les facteurs abiotiques, nous avons recueilli des renseignements sur la température et la salinité, mais les courants marins — ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment — n'ayant pu être mesurés, le transport des larves et des postlarves a été expliqué d'après l'apparition, dans le temps et l'espace, des divers groupes de taille. Nous ne savons que peu de choses sur les facteurs biotiques ayant pu être à l'origine de la mortalité des jeunes stades de la sardine, et ces renseignements se rapportent à l'action des prédateurs, au manque de nourriture et à l'influence des parasites.

## RELATION ENVERS LA TEMPÉRATURE

La comportement du poisson dépend non seulement de la température elle-même, mais aussi des autres conditions du milieu. La température étant un facteur facilement mesurable elle peut servir d'indication utile, direct ou indirect.

Les poissons semblent avoir une perception de la température très développée. Bull (1952) à propos des Téléostéens mentionne qu'ils réagissent à une variation de température de  $0,03^{\circ}$  C. L'influence de la température sur le comportement du poissons se manifeste particulièrement à l'époque de la ponte. Suivant la température, pendant la période qui précède la fraie, la maturation des gonades peut subir une accélération ou un ralentissement. Simpson (1953) a trouvé, pour le hareng, que des changements de température à de longs intervalles, peuvent conditionner le déplacement des aires de ponte, donc des lieux de pêche. Les variations saisonnières de la température, ainsi que les variations des autres conditions d'une année à l'autre, sur un lieu de pêche donné, peuvent avoir une influence sur la répartition et l'abondance des espèces.

Les stades planctoniques des poissons qui représentent la tranche critique de la vie de l'espèce sont très sensibles aux conditions physiques de l'environnement. La température, en relation avec la salinité, agit directement sur le développement de ces stades. La durée de l'incubation de l'oeuf est directement liée à la température, ainsi que l'abondance du frai et la survie des larves. La température peut aussi avoir une influence sur la nourriture indispensable aux postlarves, les concentrations de nourriture ou la production du phyto-plancton étant dépendantes des variations saisonnières de température et de la quantité de lumière.

Pour toutes ces raisons, il convient donc de suivre les températures afin de pouvoir expliquer la distribution de tous les stades planctoniques de la sardine sur une aire de ponte et sur la position qui sera ensuite leur habitat. En relation avec cette constatation on essaye de découvrir quelle est la température la plus propice à la survie des larves des diverses espèces de poissons. D'après Furnestin J. (1952 : 82) des températures différentes correspondent aux divers stades de développement de la sardine.

## R é s u l t a t s

Les mesures de température effectuées dans plusieurs couches d'eau de la région explorée ont permis de dresser un tableau des caractéristiques de température de l'eau dans chacun des secteurs de cette région. L'analyse des températures moyennes de la colonne d'eau, depuis le fond jusqu'à la surface, (les températures étant prises à 5 m au-dessus du fond, à 20 m de profondeur et à la surface) nous a montré que — durant la période des recherches — il y avait un écart entre le minimum et le maximum des températures moyennes. Les caractéristiques de la température de ces secteurs de la région, ainsi que les différences qui existent entre elles apparaissent dans le tableau VII.

Tableau VII.

Région	Minima et maxima des températures moyennes pour les colonnes d'eau en °C				
	pendant toute la durée des recherches		pendant les mois positifs en stades planctoniques de sardine		
	de	à	en octobre	de novembre	jusqu'à mai à
Baie de Trogir	11,5	21,9	19,0	11,5	15,7
Baie de Kaštela	11,9	20,9	18,4	11,9	15,5
Canal de Split	12,2	19,7	18,4	12,2	16,1
Canal de Brač	11,5	20,0	18,1	11,4	15,7
Eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large	12,2	19,8	18,8	12,2	16,2

Des oeufs de sardine ont été signalés dans la région des canaux de la Dalmatie moyenne entre les limites de température de 11,4 à 18,9° C et dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large entre 11,6 et 19,3° C. Des oeufs font leur apparition avec plus d'abondance dans les canaux par des températures allant de 11,4 à 15,7° C, et dans les eaux côtières de la mer ouvertes vers le large entre 11,8 et 19,3° C.

Pendant les mois d'hiver, dans les canaux, à l'époque de la ponte la plus active, on observe deux points: la première entre 11,5 et 11,9° C, et la seconde entre 12,5 et 12,9° C. Au printemps on trouve aussi deux points moins accentués entre 14,5 et 14,9° C. En automne on constate aussi la présence d'oeufs — mais en moindre abondance — entre 18,5 et 18,9° C (Tabl. VIII, Fig. 30).

L'hiver, dans les eaux côtières de la mer ouvertes vers le large, une seule pointe est bien accusée entre 12,5 et 12,9° C, donc par une température par laquelle, dans les canaux, apparaît la seconde pointe. Au printemps, des sommets se forment entre 14,0 et 14,4° C et 16,0 et 16,4° C, alors qu'en automne, la pointe plus atténuée correspond à la température de la pointe dans la région des canaux (entre 18,5 et 18,9° C).

On a trouvé dans le plancton des larves et des postlarves par la même température que des oeufs de sardine: par une température variant entre 11,4 et 18,9° C dans les canaux, et entre 11,6 et 19,3° C dans les eaux côtières de la mer ouvertes vers le large.

Dans la zone des canaux, nous observons aussi une abondance maximale de larves par une température un peu plus basse que dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, ce qui a été aussi le cas pour les oeufs de sardine. Les pointes hivernales apparaissent entre 11,5 et 11,9° C, et entre 13,0 et 13,4° C. Au printemps, les larves sont plus abondantes entre 16,0 et 16,4° C, et en automne entre 18,5 et 18,9° C.

Tableau VIII. La distribution des stades planctoniques de la sardine en fonction de la température en 1952/53

Mois	Région	Oeufs			larves			postlarves		
		aux stations positives	riches	négatives	aux stations positives	riches	négatives	aux stations positives	riches	négatives
1952. III	des canaux	11.4—12.0	11.4—11.7	—	11.4—12.0	11.4—11.8	—	11.4—12.0	11.7	11.4—12.0
	des eaux côtières de large	11.6—12.1	11.8	—	11.6—12.1	11.7—12.1	—	11.6—12.1	11.6—12.1	—
IV	des canaux	12.6—13.4	12.7—13.1	12.9 et 13.2	12.7—13.4	13.3	12.6—13.2	12.7—13.3	13.2 et 13.3	12.6—13.4
	des eaux côtières de large	13.1—14.4	13.1—14.4	—	13.5—14.4	—	13.1	13.1—14.4	—	14.4
V	des canaux	—	—	15.1—17.2	—	—	15.7—17.2	—	—	15.7—17.2
	des eaux côtières de large	—	—	16.9—17.6	17.3	—	16.9—17.6	17.3	—	16.9—17.6
X	des canaux	18.3—19.9	18.9	18.6—18.9	18.6—18.9	18.6—18.9	18.8—19.2	18.8—18.9	—	18.6—19.2
	des eaux côtières de large	18.9—19.3	19.3	19.1	18.9—19.3	19.1 et 19.3	19.1	19.3	—	18.9 et 19.1
XI	des canaux	14.9—16.4	15.7	15.3 et 16.3	14.9—16.4	15.7 et 16.3	14.9 et 15.0	14.9—16.4	16.0—16.4	14.9—15.7
	des eaux côtières de large	15.5—16.3	15.5—16.3	—	15.5—16.3	15.5—16.3	—	15.5—16.3	15.5—16.3	—

1953. I	des canaux	12.2—12.4	—	12.1—12.6 et 14.8	12.1—14.8	12.1—12.5	12.2—12.6	12.1—12.6	12.1—12.4	12.6 et 14.8
	des eaux côtières de large	12.1—12.9	12.1—12.9	—	12.1—12.9	12.1—12.9	—	12.1—12.9	12.1—12.8	—
II	des canaux	11.5—11.9	—	11.3—11.9	11.8 et 11.9	11.8 et 11.9	11.3—11.9	11.5—11.9	11.5—11.9	11.3—11.9
	des eaux côtières de large	11.8—12.3	11.9—12.3	—	11.8—12.3	11.8—12.3	—	11.8—12.3	11.8—12.3	—
III	des canaux	—	—	10.9—11.8	—	—	10.9—11.7	11.5—11.8	11.5 et 11.8	10.9
	des eaux côtières de large	11.9 (peux d'oeufs)	—	12.7—13.7	11.9—13.7	—	—	11.9—13.7	11.9—13.7	—
IV	des canaux	—	—	12.8—14.2	—	—	12.8—14.2	13.9—14.0	14.0	12.8—14.2
	des eaux côtières de large	14.2—14.4	—	14.2	14.2—14.4	—	14.2 et 14.4	14.2 et 14.4	14.2 et 14.4	—
V	des canaux	—	—	11.2—15.8	15.6	—	11.2—15.8	12.3	—	11.2—15.8
	des eaux côtières de large	—	—	16.2—16.5	16.4	—	16.2—16.5	16.2 et 16.4	16.4	16.4 et 16.5

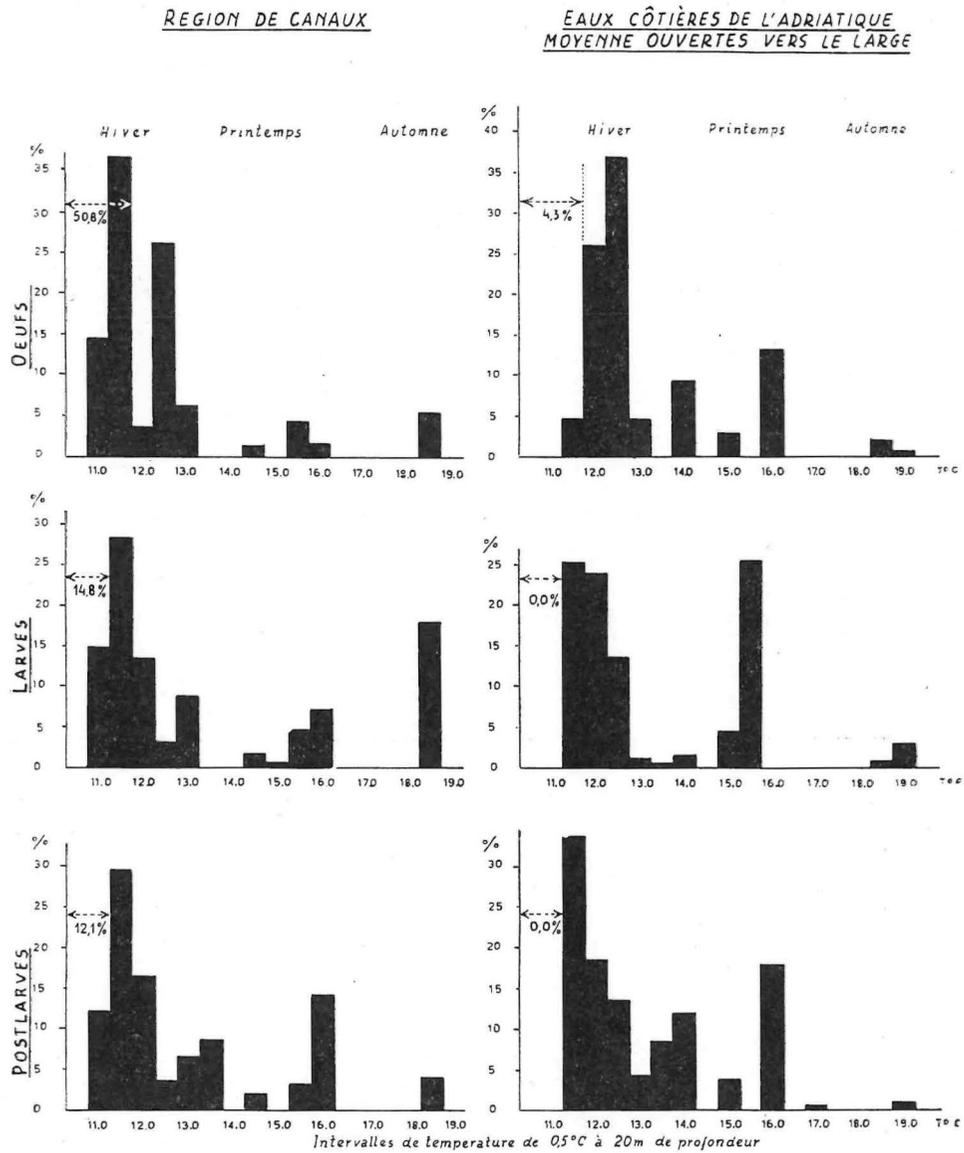


Fig. 30. Distribution des stades planctoniques de sardine en fonction de la température.

Dans les eaux côtières ouvertes vers le large on a trouvé le plus de larves en hiver par des températures allant de 11,5 à 11,9° C et au printemps de 15,5 à 15,9° C. En automne, elles sont moins abondantes et apparaissent entre 19,0 et 19,4° C.

Dans la région des canaux, l'apparition maximale de postlarves a lieu pendant les mois d'hiver entre 11,5 et 11,9° C; au printemps entre 16,0 et 16,4° C, et en automne — mais moins abondante — entre 18,5 et 18,9° C.

Dans les eaux côtières ouvertes vers le large l'apparition maximale des postlarves a eu lieu l'hiver entre 11,5 et 11,9° C de température. Au printemps on a noté une apparition plus abondante de postlarves entre 16,0 et 16,4° C, et, en automne (en plus faible quantité) entre 19,0 et 19,4° C.

#### Discussion des résultats

Le degré d'abondance des oeufs de sardine (plus de 10% de la totalité des exemplaires pêchés), en fonction de la température, n'a pas été le même dans les eaux côtières ouvertes vers le large et dans la zone des canaux de la Dalmatie moyenne.

Alors que, dans la zone des canaux, par une température de 11,0 à 11,9° C on avait 50,8% d'oeufs de sardine, par la même température, dans les eaux côtières ouvertes vers le large il n'y en avait que 4,3%. Il nous paraît important de souligner que, entre 11,0 et 11,4° C de température, on ne trouvait pas d'oeufs de sardine dans les eaux côtières ouvertes vers le large, tandis que, dans le même intervalle de température, ils étaient assez obondante (14,2%) dans la région des canaux. De plus, alors qu'entre 12,0 et 12,9° C, d'autre part, on a noté une apparition maximale d'oeufs de sardine (62,8%) dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large; dans la région des canaux de l'Adriatique moyenne, dans la même intervalle de température, il n'y en avait que 29,6%.

Dans la région des canaux, l'apparition des larves de sardine a eu lieu aussi par une température plus basse que dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large. Bien que le maximum d'abondance des larves de sardine ait eu lieu — pour les deux régions — par des températures de 11,5 à 12,9° C, ici, dans les canaux, nous trouvons cependant des larves assez nombreuses (14,3%), entre 11,0 et 11,4° C, c'est-à-dire par une température par laquelle il n'y en avait pas dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large. Dans la région des canaux nous avons pêché des larves en assez grande abondance (17,9%) aussi entre 18,5 et 18,9° C.

Des postlarves de sardine sont aussi notées en assez grand nombre par une plus basse température (11,0 à 11,4° C), mais seulement dans les canaux (12,1%). Leur poussée maximale a été observée dans les deux régions entre 11,5 et 12,9° C, et un peu moins forte entre 16,0 et 16,4° C.

Cette différence établie dans l'apparition des stades planctoniques de la sardine, en relation avec la température, dans les eaux côtière de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, d'une part, et dans la région des canaux de la Dalmatie moyenne d'autre part, ne peut que contribuer à faire comprendre l'existence d'une population de sardine distincte dans les canaux explorés de la Dalmatie moyenne.

### Conclusion

On a établi pour chaque stade planctonique de la sardine une relation envers la température un peu différente dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large et dans la région des canaux de la Dalmatie moyenne. On a, généralement, trouvé des stades planctoniques par des températures légèrement plus basses dans les canaux que dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large.

### RELATION ENVERS LA SALINITÉ

La salinité est aussi l'un des facteurs du milieu influant sur les premiers stades du cycle vital des poissons. L'action biologique de la teneur en sel est en corrélation avec l'action des autres facteurs, et de la température en particulier, aussi doit-on être très prudent quand il s'agit de présenter l'influence du taux de la salinité sur les faits biologiques.

Bull (1952) dit que le poisson de mer est sensible à une variation de salinité de l'ordre de 0,2‰.

### Resultats

Le dessalement de l'eau de mer a été le plus important dans les secteurs de la région explorée qui recevaient des eaux douces, c'est-à-dire dans la baie de Kaštela (35,43‰) et dans le canal de Brač (36,04‰). Pendant les mois positifs en stades planctoniques de sardine, on a remarqué que les canaux de Trogir et de Split étaient plus fortement soumis à l'influence de l'eau plus salée venant du large de l'Adriatique moyenne, étant donné que, dans ces deux canaux, les valeurs minimales de la salinité sont un peu plus élevées. Le plus fort maximum de salinité a été enregistré dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large (38,21‰). Dans la région canaux le maximum de salinité varie de 37,08 à 37,78‰. Dans le tableau IX sont reportées les caractéristiques des divers secteurs de la région explorée, quant à la salinité.

Tableau IX.

Région	Minima et maxima des salinités moyennes pour les colonnes d'eau, en ‰			
	Pendant toute la durée des recherches		Pendant les mois positifs en stade planct. de sardine	
	de	à	de	à
Baie de Trogir	36,43	38,07	36,43	37,08
Baie de Kaštela	35,43	38,08	35,43	37,28
Canal de Split	36,34	38,25	36,34	37,78
Canal de Brač	36,04	38,10	36,04	37,26
Eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large	36,82	38,45	36,82	38,21

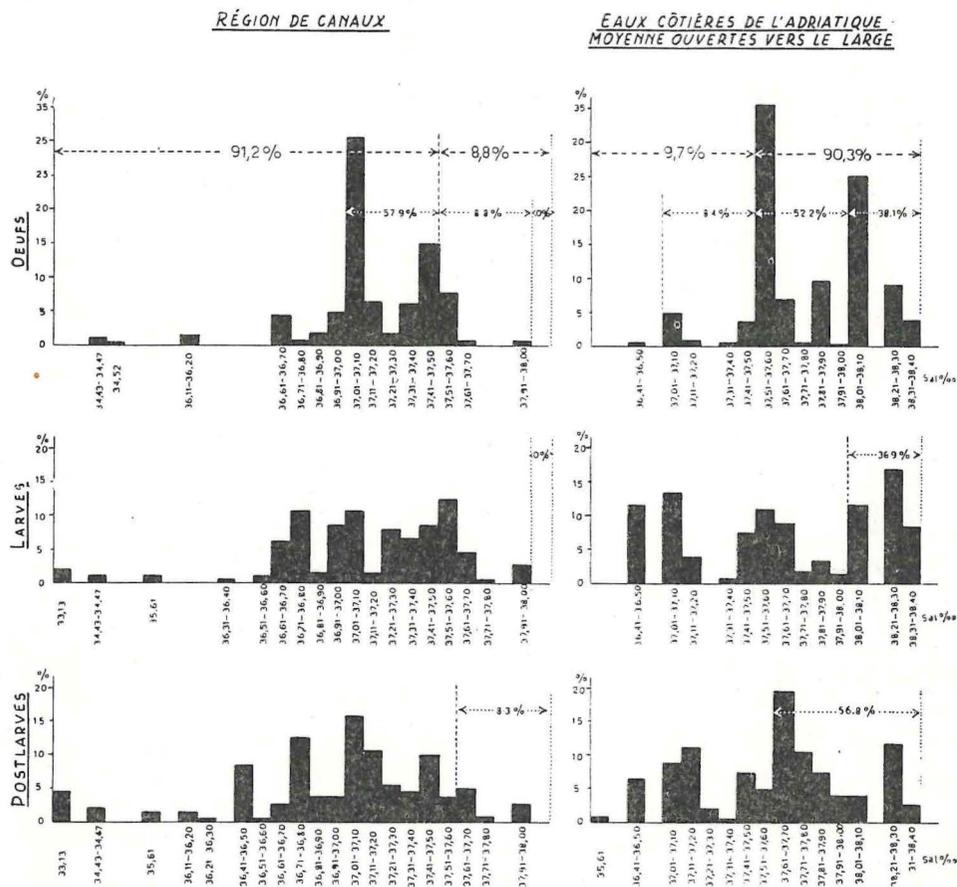


Fig. 31. Distribution des stades planctoniques de sardine en fonction de la salinité.

Dans la région des canaux, l'apparition d'oeufs de sardine a été notée entre les limites de salinité de 34,43 et 37,95‰ et dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large entre 36,45 et 38,40‰. Des oeufs ont apparu en plus grande abondance dans la région des canaux par des salinités de 36,15 à 37,56‰ et, dans les eaux côtières de la mer ouverte vers le large de 37,09 à 38,40‰ (Tab. X, Fig. 31).

Dans les canaux, deux maxima d'apparition d'oeufs de sardine se forment entre 37,01 et 37,10‰, et 37,41 et 37,50‰ de salinité. Dans les eaux côtières de la mer ouvertes vers le large un sommet moins accentué est noté entre 37,01 et 37,10‰, mais quand le taux de la salinité est de 37,51 à 37,60‰ et de 38,01 à 38,10‰, les sommets sont beaucoup plus accusés.

Tableau X. La distribution des stades planctoniques de la sardine en fonction de la salinité en 1952/53

Mois	Région	oeufs			larves			postlarves		
		aux stations			aux stations			aux stations		
		positives	riches	négatives	positives	riches	négatives	positives	riches	négatives
III 1952.	des canaux	37.00-37.56	37.00-37.56	37.16	37.00-37.56	37.00-37.56	-	37.00-37.56	37.00	37.05-37.36
	des eaux côtières de large	37.14-37.79	37.14 et 37.70	-	37.14-37.79	37.14-37.79	-	37.14-37.79	37.14-37.79	-
IV	des canaux	37.25-37.95	37.25 et 37.41	37.48 et 37.94	37.25-37.95	37.66	37.41-37.66	37.41-37.94	37.66 et 37.94	37.25-37.95
	des eaux côtières de large	37.70-38.04	37.70-38.04	-	37.70-38.04	-	37.84	37.70-37.84	-	38.04
V	des canaux	-	-	37.05-37.83	-	-	37.05-37.83	-	-	37.05-37.83
	des eaux côtières de large	-	-	37.47-38.10	37.47	-	37.54-38.10	37.47	-	37.54-38.10
X	des canaux	36.71-37.45	37.34	36.98-37.77	36.71-37.77	36.98-37.59	37.14-37.23	36.98-37.77	-	36.71-37.59
	des eaux côtières de large	37.68-38.01	37.68 et 37.84	37.83	37.68-37.84	37.84-38.01	37.83	37.84	-	37.68-38.09
XI	des canaux	34.43-37.48	-	36.80 et 37.30	34.43-37.48	36.67 et 37.30	34.47 et 34.52	34.43-37.48	37.03-37.48	34.52-36.80
	des eaux côtières de large	37.45-38,40	37.45-38.40	-	37.45-38.40	37.45-38.40	-	37.45-38.40	37.45-38.40	-

1953.	des canaux	36.15-37.18	36.15 et 36.89	35.61-37.09	35.61-37.18	36.78-37.18	36.15-36.89	36.15-37.18	36.89-37.18	36.65 et 37.09
I	des eaux côtières de large	37.09-38.10	37.09-38.10	-	37.09-38.10	37.09-38.10	-	37.09-38.10	37.09-38.10	-
II	des canaux	36.69-37.05	-	33.13-37.21	33.13-37.21	33.13-37.21	36.65-37.14	33.13-37.12	33.13-37.05	36.65-37.21
	des eaux côtières de large	36.45-38.10	37.09-38.10	-	36.45-38.10	36.45-38.10	-	36.45-38.10	36.45-37.41	-
III	des canaux	-	-	36.15-37.61	-	-	36.15-37.61	36.15-37.45	37.34 et 37.45	37.19
	des eaux côtières de large	37.99	-	37.79-37.99	37.79-37.99	-	-	37.79-37.99	37.79-37.99	-
IV	des canaux	-	-	35.93-37.32	-	-	35.93-37.32	36.45	36.45	35.93-37.32
	des eaux côtières de large	37.34-37.70	-	37.29	37.34-37.70	-	37.29-37.70	37.29-37.70	37.29 et 37.70	-
V	des canaux	-	-	35.20-37.20	36.40	-	35.20-37.20	36.28	-	35.20-37.20
	des eaux côtières de large	37.60	-	35.60-37.02	37.60	-	35.60-37.02	35.60 et 37.60	37.60	37.02-37.68

On a enregistré des larves et des postlarves de sardine dans la région de canaux par une salinité oscillant entre 33,13 et 37,95‰, et entre 35,60 et 38,40‰ dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large.

Dans les canaux, des larves apparaissent en quantités presque égales entre 36,71 et 36,80‰ et 37,01 et 37,10‰ et 37,51 et 37,60‰ de salinité, alors que dans les eaux côtières de la mer ouverte elles sont le plus fortement groupées entre les limites de salinité suivantes: 37,01 à 37,10‰, 37,51 à 37,60‰ et 38,21 à 38,30‰.

Les postlarves sont les plus nombreuses dans les canaux quand la salinité est de 36,71 à 36,80‰, 37,01 à 37,10‰ et 37,41 à 37,50‰. Dans la ceinture côtière de la mer ouverte leur apparition est la plus importante entre 37,11 et 37,20‰, 37,61 et 37,70‰, et 38,21‰ et 38,70‰ de salinité.

#### Discussion des résultats

Les recherches entreprises sur la sardine adulte (Mužinić R. 1954, 1956, 1957, 1958) ont montré, entre autre, qu'il existe des différences locales indiquant une certaine relation entre la taille du poisson et la profondeur. Les gros poissons a été noté, exclusivement, à plus de 70 m de profondeur. A proximité du continent, l'hiver, on a surtout trouvé du poisson plus petit qu'à une certaine distance du littoral. On a établi que la sardine de l'Adriatique moyenne manifeste des signes de maturité sexuelle à une taille de 13 à 14 cm, mais que la première maturité sexuelle peut déjà se déclencher chez des individus d'une taille inférieure à 12 cm. On a, de plus, trouvé, en été, que la petite sardine — rencontrée d'ordinaire dans la baie de Kaštela — avait fait son apparition sur la côte occidentale de l'île de Brač.

Les recherches au cours desquelles on a suivi l'influence de la température et de la salinité sur le développement du hareng de la mer du Nord — depuis l'oeuf jusqu'aux premiers stades planctoniques — dans les conditions expérimentales (Hempel G., 1962) — ont indiqué l'existence, chez chaque race, de différences marquées en ce qui concerne les limites de tolérance de la température et de la salinité. Les différences écologiques ont également une influence sur les dimensions des oeufs. Durant le second tiers de l'incubation, ainsi que l'ont prouvé les expériences, la métamerie de la larve de hareng en développement dépend de la température et de la salinité.

Il ressort de nos investigations que, dans la région des canaux, l'apparition d'oeufs de sardine est liée à un plus faible degré de salinité que dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large.

Dans la région des canaux, entre 37,01 et 37,50‰ on a trouvé des oeufs de sardine en abondance (58,9‰). Entre ces mêmes limites de salinité, l'apparition d'oeufs de sardine dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large a été faible (9,5‰). Pour une salinité de 37,51 à 38,00‰ l'inverse se produit: 8,8‰ d'oeufs de sardine dans les canaux contre 52,2‰ dans les eaux côtières de la mer ouverte. L'écart dans l'abondance d'oeufs de sardine est encore plus frappant à mesure que les salinités sont plus élevées, de 38,00 à 38,40‰, qui ont fait que toutes les pêches, dans la région de canaux, ne contenaient pas d'oeufs de sardine, alors que dans les eaux de l'Adriatique

moyenne ouvertes vers le large on en trouvait 38,1‰. Ce fait révèle un comportement différent des sardines mûres dans l'une et l'autre région, car, alors que 91,2‰ de la totalité des oeufs de sardine ont été pêchés dans le canaux par une salinité de l'ordre de 34,43 à 37,50‰, dans la ceinture côtière de l'Adriatique ouverte, avec même salinité, nous ne trouvons que 9,7‰ d'oeufs de sardine. Par contre, entre les limites de salinité de 37,51 et 38,40‰, on a noté, dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large 90,3‰ d'oeufs et, comme nous venons de le dire, entre les mêmes limites dans les canaux il n'y en avait que 8,8‰. — Cette trouvaille plaide en faveur de la supposition de l'existence d'une population de sardine à part dans la région des canaux de la Dalmatie moyenne.

Dans la région des canaux, on a trouvé des larves de sardine en groupes plus compacts entre 36,61 et 37,60‰ de salinité (75,4‰). Dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large pour des salinités de 36,41 à 36,50‰ on notait une apparition isolée de larves de sardine, mais la manifestation générale de ces larves (88,3‰) dans cette région a présenté une distribution plus clairsemée entre 37,01 et 38,40‰ de salinité, ce qui, considéré dans l'ensemble, prouve qu'il y avait des larves de sardine dans la région des canaux par une salinité plus basse que dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large. Il convient de souligner comme significatif que l'apparition de larves dans les canaux entre des limites de salinité plus élevée — 38,01 et 38,40‰ — ne représente que 2,6‰, tandis que dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large elle est de 36,9‰.

En fonction de la salinité, les postlarves sont, pour la plupart, groupées aussi comme les larves de sardine, entre 36,41 et 37,61‰ avec 80,3‰, alors qu'au large, dans le même intervalle de salinité, 40,8‰ de tous les exemplaires capturés sont représentés. Maximum d'abondance dans la région des canaux est noté entre 37,01 et 37,10‰ de salinité avec 15,8‰, et dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large entre 37,61 et 37,70‰ avec 19,5‰. Ici aussi, nous soulignons une différence significative dans l'apparition de postlarves entre des limites de salinité élevée. Dans les canaux, en effet, entre 37,61 et 38,40‰ de salinité nous ne trouvons qu'une proportion de 8‰ de postlarves, alors que dans les eaux de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, cette proportion — pour le même intervalle de salinité — atteint 58,6‰.

Le fait que les stades planctoniques de la sardine n'apparaissent pas dans les semblables conditions de salinité dans les deux régions mentionnées constitue un nouvel argument favorable à l'explication de l'apparition d'une population distincte de cette espèce dans la région des canaux.

### Conclusion

On a constaté une réaction différente pour chacun des stades planctoniques de la sardine envers la salinité dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large et dans les canaux, à savoir que dans la région des canaux, les oeufs, les larves et les postlarves de sardine sont groupées dans des limites de salinité plus basses que dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large.

## REACTION DES JEUNES STADES DE LA SARDINE À LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

## Resultats et discussion

Spooner (1933) a établi, d'après les larves de hareng qu'il a trouvées sensibles à l'intensité lumineuse, que les larves des Clupéidés ont un comportement photopositif. Soleim (1942) a remarqué que les larves de hareng se rassemblaient plus souvent dans la partie éclairée, de l'aquarium.

Afin de compléter notre matériel et de nous documenter sur la réaction des stades de développement de la sardine à la lumière artificielle, nous avons pêché des larves au moyen du filet en étamine à la lumière artificielle. Au cours de ces recherches, nous avons capturé 5251 exemplaires de larves, post-larves et jeunes poissons, dont 455 exemplaires de sardine.

Les travaux à la lumière artificielle n'ayant pu se poursuivre qu'un temps relativement court (20 minutes) le matériel récolté, à notre avis, ne peut nous donner qu'un tableau d'orientation sur le comportement des plus jeunes stades de sardine envers la lumière artificielle. La manière de procéder est décrite dans le chapitre «Méthode et matériel» (p. 12 et 14).

La longueur des sardines pêchées par ce procédé variait de 2,58 à 80,0 mm (Tabl. XI). Avec le filet en étamine, nous avons pris des jeunes sardines notablement plus grandes qu'avec le filet en stramine ou Helgoland, ce qui est sans doute explicable par la possibilité qu'ont ces stades d'éviter l'ouverture du filet.

La proportion, pour ‰, des premiers stades de sardine capturés au filet en étamine, par rapport à celle des stades pris au filet en stramine, est à l'avantage du pourcentage des larves, postlarves et stades juvéniles pêchés au filet en étamine.

Les oeufs de sardine n'ayant pas la possibilité de se mouvoir, l'éclairage ne peut influencer leur capture au filet en étamine. Si nous comparons la prise d'oeufs au filet en stramine avec celle du filet en étamine nous trouverons que la capture au filet en étamine ne représente que 5,5‰ de la pêche totale des deux filets réunis. La même proportion devrait être valable également pour les larves, les postlarves et les stades juvéniles de sardine s'ils ne manifestaient pas une phototaxie positive en ce qui concerne la stimulation de la lumière artificielle. Il ressort, cependant, de l'examen de notre matériel, que leur capture au filet en étamine constitue 10,2‰ de la pêche totale avec les deux filets réunis, donc de double de la quantité d'oeufs pêchés. Compte tenu du fait que le filet en étamine est immobile à une profondeur de 1 m et que lorsqu'on le hale il filtre une petite quantité d'eau, alors que le filet en stramine est traîné pendant une demi-heure à travers les couches d'eau supérieures, on doit admettre que le pourcentage de 10,2‰ de jeunes stades est un pourcentage élevé. Le filet en étamine ne capture, plus ou moins, que les organismes qui, attirés par la lumière artificielle, se rassemblent sur une surface de 1,57 m<sup>2</sup>. Cette comparaison montre que la phototaxie positive des stades planctoniques plus avancés de la sardine — étant donné la stimulation par la lumière artificielle — a augmenté le potentiel de pêche en faveur du filet en étamine.

Tableaux XI. Premiers stades planctoniques de sardine capturés au filet en étamine à la lumière artificielle

Mois		R é g i o n							
		des canaux				côtière ouverte vers le large			
		Nombre d'exemplaires	Longueur en mm			Nombre d'exemplaires	Longueur en mm		
min.	max.		moy.	min.	max.		moy.		
1952.	II	82	4,30	13,80	11,96	15	6,02	13,33	10,23
	III	7	6,45	13,55	11,62	0			
	IV	11	4,73	14,62	9,23	12	4,73	11,61	10,11
		20	27,0	44,0	33,6	97	28,0	44,0	35,0
	V	32	4,30	11,61	8,60	117	2,58	13,55	7,80
		9	52,0	59,0	55,3	0			
	VI	9	70,0	75,0	71,7	0			
	VII	5	60,0	80,0	76,7	0			
	VIII	0				0			
		0				0			
	IX	0				10	2,79	5,59	4,11
	X	2	4,73	11,61	8,17	0			
	XI	2	5,59	6,45	6,02	0			
1953.	I	1	6,45			1	4,73		
	II	0				2	4,73	5,16	4,95
	III	7	10,76	15,91	15,50	1	8,60		
	IV	1	18,06			1	10,32		
	V	2	3,44	5,16	4,30	6	3,01	7,74	7,53

Remarque: chiffre non souligné = nombre de larves et de postlarves de sardine  
chiffre souligné = nombre de jeunes sardines

La plus grande sardine capturée au filet en stramine et au filet helgoland mesurait 23,44 mm. A la lumière artificielle, on a pris des jeunes sardines au filet en étamine d'avril à juillet, mais, dans les eaux côtières ouvertes vers le large (stations 3 et 4) en avril 1952 seulement. En avril, dans la région des canaux, la pêche à la lumière a donné 20 jeunes sardines mesurant de 27,0 à 44,0 mm (mesurées sans la nageoire caudale) avec une taille moyenne de 33,6 mm. En mai, on en a capturé 9 exemplaires de 52,0 à 59,0 mm, avec une taille moyenne de 55,3 mm. En juin, on en a trouvé 9 exemplaires mesurant

de 70,0 à 75,0 mm avec une taille moyenne de 71,7 mm. En juillet, 5 exemplaires de 60,0 à 80,0 mm ont été pris, dont la taille moyenne était de 76,7 mm.

Dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, la capture a été, en avril 1952, de 97 individus mesurant de 28,0 à 44,0 mm — taille moyenne : 35,0 mm.

Les autres mois ont été négatifs en ce qui concerne les jeunes sardines. En mars et avril 1953 on n'a récolté que des postlarves dans les canaux de l'Adriatique moyenne (8 spécimens) de 10,76 à 18,06 mm de longueur.

### Conclusion

L'emploi de la lumière artificielle dans les conditions naturelles nous a permis d'observer le comportement photopositif des jeunes stades de sardine. Dans les captures au filet en étamine à la lumière artificielle, on a trouvé aussi des jeunes sardines d'avril à juillet 1952, dont la taille moyenne, au cours de mois successifs l'accroît suivant une gradation déterminée.

## PREDATEURS DES STADES PLANCTONIQUES DE LA SARDINE

### Résultats et discussion

Pour Ahlstrom (1954), les prédateurs sont la cause principale de la mortalité des larves. Ces pertes peuvent varier suivant la densité des prédateurs et la durée des délicats stades des poissons, cette durée pouvant être fonction de la nourriture, de la température et de la salinité.

Lors de l'analyse de nos échantillons de plancton, nous avons recueilli aussi des renseignements sur les facteurs biologiques susceptibles d'être des causes de la mortalité.

Nous pouvons donc citer, parmi les agents prédateurs des stades planctoniques de la sardine, les postlarves de poissons. On a étudié en détail la postlarve de maquereau (*Scomber scombrus* L.) comme prédateur des stades planctoniques de la sardine. On a en effet trouvé des oeufs de sardine dans l'estomac de postlarves de maquereau, mesurant de 6,45 à 14,59 mm. Nous avons identifié des larves et des postlarves de sardine dans le tube digestif de 11,20% des postlarves de maquereau examinées provenant des canaux et du large de l'Adriatique moyenne (Fig. 32); le plus petit exemplaire de postlarve de maquereau dans l'estomac duquel nous avons identifié partiellement digérée, une larve de sardine de 1,99 mm, mesurait 5,16 mm. La plus grande postlarve de maquereau de 15,69 mm contenait une postlarve de sardine de 8,17 mm. La présence fréquente de jeunes stades de sardine dans l'estomac des maquereaux doit être attribuée à l'existence le plus souvent simultanée des jeunes stades de ce deux espèces dans le plancton des mêmes eaux (Karlovac J. 1962). A la station 9, des postlarves de sole (*Solea vulgaris* Quens.) mesurant 6,88 et 7,74 mm avaient l'estomac rempli de larves de sardine. Parmi les autres macroplanctontes prédateurs des jeunes stades de sardine nous avons noté,

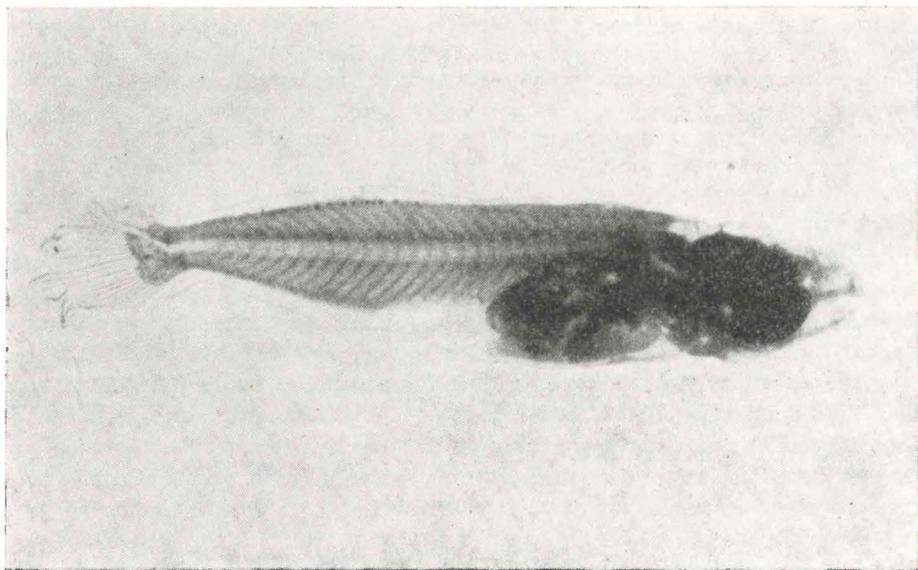


Fig. 32. Postlarve de moquereau (*Scomber scombrus* L.) mesurant 8.17 mm de longueur, prédateur des larves de sardine.

aux stations 6 et 9, *Sagitta* sp. qui agressait des postlarves de sardine de 6 mm. Dans le matériel de l'expédition «Hvar» (à la station 33 située au sud des îles Kornati), nous avons trouvé des copépodes (*Candacia*) qui attaquaient des postlarves de sardine d'une taille de 14,19 mm et, en littérature, on cite aussi comme prédateurs possibles de la sardine, au cours de sa vie planctonique, les siphonophores, les méduses, les cthénophores, les amphipodes, les salpidés et les mollusques pélagiques (M. V. Lebour, 1922).

#### Conclusion

On a enregistré de pertes parmi les premiers stades de la sardine de la part des postlarves de maquereau et de sole. La *Sagitta* sp. et le copépode *Candacia* sont également des agresseurs des larves et des postlarves de sardine.

#### NOURRITURE DES POSTLARVES DE SARDINE

M. V. Lebour (1919, 1920, 1921) s'est penchée sur l'étude de l'alimentation des postlarves de sardine. Elle mentionne que sur 684 postlarves de sardine — de 9 à 36 mm de longueur — 53 (8,5%) seulement contenaient de la nourriture, mais seulement à partir d'une taille de 12 mm. La nourriture

consistait principalement en copépodes ou en oeufs de copépodes, et il semble que ces derniers soient le «mets» de prédilection des postlarves de sardine. L'auteur explique l'absence de nourriture chez les jeunes clupéidiés par cette supposition: une certaine quantité de nourriture dans l'intestin rendant visibles ces formes transparentes, elles se nourrissent donc à des intervalles très éloignés, et cette nourriture se digérant vite, passe rapidement à travers les intestins. C'est la raison pour laquelle il n'arrive qu'occasionnellement de prendre une postlarve contenant de la nourriture.

A l'Institut de Biologie d'Helgoland, nous avons eu, en 1959, l'occasion d'examiner un certain nombre de postlarves de sardine de la mer du Nord. Extérieurement, elles donnaient l'impression d'organismes mieux alimentées que les individus plus délicats de l'Adriatique. Des recherches sur l'alimentation des postlarves de la sardine adriatique sont en cours (en collaboration avec T. Pucher - Petković). Les observations préliminaires effectuées jusqu'à présent, sur des exemplaires de 5,81 à 15,27 mm, montrent que 60% des postlarves de sardine examinées ont l'intestin vide. Elles se nourrissent principalement de zooplanctons, et aussi de phytoplanctons, mais en moindres proportions. Le zooplancton est représenté par des copépodes (*Oithona*, *Calanus*) et des nauplies de copépodes, des débris d'organismes du ordre *Gastropoda* et de la famille des *Tintinnidae*. Dans l'intestin des postlarves de sardine on a retrouvé du phytoplancton sous forme d'une masse verdâtre, et, dans quelques cas seulement, il a été possible d'identifier des restes d'individus de la famille des *Peridiniidae*.

#### PARASITISME

Hollande A. et Cachon J. (1952) ont trouvé dans la baie d'Alger des oeufs de sardine avec parasites dans le vitellus (le dinoflagellé *Ichthyodinium chabelardi*). Gamulin T. mentionne avoir rencontré, dans des échantillons de plancton, un pourcentage élevé d'oeufs de sardine morts (50 et même 90%). Dans notre matériel de 1952 il y en avait 63,0% en mars, 19,2% en avril, et 4,0% en novembre, et en 1953, en janvier, nous en avons trouvé 14,6% et en février 3,3%. Hollande A. à qui j'ai montré tous mes échantillons a constaté la présence de *Ichthyodinium chabelardi* et aussi dans les oeufs de la sardine adriatique. Chez un grand nombre d'oeufs de sardine on a remarqué en mars 1952, aux stations 6 et 12, ainsi qu'en janvier 1953, à la station 6, la présence de corps étrangers — qui n'ont pas encore été identifiés — dans l'espace perivitellin.

Au cours de mes recherches, en collaboration avec T. Pucher-Petković, nous avons trouvé, à la station 3 (23. V. 1952), un exemplaire de postlarve long de 9,46 mm infesté de parasites — probablement de l'ordre des *Blastodinidiales* — sur la paroi interne de la partie postérieure d'intestin (donnée non publiée).

## DISCUSSION GENERALE

Etant donné la grande importance que l'on accorde à l'étude des oeufs planctoniques, des larves et des postlarves du poisson de mer — comme l'une des méthodes des recherches de la biologie de la reproduction des poissons, de leur distribution et de leur quantité, nous avons entrepris ce travail avec le désir de contribuer à la connaissance de l'écologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) durant la phase planctonique de sa vie. La recherche de cette espèce a été entreprise à cause du rôle important qu'elle joue dans notre pêche.

On y analyse la composition des populations de poissons pendant la phase planctonique de leur vie dans le but de trouver les compétiteurs et les prédateurs éventuels de la jeune sardine. L'étude de la composition des populations de larves et de postlarves de tous les poissons, dans la région explorée, contribue à éclairer le problème des relations réciproques entre les diverses espèces de poissons. Cette connaissance permet d'obtenir un tableau de l'apparitions et de la densité saisonnières des espèces de poissons les plus importants pour chaque secteur de la région explorée (Fig. 4 à 9). Les plus nombreuses sont les larves et les postlarves d'anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) et de sardine (Fig. 10 et 11). Leur apparition n'est pas simultanée mais complémentaire. Les différences observées dans la distribution saisonnière des stades planctoniques des autres poissons montrent que la période extensive des captures plus pauvres en larves et postlarves d'autres poissons s'étend de l'automne au printemps, principalement pendant la période de reproduction de la sardine.

Divers secteurs de la région explorée présentent entre eux des différences, en ce qui concerne la composition des populations de larves et de postlarves de poissons, et certains éléments indiquent des mouvements des masses d'eau des parties extérieures de la région en direction des canaux. Ce phénomène est mis en évidence par la présence de postlarves d'espèces bathypélagiques, avec organes lumineux, dans le canal de Split (*Cyclothone braueri* J esp. T a a n. et *Diaphus rafinesquei* (C o c c o)), qui ont dû être transportées dans ce canal par la montée des eaux («uppvelling») du large de l'Adriatique moyenne. Nous avons aussi pêché dans le canal de Trogir une postlarve appartenant à l'espèce *Lepidopus caudatus* L. l'habitat de cette forme adulte étant habituellement dans les eaux plus profondes de la haute Adriatique.

Les recherches sur le transport des larves et des postlarves de sardine, d'une région à une autre, sont basées sur l'étude de la distribution de la composition de leurs populations en fonction de la longueur. On ne disposait alors ni de mesures directes des courants, ni de renseignements relatifs au transport du plancton. Afin d'acquérir des connaissances sur la distribution et le transport des larves et des postlarves de sardine on a utilisé aussi le matériel de l'expédition de biologie de la pêche »Hvar (1948—1949) provenant de la pleine mer. La densité et la distribution des larves et des postlarves de sardine ont été étudiées sur quatre coupes longitudinales situées à égale distance des côtes, orientale et occidentale, de l'Adriatique moyenne (Fig. 12). Les résultats de l'analyse de la fréquence des tailles des exemplaires capturés ont montré que, sur la coupe no 1 (la plus près de Dugi Otok), les groupes de taille des post-

larves ont été renforcés par des contingents d'individus de tailles correspondantes venus du voisinage. La coupe no 2 est remarquable par sa richesse en larves de sardine. Sur le polygone de fréquence des tailles, les postlarves présentent une diversité de composition indiquant qu'elles viennent des environs. Sur la coupe no 3, on discerne l'apparition d'une population à part de postlarves appartenant aux groupes de taille de 10 et 12 mm ce qui indique qu'elles ne sont pas d'origine locale. Sur la coupe no 4 (la plus près des côtes italiennes) on voit clairement que les postlarves capturées ne sont pas d'origine locale et qu'elles proviennent de l'aire de ponte traversée par les coupes 2 et 3. Sur la coupe no 4 on n'a pas trouvé de larves de sardine (Fig. 13). Il semble donc que les larves et les postlarves de sardine aient été — pour la plupart — transportées de l'aire de ponte vers les deux rivages opposés de l'Adriatique où les postlarves étaient plus longues que sur les coupes du milieu de l'Adriatique. La dispersion des postlarves dans des directions différentes, à partir de l'aire de ponte, peut être mise en relation avec le courant entrant qui, en Adriatique, s'écoule parallèlement à notre côte en direction nord-ouest, ainsi qu'avec les courants transversaux intermittents se dirigeant vers les côtes italiennes.

Nous avons déjà mentionné précédemment que la présence de larves et de postlarves bathypélagiques dans les canaux de l'Adriatique moyenne nous porte à croire à un mouvement des eaux du large de l'Adriatique vers les canaux. L'analyse de la répartition des fréquences de longueur des larves de sardine nous permet d'avoir un aperçu plus clair du problème du transport de plancton d'une région à l'autre. Dans *la baie de Trogir*, où la ponte a été très faible, on a établi que les larves qui venaient d'éclore en dehors de la baie se déplaçaient dans une périmètre très limité, mais que les postlarves y avaient été transportées le plus probablement du large. Comme dans les autres secteurs de la région explorée, la densité des oeufs, dans *la baie de Kaštela*, indique une ponte d'une forte intensité pendant la saison 1951/1952 et une ponte plus faible pendant la saison 1952/1953. La trouvaille d'oeufs et de larves prouve aussi que, durant ces saisons, la ponte de la sardine s'est déroulée différemment dans le temps. Les polygones de fréquence des tailles indiquent que les postlarves capturées en 1951/1952 étaient originaires de la baie même, alors qu'en 1953, il est évident qu'elles y avaient été apportées du canal de Split. Pour ce qui est du *canal de Split*, nous pouvons conclure que le transport des postlarves de sardine s'effectue à partir des eaux de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large. Il est intéressant de constater que d'après la fréquence des tailles et le rapport entre le nombre des larves et celui des postlarves nous pouvons prouver que leur transport n'a pas lieu par le détroit de Split, mais par le détroit de Šolta. Dans *le canal de Brač* on constate une ponte d'intensité moyenne en 1951/1952, et plus faible en 1952/1953 et d'une plus courte durée pendant cette dernière période. L'apparition et la densité des oeufs de sardine, au cours de mois différents indique que les reproducteurs effectuaient, en automne, des mouvements à proximité du littoral continental de l'ouest à l'est. L'hiver, la ponte s'est déroulée dans la moitié orientale du canal. A la fin de la saison de ponte, les reproducteurs semblent s'être dirigés vers l'ouest au voisinage des côtes de l'île de Brač. La composition hétérogène de la population des postlarves de sardine, en ce qui concerne la longueur, suggère l'idée qu'elles

sont issues les unes de la ponte précoce, les autres de la ponte tardive. La composition de la population, quant à la taille, ainsi que le rapport entre le nombre des larves de sardine, laisse supposer que la population des postlarves a été renforcée par des contingents importés des environs, c'est-à-dire du canal de Hvar, et non pas du large à travers le canal de Split. Dans *les eaux côtières de la mer ouvertes vers le large*, on a constaté que, en 1951/1952, la ponte était plus intensive, et qu'en 1952/1953 elle a été plus faible et a duré moins longtemps, comme dans les autres secteurs de la région explorée. En 1952 et au printemps 1953, les polygones de fréquence des tailles traduisent un transport de larves s'effectuant en direction de l'ouest: du détroit de Split vers Drvenik. L'abondance des postlarves, appartenant à des groupes de taille divers, en mars et avril 1952 et 1953 — époque où l'on avait constaté une plus faible densité des larves — nous amène à conclure que celles-ci proviennent de la ponte de janvier ou de février dans les eaux de la haute Adriatique moyenne.

La ponte de moindre proportions, qui a été notée dans la région explorée, s'est déroulée suivant des modalités différentes dans chacun des secteurs de cette région. Dans la baie de Kaštela en 1951/1952, la densité des oeufs de sardine était assez forte en mars et avril, et, en octobre (saison de ponte 1952/1953), dans le canal de Split, elle était aussi plus élevée que dans le reste de la région soumise aux investigations. Ainsi qu'il vient d'être dit, la ponte a duré moins longtemps en 1952/1953 (elle a pris fin en février, alors que pendant la saison 1951/1952, elle s'était prolongée jusqu'en avril), mais elle était plus faible en fin de saison 1952/53.

Au cours de la saison 1951/52, on trouve, cependant, dans la baie de Kaštela et le canal de Split une population de sardine distincte. Des recherches entreprises sur la sardine adulte (Mužinić R. 1954) ont décelé l'existence de sardines plus petites dans la région des canaux de l'Adriatique moyenne et ont prouvé également qu'en général la sardine, la première année, ne quitte pas la baie de Kaštela. Il ressort aussi de nos recherches que, dans la région des canaux, on constate la présence d'oeufs de sardine à l'époque où l'on n'en trouve pas dans les autres secteurs de la région explorée. Cette supposition, est renforcée aussi par toute une série d'autres données: — la densité des oeufs de sardine dans la baie de Kaštela en mars et avril 1952 nous conduit à y supposer la présence d'une petite population de sardine, nettement distincte, s'y reproduisant pour la première fois. — Le diamètre des oeufs planctoniques, dans la baie de Kaštela et le canal Split, est inférieur à celui trouvé dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large (Fig. 14), ce qui signifierait donc qu'ils proviennent de la ponte de plus jeunes reproductrices. — Le maximum d'apparition d'oeufs de sardine s'est manifesté dans la région des canaux par une température allant de 11,0 à 11,9° C, et, dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large, entre 12,0 et 12,9° C (Fig. 30). — Des oeufs de sardine, en assez grande abondance, ont été trouvés dans la région des canaux par un taux de salinité de 37,01 à 37,50‰, et dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large de 37,51 à 37,60‰ (Fig. 31). Des relations analogues envers les facteurs mentionnés ont été observées chez les larves et les postlarves de sardine.

Des recherches antérieures (Gamulin T. et Hure J., 1955) ont permis d'établir que la sardine adriatique se reproduit à des heures déterminées de la journée: entre 18 et 22<sup>h</sup> environ en décembre, et entre 19 et 24<sup>h</sup> en mars. Les données recueillies au cours de nos recherches n'indiquent pas seulement que la sardine fraie à des heures déterminées de la journée, mais encore que, dans l'intervalle de temps mentionné, elle expulse périodiquement des oeufs. La fréquence de l'apparition des oeufs dans le plancton étant la plus grande à 18, 21 et 24 heures, cette particularité montre que l'intervalle entre deux expulsions d'oeufs est d'environ trois heures (Fig. 15).

Nous devons à Marr (1956) un aperçu général concernant »la période critique«, ainsi que de nouvelles données sur la sardine pacifique (*Sardinops caerulea* (Girard); Farris (1960) — qui suppose que la sélection du filet ne joue pas un rôle essentiel — pense que la mortalité élevée des larves intervient déjà avant la resorption complète de la vésicule vitelline. Blaxter et Hempel (1961) ont noté chez les larves de hareng dans les conditions expérimentales, deux périodes de mortalité: la première qui suit l'absorption du vitellus (par manque de nourriture), la seconde quand la larve, atteint une taille de 18 à 20 mm (du fait du développement incomplet de certains systèmes organiques). Nos observations, effectuées dans les conditions naturelles (en mer libre), sont aussi confirmées par celles faites ailleurs, récemment, tant dans la nature qu'au cours d'expériences. Berner (1959) et Arthur (1956) ont constaté que les larves d'anchois et de sardine pacifique, pêchées au filet à plancton, étaient en mauvaise condition et que, manquant de nourriture, elles avaient même résorbé leur foie. Farris (1959) a observé l'amincissement des larves affamées au stade qui suit l'absorption du vitellus. Lasker (1962) au cours d'expériences en aquarium a trouvé que, chez les larves de la sardine pacifique, au moment de l'épuisement complet de la vésicule vitelline, des activités cataboliques se poursuivent, qui dépassent l'énergie qui n'est plus fournie que par des restes du vitellus. La bouche ne se développe en effet que 20 heures environ après l'absorption du vitellus. La larve, durant cet intervalle de temps, n'est pas en état d'absorber de la nourriture, d'autant plus que ses yeux sont encore insuffisamment pigmentés même quand sa bouche est formée. Etant donné qu'elles ne voient pas encore, les postlarves ne peuvent saisir la nourriture à leur portée que plus tard, à une époque non encore déterminée. Ne pouvant pas satisfaire immédiatement leurs besoins métaboliques elles souffrent donc au début d'une déficience métabolique. Vaincre cette insuffisance, en ce stade de développement, est pour le poisson une question de rencontre fortuite de la bouche et d'une parcelle alimentaire. Si cette déficience se prolonge elle entraîne inéluctablement une perturbation des fonctions physiologiques vitales, la résorption des tissus, une perte de poids et, finalement, la mort.

Les résultats de l'étude de »la période critique« au commencement de la vie de la sardine décèlent un accroissement de la mortalité qui intervient au stade d'absorption complète de la vésicule vitelline dans presque toute la région explorée (Fig. 16 à 28). Ainsi, dans la phase de transition entre la vie larvaire et la vie postlarvaire, il y a eu une forte mortalité dans la région côtière de l'Adriatique moyenne ouverte vers le large, mais on ne la remarquait pas sur les polygones de fréquence des tailles du canal de Split. On peut

cependant conclure, d'après le diagramme exprimant le rapport pour ‰ entre larves et postlarves de ces deux régions que, dans le canal de Split, la mortalité a été camouflée par l'arrivée de groupes de taille de 6,0 et 8,0 mm venus de la mer ouverte (Fig. 29). Les résultats auxquels nous avons abouti, au cours de nos recherches sur la mortalité des larves de sardine, plaident en faveur de l'hypothèse de Hjort que »la période critique« dans la vie du poisson se situe après l'absorption complète de la vésicule vitelline, car nous avons pu, de notre côté, établir que la forte mortalité des stades planctoniques de la sardine se manifestait au moment de l'absorption complète du vitellus.

Dans la région explorée une mortalité élevée des stades planctoniques de la sardine a été enregistrée en octobre et novembre surtout, mais dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large on a aussi noté une mortalité élevée en janvier, février et mars.

On a étudié également la relation des stades planctoniques de la sardine envers les facteurs abiotiques et biotiques. Les caractéristiques de température de l'eau de mer ont montré que, pendant la durée des recherches, il y a eu une certaine différence dans le minimum et maximum des températures moyennes entre les divers secteurs de la région explorée. On a pu prouver que la relation des stades planctoniques de la sardine envers les facteurs mentionnés n'a pas été la même dans la région des canaux et dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large. Les oeufs de sardine étaient les plus abondantes dans la zone des canaux par une température allant de 11,0 à 11,9°, et, dans la région côtière de la mer ouverte entre 12,0 et 12,9° C (Fig. 30). Cette constatation vient renforcer la supposition concernant la présence d'une population de sardine distincte dans la région des canaux.

Les caractéristiques de la salinité dans les diverses parties de la région explorée ont permis de constater un maximum d'oeufs de sardine dans la région des canaux par un degré plus faible de salinité que dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large. Avec la même salinité qui, dans la région des canaux, coïncidait avec une abondance maximale d'oeufs de sardine, on ne trouvait qu'une quantité insignifiante d'oeufs dans la région côtière de la mer ouverte. Les oeufs étaient plus nombreux dans le plancton de la région des canaux pour une salinité de 37,01 à 37,50‰ tandis que la ponte était plus intense dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large pour une salinité de 37,51 à 38,10‰ (Fig. 31). Ce résultat plaide lui aussi en faveur de l'existence d'une population à part de sardine reproducteurs dans la région des canaux.

La réaction des jeunes stades de clupéidés à la lumière artificielle a été étudié par Spooner (1933) à l'aide de la lumière convergente et parallèle, et il a trouvé que le comportement photopositif des larves de hareng est surtout une réaction à la direction de la lumière et que l'activité des larves s'affaiblit avec la diminution de l'intensité lumineuse. Soleim (1924) a noté que les larves de hareng se tenaient plus fréquemment dans la partie éclairée de l'aquarium.

Les recherches effectuées au moyen du filet en étamine, à la lumière artificielle, pendant les nuits sans lune, ont principalement servi à cause de compléter notre matériel. Cependant, le fait que la capture des larves de sardine par ce procédé, a été proportionnellement beaucoup plus riche qu'avec les autres

filets à plancton sans l'emploi de la lumière artificielle indique le phototactisme des stades planctoniques plus avancés de la sardine accroît la capacité de capture du filet en étamine. Les tailles moyennes des jeunes sardines montrent, durant les mois successifs, un accroissement déterminé de la longueur.

Il convient de mentionner encore comme cause importante de la mortalité des larves l'influence de la rapacité de leurs ennemis. Nous avons pu nous convaincre que, même entre elles, les postlarves de poissons se font une chasse acharnée. Les postlarves de maquereau (*Scomber scombrus* L.) se sont comportées comme des prédateurs non négligeables des larves et des postlarves de sardine (Fig. 32). Il nous est arrivé aussi de trouver des larves de sardine en grand nombre dans l'estomac des postlarves de sole (*Solea vulgaris* Quens). Nous avons également observé que les larves de sardine étaient souvent le proie de la *Sagitta* sp. et du copépode (*Caudacia*).

M. V. Lebour (1919, 1920, 1921) a constaté qu'un grand nombre de postlarves de sardine avaient le tube digestif vide. Elle l'explique par le fait que les postlarves s'alimentent à des intervalles très éloignés et digèrent rapidement. Elles restent ainsi transparentes et sont moins exposées à être repérées par leurs agresseurs, les intestins pleins les rendant visibles. La bouche encore incomplètement formée des postlarves par laquelle la nourriture ne passe que difficilement peut aussi être la cause de la vacuité de leur tube digestif.

Dans notre matériel, nous avons noté que les postlarves de sardine avaient le plus souvent le tube digestif vide (60%). Leur nourriture consistait, principalement, en zooplanctontes (*Ooithona*, *Calanus*, en nauplies de copépodes, en débris de gastéropodes et de *Tintinnididae*). Le phytoplancton s'y retrouvait sous forme d'une masse verte, amorphe, et dans quelques cas seulement, était représenté par des péridinidés identifiables.

Le fait d'avoir noté dans le plancton un grand nombre d'oeufs de sardine morts a attiré aussi notre attention sur le parasitisme. Dans les oeufs de nos sardines nous avons constaté la présence de *Ichthyodinium chabelardi*, dinoflagelé trouvé dans les oeufs de sardine du golfe d'Alger par Hollande et Cachon (1952). Sur la paroi intérieure de la partie pylorique de l'intestin de postlarve de sardine de 9,46 mm de longueur on a trouvé des parasites appartenant au groupe des *Blastodiniales*.

## CONCLUSIONS

Dans la région des canaux de l'Adriatique moyenne et dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large des recherches ont été entreprises sur les jeunes stades du poisson, en général, et en particulier sur la sardine, en tant que poisson d'une haute importance économique. Les investigations ont eu lieu de mars 1952 à mai 1953 sur 14 stations modérément représentatives et assez uniformément réparties dans la région explorée. Les prélèvements (589) ont été faits au moyen de trois types de filets à plancton sur chaque station, à des intervalles d'un mois. On a récolté, au total, 106.012 oeufs de poissons (29.003 oeufs de sardine) et 40.007 larves et postlarves de poissons (5.459 larves, postlarves et jeunes stades de sardine).

Ce matériel a permis d'aboutir à des résultats qui apportent une nouvelle et importante contribution à la connaissance de l'écologie de la sardine pendant sa vie planctonique. Ces résultats peuvent être brièvement résumés comme il suit:

1. Dans le plancton de l'Adriatique moyenne on a pêché, au cours de ces recherches, des larves et des postlarves de poissons appartenant à des espèces (68), à des genres (60), et à des familles (32) divers.

2. On a établi la distribution de chacune des espèces de poissons, suivant les régions, le temps et l'abondance de l'apparition, en tant qu'éléments accompagnateurs ou complémentaires de la sardine pendant la phase planctonique de sa vie.

3. On a prouvé que la ponte de la sardine a duré plus longtemps pendant la saison 1951/1952 que pendant la saison 1952/1953.

4. On a constaté un transport de larves et de postlarves de sardine de l'aire de ponte du large de l'Adriatique moyenne vers les deux rivages opposés de cette mer.

5. On a constaté également un transport de larves et de postlarves de sardine des eaux du large dans les canaux, et de là dans les baies de l'Adriatique moyenne.

6. On a établi que le transport des larves et des postlarves de sardine s'effectue de la mer ouverte vers le canal de Split par le détroit de Šolta et non pas par le détroit de Split.

7. Dans le canal de Brač, l'arrivée de stades planctoniques venus du canal de Hvar se fait plus fortement ressentir que celle de ceux qui sont transportés de la mer ouverte à travers le canal de Split.

8. D'après l'apparition d'oeufs de sardine dans le plancton on a pu suivre le déplacement de la sardine en état de reproduction dans le canal de Brač.

9. On a pu constater que la sardine sexuellement mûre expulse des oeufs à des intervalles de trois heures environ, au cours de la nuit (vers 18, 21 et 24 heures).

10. On a établi la présence d'une population distincte de sardine dans la région des canaux. En faveur de cette conclusion plaident les fréquences des tailles des stades planctoniques, la densité et le diamètre des oeufs, ainsi que l'abondance de l'apparition des stades planctoniques de la sardine entre des limites de température et de salinité différentes dans les canaux et en mer ouverte.

11. On a trouvé que la »periode critique« dans la vie planctonique de la sardine après son éclosion intervient au passage du stade larvaire au stade postlarvaire, c'est-à-dire après l'absorption de la vésicule vitelline.

12. On a constaté une mortalité plus important des stades planctoniques de la sardine dans les eaux cotières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large que dans les canaux.

La plus haute mortalité — dans l'ensemble de la région explorée — a été enregistrée en octobre et novembre, quant aux fortes pertes de janvier, février et mars elles se sont surtout produites dans la zone ouverte vers le large.

13. L'étude des relations entre les stades planctoniques de la sardine et la température et la salinité a montré que, dans la région des canaux, une apparition maximale de stades planctoniques a lieu par une température et une salinité plus basses que dans les eaux de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large.

14. On a eu la preuve que les stades planctoniques de la sardine étaient la proie des postlarves de poissons, plus exactement de maquereau et de sole. La *Sagitta* sp. et les copépodes sont aussi des ennemis des larves et des postlarves de sardine.

15. La nourriture des postlarves de sardine se compose, principalement, de copépodes, d'oeufs et de nauplies de copépodes. Des phytoplanctontes on été trouvés dans l'intestin des postlarves sous forme d'une masse amorphe.

16. On a constaté la présence du parasite *Ichthyodinium chabelardi* dans l'espace péritelline des oeufs de sardine, ainsi que de parasites de l'ordre de *Blastodiniales* sur la paroi de la partie pylorique du tube digestif de postlarves de sardine.

17. Chez les jeunes stades de sardine on a trouvé une réaction photopositive envers la lumière artificielle. Les expériences ont été réalisées dans la nature, en mer libre.

## APPENDICES



## APPENDIX I

LISTE DES POISSONS IDENTIFIÉS DANS LE PLANCTON DE LA RÉGION  
EXPLORÉE (LARVES ET POSTLARVES)

## Cl. Osteichthyes

## subclas. Actinopterygii

## Ordo Clupeiformes (Isospondyli)

## subordo Clupeoidei

## fam. Clupeidae

*Sardina pilchardus sardina* (Risso) 1826.

## fam. Engraulidae

*Engraulis encrasicolus* (L.)

## subordo Opisthoproctoidei

## fam. Argentinidae

*Argentina sphyraena* L. 1758.

## subordo Stomiatoidei

## fam. Gonostomatidae

*Cyclothone braueri* J esp. Taan, 1926.*Vinciguerria attenuata* (Cocco) 1833.*Mauroliscus muelleri* (G m.) 1789.

## Ordo Myctophiformes (Iniomi)

## subordo Myctophoidei

## fam. Myctophidae

*Electrona rissoi* (Cocco) 1829.*Myctophum (Hygophum) benoiti* (Cocco) 1838.*Myctophum (Hygophum) hygomi* (Ltkn.) 1892.*Myctophum (Benthoosema) glaciale thori* Taan. 1918  
(M.)*Gonichthys coccoi* (Cocco) 1829.*Diaphus rafinesquii* (Cocco) 1838.*Diaphus gemellarii* (Cocco) 1838.*Myctophum (Lampanyctus) alatum* Goode e. Bean  
(D'après A. V. Taaning)*Lampanyctus maderensis* (Lowe) 1839.*Myctophum* sp.

## subordo Alepisauroides

## fam. Paralepididae

*Lestidium sphyraenoides* (Risso) 1832.*Paralepis* sp.

## Ordo Scomberesociformes (Synentognathi)

## subordo Scomberesocoidei

## fam. Scomberesocidae

*Belone belone* (L.) 1766.

Ordo Gadiformes (*Anacanthini*)subordo *Gadidoidei*fam. *Gadidae**Gadus (Trisopterus) merlangus merlangus* L. 1758.*Micromesistius poutassou* (Risso) 1826.*Gadiculus argenteus argenteus* Guich. 1850.*Gadus* sp.*Merluccius merluccius* (L.) 1758.*Phycis phycis* (L.) 1766.*Phycis* sp.*Onos mediterraneus* (L.) 1758.*Onos* sp.

## Ordo Syngnathiformes

subordo *Syngnathoidei*fam. *Syngnathidae**Nerophis ophidion* (L.) 1758.*Syngnathus phlegon* Risso 1826.*Syngnathus (Siphostoma) typhle* L. 1758.

## Ordo Zeiformes

fam. *Zeidae**Zeus faber* L. 1758.

## Ordo Perciformes

subordo *Mugiloidei*fam. *Atherinidae**Atherina* sp.fam. *Mugilidae**Mugil* sp.subordo *Percoidei*fam. *Apogonidae**Apogon imberbis* (L.) 1758.fam. *Serranidae**Serranus cabrilla* L. 1758.*Paracentropristis hepatus* (L.) 1758.*Anthias anthias* (L.) 1758.fam. *Sparidae**Pagrus pagrus* (L.) 1758.*Pagellus erythrinus* (L.) 1758.*Pagellus bogaraveo* (Brünn.) 1764.*Diplodus annularis* (L.) 1758.*Diplodus sargus* (L.) 1758.*Boops salpa* (L.) 1758.*Boops boops* (L.) 1758.fam. *Mullidae**Mullus barbatus* L. 1758.*Mullus surmuletus* L. 1758.

fam. *Carangidae*  
*Trachurus trachurus* (L.) 1758.

fam. *Cepolidae*  
*Cepola rubescens* L. 1758.

fam. *Pomacentridae*  
*Chromis chromis* (L.) 1758.

fam. *Labridae*  
*Labrus* sp.  
*Coris julis* (L.) 1758.

fam. *Trachinidae*  
*Trachinus draco* L. 1758.

subordo *Trichiuroidei*  
*Trichiuridae*  
*Lepidopus caudatus* (Euphr.) 1788.

subordo *Scombroidei*  
fam. *Scombridae*  
*Scomber scombrus* L. 1758.  
*Scomber (Pneumatophorus) japonicus colias*  
G m. 1788.

subordo *Callionymoidèi*  
fam. *Callionymidae*  
*Callionymus belenus* Risso 1813.  
*Callionymus maculatus* Raf. 1810.  
*Callionymus phaëton* Gthr. 1861. (M.)

subordo *Blennoidei*  
fam. *Blennidae*  
*Blennius* sp.

subordo *Ophidioidei*  
fam. *Ophidiidae*  
*Parophidion vassali* (Risso) 1810.  
fam. *Carapidae*  
*Carapus acus* (Brünn.) 1768.  
*Carapus dentatus* (Cuv.) 1829.

subordo *Gobioidei*  
fam. *Gobiidae*  
*Crystallogobius nilssoni* Dub. Kor. 1846.  
*Gobius geniporus* Val. 1839. (M.)  
*Gobius (Deltentosteus) marmoratus* Risso 1826.  
*Gobius* sp.

subordo *Scorpaenoidei*  
fam. *Scorpaenidae*  
*Scorpaena porcus* L. 1758.  
*Scorpaena scrofa* L. 1758.

- fam. *Triglidae*  
*Trigla lucerna* L. 1758. (D'après Carus *Tr. corax*  
B p.)  
*Eutrigla gurnardus* (L.) 1758.  
*Lepidotrigla cavillone* (Lac.) 1802.

Ordo *Pleuronectiformes* (*Heterosomata*)

subordo *Pleuronectioidei*

- fam. *Bothidae*  
*Arnoglossus grohmanni* B p. 1837. (M.)  
*Arnoglossus thori* Kyle 1913.  
*Arnoglossus laterna* (Walb.) 1792.  
(D'après Kyle - deux espèces:  
A. 1. Will. forma A,  
A. 1. Will. forma B)  
*Arnoglossus rueppelli* Cocco 1844.  
*Arnoglossus* sp.

subordo *Soleoidei*

- fam. *Soleidae*  
*Solea vulgaris vulgaris* Quens. 1806.  
*Solea variegata* Don. 1802.  
*Solea* sp.

APPENDICES II a-e



APPENDIX II a  
Larves et postlarves de sardine dans le baie de Trogir 1952/53.

No. 2.

Mois	Nombre des prises positi- ves	L a r v e s						P o s t l a r v e s						Longueur la plus souvent		
		N o m b r e			L o n g u e u r			N o m b r e			L o n g u e u r			larves	post. larves	
		total	min.	max.	moy.	min.	max.	moy.	total	min.	max.	moy.	min.			max.
1952																
Mars	1	3				3.87	4.30	4.16								
Novembre	1	1				3.87		3.87								
1953																
Janvier	1	1				3.66		3.66								
Fevrier																
Mars	1								3			10.32	18.06	14.48		

APPENDIX II b  
Larves et postlarves de sardine dans le baie de Kaštela 1952/53.

Mois	Nombre des prises positi- ves	L a r v e s						P o s t l a r v e s						Longueur la plus souvent		
		N o m b r e			L o n g u e u r			N o m b r e			L o n g u e u r			larves	post. larves	
		total	min.	max.	moy.	min.	max.	moy.	total	min.	max.	moy.	min.			max.
1952																
Mars	3	12	1	6	4	3.66	5.38	4.52	2			1	6.88	7.31	7.09	4.73
Avril	3	5	1	3	2	2.79	5.16	4.37	3			1	6.02	10.32	7.88	5.16
Octobre	3	6	1	5	3	4.30	5.16	4.87	1				9.03		9.03	4.73
Novembre	2	2	2		1	3.01	4.52	3.77	4	1	3	2	11.61	14.19	13.12	14.19
1953																
Janvier	2	12	2	9	6	3.87	5.59	4.87	10	1	9	5	6.02	11.61	7.48	4.73
Fevrier	2	6	2	4	3	4.73	5.16	4.84								4.73
Mars	2								5	1	4	3	8.60	18.06	13.42	
Avril	1								1	1		1	10.11		10.11	

91

APPENDIX II c  
Larves et postlarves de sardine dans le canal de Split 1952/53.

Mois	Nombre des prises positi- ves	Larves						Postlarves						Longueur la plus souvent		
		Nombre			Longueur			Nombre			Longueur			larves	post. larves	
		total	min.	max.	moy.	min.	max.	moy.	total	min.	max.	moy.	min.			max.
1952																
Mars	1	9			3.23	5.16	4.13	4				9.89	13.76	11.40	4.30	9.89
Avril	1							2				9.03	12.47	10.75		
Octobre	1	2			4.30	4.73	4.52	1				6.88		6.88		
Novembre	1	6			3.44	5.81	4.30								4.09	
1953																
Janvier	1	6			4.30	5.16	4.80	5				6.02	7.74	6.71	4.73	6.02
Fevrier	1	6			4.30	5.59	5.02	5				6.02	7.74	6.75	5.16	6.45
Mars	1							1				8.60		8.60		
Avril	1							16				6.45	14.62	10.54		9.89
Mai	1	1			4.73		4.73									

APPENDIX II d  
Larves et postlarves de sardine dans le canal de Brač 1952/53.

Mois	Nombre des prises positi- ves	L a r v e s							P o s t l a r v e s						Longueur la plus souvent		
		N o m b r e			L o n g u e u r				N o m b r e			L o n g u e u r			larves	post. larves	
		total	min.	max.	moy.	min.	max.	moy.	total	min.	max.	moy.	min.	max.			moy.
1952																	
Mars	5	30	1	18	6	2.58	5.38	4.34	5	1	2	2	6.02	16.77	10.75	4.73	
Avril	4	16	1	9	4	4.09	5.16	4.72	11	4	7	6	6.02	12.04	6.80	5.16	6.02
Octobre	5	27	1	8	6	2.80	4.94	4.15	6	1	3	2	6.02	10.32	7.53	4.73	
Novembre	5	16	1	9	3	4.30	5.59	4.91	34	1	12	7	6.45	16.77	9.68	5.16	6.45
1953																	
Janvier	5	12	1	10	3	4.73	5.59	5.29	22	1	11	4	6.02	13.55	7.64	5.16	6.88
Fevrier	4	19	4	9	5	4.30	5.59	5.09	46	9	16	12	6.02	15.05	8.43	4.73	7.31
Mars	5								11	1	5	2	7.96	18.49	13.08		
Avril																	
Mai	1								1				13.76		13.76		

## APPENDIX II e

Larves et postlarves de sardine dans les eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large 1952/1953

Mois	Nombre des prises positi- ves	Larves							Postlarves						Longueur la plus souvent		
		Nombre			Longueur				Nombre				Longueur			larves	post. larves
		total	min.	max.	moy.	min.	max.	moy.	total	min.	max.	moy.	min.	max.	moy.		
1952																	
Mars	4	41	1	24	10	3.44	5.59	4.43	74	10	29	19	6.02	17.63	8.63	5.59	7.31
Avril	4	3	1	1	1	5.59		5.59	8	2	3	2	6.45	10.76	8.28	5.59	6.45
Mai	1	1	1		1	5.16		5.16	1	1		1	15.48		15.48		
Octobre	3	13	3	6	4	2.58	5.59	4.35	2	2		1	6.24	7.74	6.99	5.16	
Novembre	4	96	11	44	24	3.66	5.59	4.79	46	7	18	11	6.02	17.02	8.88	4.73	6.45
1953																	
Janvier	4	67	4	31	17	2.58	5.81	4.66	28	2	11	7	6.02	12.47	7.94	4.73	7.74
Fevrier	4	94	7	38	21	2.79	5.59	4.89	43	1	18	11	6.02	10.32	7.33	5.16	6.88
Mars	4	9	1	3	2	3.87	5.59	4.74	36	4	13	9	6.45	21.50	9.89		9.46
Avril	4	3	1	2	1	3.01	5.59	4.59	26	1	12	7	6.45	23.44	11.84		9.46
Mai	2	3	3		2	5.59		5.59	4	2	2	2	7.31	13.76	11.07	5.59	

APPENDICES III<sub>1-9</sub>



## BIBLIOGRAPHIE

- Ahlstrom, E. H. 1943. Studies on the Pacific Pilchard or Sardine 4. Influence of temperature on the Rate of Development of Pilchard Eggs in Nature. U. S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rept. No. 23., Washington.
- Ahlstrom, E. H. 1948. A record of pilchardus eggs and larvae collected during surveys made in 1939 to 1941. U. S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rept. No. 54. mimeo., Washington.
- Ahlstrom, E. H. 1954. Distribution and Abundance of Egg and Larval Populations of the Pacific Sardine. U. S. Fish Wildl. Serv. 56. Fish. Bull. 93, Washington.
- Allee, W. C., Emerson, A. E., Park, O., Park, T., and Schmidt, K. P. 1950. Principles of animal ecology. Philadelphia.
- Andreu, B. 1948. Algunos datos sobre la fecundidad de la sardina. Bol. Inst. osp. Ocean., T. 4. Madrid.
- Andreu, B. 1950. La ponte à la côte est d'Espagne (Hiver 1948—1949). Ann. biol., Vol. 6., Copenhagen.
- Andreu, B. 1951. Consideraciones sobre el comportamiento del ovario de sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) en relacion con el proceso de maduración y de freza. Biol. Inst. esp. de Ocean, Vol. 41. Barcelona.
- Andreu, B. et Rodriguez-Roda, J. 1951. Estudio comparativo del ciclo sexual, engrasamiento y repelcion estomacal de la sardina, alacha y anchoa del mar Catalán, acompañado de relación de pescas de huevos planctónicos de estas especies. Publ. Inst. Biol. Apl. T. IX. Barcelona.
- Andreu, B., Santos Pinto dos J. 1957. Características histológicas y biométricas del ovario de sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) en la maduración, puesta y recuperación. Origin de les ovocitos, Inv. Pesq., Tome VI. Barcelona.
- Arthur, D. K. 1956. The particulate food and food resources of the larvae of three pelagic fishes, especially the Pacific sardine, *Sardinops caerulea* (Girard). Scripps. Inst. Oceanogr. Ph. D. thesis.
- Aurich, H. J. 1953. Verbreitung und Laichverhältnisse von Sardelle und Sardine in der südöstlichen Nordsee und ihre Veränderung als Folge der Klimaänderung. Helgol. Wiss. Meeresunters., B. 4. H. 3. (Ber. Deutsch. Wiss. Komm. Meeresforsch. Beiheft 3), List.
- Blackburn, M. 1950. Studies on the age, growth, and life history of the pilchard, *Sardinops neopilchardus* (Steindachner), in southern and western Australia. Austr. Journ. Mar. Freshw. Res. Vol. 1. No. 2. Melbourne.
- Blackburn, M. 1951. Races and populations of the Australian pilchard, *Sardinops neopilchardus* (Steindachner). Austr. Journ. Mar. Freshw. Res., Vol 2. No 2. Melbourne.
- Blaxter, J. H. S., and Hempel, G. 1961. Biologische Beobachtungen bei der Aufzucht von Heringsbrut. Helgol. Wiss. Meeresuntersuch. Bd. VII. H. 5. Hamburg.
- Bounhiol, J. P. 1913. (2) Nouvelles observations sur la reproduction de la sardine algérienne C. R. Acad. Sci., T. 156. Paris.
- Bounhiol, J. P. 1924. De l'influence des temps arageux sur la présence de la sardine dans les eaux superficielles. Bull. Grin. Pêch. Marit., 29. No. 4.
- Bridger, J. P. 1956. On day and night variation in catches of fish larvae. Journ. Cons., Vol. XXII. No. 1. Copenhagen.
- Buen, F. de 1927. (3). Notas preliminares sobre la biología de la sardina. Direccion general de Pesca. Notas y Resúmenes. Ser. II, No. 15. Madrid.
- Buen, F. de 1930. Clupéidés et leur Pêche. Rapp. et Proc. — Verb. Comm. Internat. Explor. Méditerranée, Vol. V, Paris.
- Bull, H. O. 1952. An Evaluation of our Knowledge of Fish Behaviour in Relation to Hydrography. Rapp. et Proc. — Verb., Cons. Perm. Internat. Explor. Mer., Vol. 131. Copenhagen.

- Buljan, M. 1953. The fluctuations of salinity in Adriatic. Izvješća rib. — biol. eksp. »Hvar« 1948—1949, Vol. II. No. 2. Split.
- Buljan, M. 1957. Fluctuation of temperature in the waters of the Adriatic. Acta Adriatica. Vol. VII. No. 7, Split.
- Buljan, M. i M. Zore-Armanda, 1963. Oceanografija i pomorska meteorologija. Ribarska biblioteka, Knjiga 2.
- Bückmann, A. 1929. Die Methodik fischereibiologischer Untersuchungen an Meeresfischen. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. IX. Teil 6., Berlin u. Wien.
- Bückmann, A. 1950. Die Untersuchungen der Biologischen Anstalt über die Ökologie der Heringsbrut in der südlichen Nordsee. I. Teil, Helgol. Wiss. Meeresunters. Bd. 3., List.
- Car, L. i J. Hadži. 1914. Izvještaji o 1. i 2. naučnom istraživanju Jadranskog mora g. 1913. Prirodoslovna istraživanja Jug. Akad. Znan. i umjet. Sv. 2. Zagreb.
- Car, L. i J. Hadži, 1914. Izvještaji o 3. i 4. naučnom istraživanju Jadranskog mora g. 1914. Sv. 5. Ibid.
- Carruthers, J. N., Lawford, A. L. and Veley, V. F. C. 1951. Fishery hydrography: brood strength fluctuations in various North Sea fish, with suggested methods) of prediction. Kieler Meeresforsch Bd. 8. Kiel.
- Carruthers, J. N., Lawford, A. L., Veley, V. F. C. and Parish, B. B. 1951. Variations in brood strength in the North Sea haddock, in the light of relevant wind conditions. Nature, London.
- Chase, J. 1955. Winds and temperatures in relation to brood strength of Georges Bank haddock. Journ. Cons. Int. Explor. Vol. 21., No. 1. Copenhagen.
- Clark, F. N. 1934. Maturity of the California Sardine (*Sardina caerulea*) determined by ova diameter measurements. Fish. Bul., No. 42. Sacramento.
- Clark, N. N. and Marr J. C. 1955. Population dynamics of the Pacific sardine. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. 1 July 1953 — 31 March 1955, Sacramento.
- Corbin, P. G. 1949. The seasonal abundance of young fish. X. the year 1948. Journ. Mar. Biol. Ass., U. K. Vol. 28. Plymouth.
- Corbin, P. G. 1952. The seasonal abundance of young fish IX. the year 1949. Journ. Mar. Biol. Ass., U. K., Vol. 30, Plymouth.
- Creac'h, P. 1950. Notes sur la biologie et la morphologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans le fond du Golfe de Gascogne. Rapp. et Proc. — Verb., Cons. Perm. Internat. Explor. Mer., Vol. CXXVI, Copenhagen.
- Cunningham, J. T. 1893. The life history of the pilchard. Journ. Mar. Biol. U. K., 1893—1895, No. 5. 2, Plymouth.
- D'Ancona, U. 1917. Clupeidei. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. Fauna e Flora del Golfo di Napoli. Monografia 38.
- D'Ancona, U. 1931. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. Clupeidae. Monogr. Staz. Zool. No. 38. Napoli.
- Dannevig, A., Hausen, S. 1952. Factors involved in Hatching and Rearing Fish Eggs and Larvae. Reports Norwegian Fish. Mar. Invest. Vol. X. No. 1. Bergen.
- Dehnik, T. V. 1960. Pokazateli eliminacii v embrionalnoi i ličinočnoi periodi razvitija Černomorskoj hamsi. Trudi Sevastopol. Biol. Stanc. T. XIII. Akademiya Nauk SSSR Moskva.
- Dieuzeide, R. and Roland, J. 1957. Observation relevées sur les sardines (*Sardina pilchardus* Walb.) de la Baie de Castiglione parasitées par *Peroderma cylindricum* Heller. Bull. Stat. Aquic. Pêche, No. 8., Castiglione.
- Ehrenbaum, E. 1905—09. Eier und Larven von Fischen. Nordisches Plankton, Zool. Teil., Bd. I. Kiel u. Leipzig.

- Einarsson, H. 1955. Frequency and distribution of post-larval stages of Herring (*Clupea harengus* L.) in Iceland waters. Atvinnudeild Haskolans-Fiskideild, The university research Institute, Department of Fisheries, Rit Fiskideildar, Vol. II. Nr. 4. Reykjavik.
- Ercegović, A. 1949. Život u moru. Zagreb.
- Fage, L. 1910. Recherches sur les Stades pelagiques de quelques Teleostéens de la Mer de Nice (parages de Monaco) et du Golf du Lyon. Ann. Inst. Oceanogr., T. I. Fasc. 7, Monaco.
- Fage, L. 1918. Shore Fishes. Rep. Dan. ocean. Exp. 1908—10. Med. a. Adj. Seas. Vol. II. Biol. A. 3. Copenhagen.
- Fage, L. 1920. *Engraulidae, Clupeidae*. Rep. Danish Oceanogr. Exped. 1908—1910. Vol. II, Biol. A. 9. Copenhagen.
- Farris, D. A. 1960. The effect of three different types of growth curves on estimates of larval fish survival. J. du Conseil Inter. Explor. Mer. Vol. 25. No. 3, Copenhagen.
- Farris, D. A. 1961. Abundance and distribution of eggs and larvae and survival of larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*). U. S. Dept. Inter., Fish a Wildl. Serv., Fish. Bull. 187. Washington.
- Fink, N. 1962. Ekologija životinja i zoogeografija. (mimeogr.) Zagreb.
- Fraser, J. H. 1958. The drift of the planctonic stages of fish in the Northeast Atlantic and its possible significance of the stocks of commercial fish. Spec. Publ. Int. Comm. N. W. Atlant. Fish. No. 1, Biarritz.
- Furnestin, J. 1945. Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique. Rev. Trav. Off. Pêches Marit., 1939—43. T. XIII, Fasc. 1—4, Paris.
- Furnestin, J. 1950. Premières observations sur la biologie de la sardine marocaine. Rapp. et Proc. — Verb. Cons. Perm. Internat. Expl. Mer, VI. 1925. Charlottenlund.
- Furnestin, J. 1952. Biologie des clupeidés méditerranéens. Vie et Milieu, Suppl. 2. Paris.
- Furnestin, J. et Faure, M. L. 1950. La reproduction de l'anchois dans la zone côtière du Maroc (1948). Ann. Biologiques, Cons. P. Inter. Expl. Mer, Vol. VII, Copenhagen.
- Gamulin T. 1940. Opažanja o pojavljivanju ribljih jaja u okolici Splita sa specijalnim obzirom na jaja sardele i brgljuna. Godišnjak Ocean. Instit., Sv. II, Split.
- Gamulin, T. 1948. Quelques observations sur la ponte de la sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) dans la zone insulaire de la Dalmatie moyenne. Acta Adriatica, Vol. III, No. 4, Split.
- Gamulin, T. 1944. La ponte et les aires de ponte de la sardine (*Clupea pilchardus* W.) dans l'Adriatique. Débats et documents technique, No. 2, Conseil Général des Pêches pour la Meriterranée, FAO, Rome.
- Gamulin, T. 1954. Mriješćenje i mriještilišta srdele (*Sardina pilchardus* Walb.) u Jadranu u 1947—1950. Izvješća rib. — biol. eksp. »HVAR« 1948—1949, Vol. IV, No. 4 C. Split.
- Gamulin, T. and Hure, J. 1955. Contribution à la connaissance de la ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique. Acta Adriatica, Vol. VII, No. 8, Split.
- Gamulin, T. et Karlovac, J. 1957. Données récentes concernant la densité des oeufs de sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) sur une frayère de l'Adriatique moyenne. Débats et documents technique, No. 4, Conseil Général des Pêches pour la Méditerranée, FAO, Rome.
- Gamulin T. et Zavodnik D. 1961. La ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) sur la côte ouest d'Istria (Adriatique nord.) Proc. Gen. Fish. Coun. Medit. Vol. 6, Docum. Tech., No. 11. FAO, Rome.
- Gast, R. 1922. Fischereiprobleme der Adria. Glasnik Hrv. prirodoslovnog društva, Godište XXXIV, Sv. 1. Zagreb
- Gast, R. 1924. Über Fischereiprobleme in der Adria. Glasnik Hrvatskog prirodoslovnog društva. Godište XXXVI, Sv. 1. i 2. Zagreb.

- Glover, R. S. 1957. An ecological survey of the drift-net herring fishery off the north-west coast of Scotland Part 2. the planktonic environment of the herring. Bull. Mar. Ecol., 5. Edinburgh.
- Graeffe, Ed. 1881—1905. Übersicht d. Seefauna d. Golfes v. Triest I—X. Arbeiten a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien.
- Henderson, G. T. D. 1954. Continuous Plankton Records: The Young Fish and Fish Eggs. 1942—39 and 1946—49. Hull Bulletins of Marine Ecology, Vol. III, No. 24., Hull.
- Heincke, F. und Ehrenbaum, E. 1900. Eier und Larven von Fishen der Deutschen Bucht II. Die Bestimmung der schwimmenden Fischeier und die Methodik der Eimessung. Wiss. Meeresunters. Helgol., Bd. 3, Kiel u. Leipzig.
- Heldt, H. 1956. Rapport sur la Sardine »*Clupea pilchardus*« (Walbaum) 1953. suivi d'un Addendum (1953—1954). Rapp. et Proc. Verb., Cons. Perm. Internat. Explor. Scient. Mer Médit. Vol. XIII (No. 5.) Paris.
- Hickling, C. F. 1945. The seasonal cycle in the Cornish Pilchard, *Sardina pilchardus*, Walb. Jour. Mar. Biol. Assoc., U. K. Vol. 20. No. 2, Plymouth.
- Hildebrand, S. F., a. Cable L. E. 1930. Development and life history of fourteen Teleostean fishes at Beaufort, N. C., Bull. U. S., Pur. Fish., Vol. 46.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. Rapp. et Proc. — Verb., Cons. Perm. Internat. Explor. Mer, 20. Copenhagen.
- Hjort, J. 1926. Fluctuations in the year-classes of important food fishes. Jour. du Conseil, Vol. I, No. 1. Copenhagen.
- Hollande, A. et Cachon, J. 1952. Morphologie et evolution d'un Peridinien parasite des oeufs de sardine (*Ichthyodinium chabelardi*). Bull. Stat. Aquic. Pêche, No. 4. Castiglione.
- Hure, J. 1960. Données nouvelles concernant la ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) sur les frayères situées dans les parages de l'illot Pala-gruža. World. Scientific Meeting on the Biology of Sardines and related Species 14—21, Sept. 1959), Vol. III, Experience Papers No. 5. Fao, Rome.
- Issel, R. 1921. Le variazioni del plancton nelle acque di Rovigno e i primi problemi relativi al plancton adriatico. R. Com. Tal. Ital. Memoria, No. 88. Venezia.
- Johansen, A. C. a. Krogh, A. 1914. The influence of temperature and certain other factors upon the rate of development of the eggs of fishes. Publ. de Circo-stance, Cons. Inter. Explor. Mer, No. 68. Copenhagen.
- Karlovac J., 1949. Premières découvertes de postlarves de la famille *Argentinidae*, en Adriatique. Acta Adriatica, Vol. IV, No. 4. Split.
- Karlovac J. 1953. *Sternoptychidae*, *Stomiidae* and *Scopelidae* in the Adriatic Sea. Izvješća, rib. biol. eksp. »HVAR« 1948—1949, Vol. V, No. 2B, Split.
- Karlovac J. 1955. Apparition de larves de Sardines (*Sardina pilchardus* Walb.) au large de l'Adriatique pendant la croisière du »HVAR« 1948—1949. Débats et documents tech. No. 3. Con. Gén Pêches Médit. FAO, Rome.
- Karlovac, J. 1958. Investigations on the larvae and postlarvae of the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in the open waters of the Adriatic Sea. Izvješća rib. — biol. eksp. »HVAR« 1948—1949, Vol. IV, No. 4D. Split.
- Karlovac, J. 1962. Ispitivanje sadržaja probavnog trakta kod planktonskog stadija skuše (*Scomber scombrus* L.) u Jadranu. Izvješća rib. — biol. eksp. »HVAR« 1948—1949, Vol. IV, No. 4A. Split.
- Karlovac, J. 1963. Contribution à la connaissance de la ponte de l'Anchois. *Engraulis encrasicolus* L. dans la Haute Adriatique. Note préliminaire. Rapp. et Proc. — Verb. Cons. Perm. Internat. Explor. Scient. Mer Médit., Vol. XVII, No. 2. Paris.
- Karlovac, J. 1964. Mriješćenje srdela (*Sardina pilchardus* Walb.) u srednjem Jadranu u sezoni 1956—1957. Acta Adriatica, Vol. X, No. 8. Split.

- Karlovac, O. 1956 Station list of the M. V. »HVAR« Fishery-Biol. Cruises 1948-1949. Izvješća rib. — biol. eksp »HVAR« 1948—1949, Vol. I, No. 3. Split.
- Karlovac, O. *Cyclostomata, Chondrichthyes, Osteichthyes* ekspedicije »HVAR« 1948—1949. (Neobjavljeno).
- Kotthaus, A. 1938. O značaju ribarstvene statistike za probleme ribarstvene biologije mora s osobitim obzirom na jadransku srdelu. Godišnjak Ocean. Instit., Sv. I. Split.
- Krisch, A. 1900. Die Fischerei im Adriatischen Meere. Pola.
- Kuntz, A. 1916. Notes on the embryology and larval development of five species of Teleostea fishes. Bull. U. S., Bur. Fish., Vol. 34.
- Künne, C. 1933. Weitere Untersuchungen zum Vergleich der Fangfähigkeit verschiedener Modelle von vertikalfischenden Plankton-Netzen. Rapp. et Proc. — Verb. Cons. Internat. Expl. Mer., Vol. LXXXIII. Copenhagen.
- Kyle, H. M. u. Ehrenbaum, E. 1929. Vertebrata XII. c-h. Pisces. XII c: Allgemeiner Teil. Die Fische der Nord- und Ostsee. Leipzig.
- Larraneta, M. G. 1957. Présence du parasite *Peroderma cylindricum* Heller sur la sardine de Castelon et d'Alicante. Déb. et Doc. Tech, NO. 4. CGPM, Rome. FAO.
- Laskar, R. 1962. Efficiency and Rate of Yolk Utilization by Developing Embryos and Larvae of the Pacific Sardine, *Sardinops caerulea* (Girard). Journ. Fish. Res. Board Canada, Vol. 19, NO. 5. Ottawa.
- Le Danois, E. 1929. Les races locales de la sardine des côtes francaises (Manche et Atlantique). Rapp. et Proc. - Verb., Cons. Perm. Internat. Explor. Mer., Vol. LIV. Copenhagen.
- Lebour, M. V. 1919. The Food of Post-Larval Fish. No. II. (1918). Journ. Mar. Biol. Ass., U. K., Vol. XII, No. 1. (N. S.) Plymouth.
- Lebour, M. V. 1920. The Food of Young Fish. No. III. (1919). Journ. Mar. Biol. Ass., U. K., Vol. XII, No. 2. (N. S.) Plymouth.
- Lebour, M. V. 1921. The Larval and Post-Larval Stages of the Pilchard, Sprat and Herring from Plymouth. District. Journ. Mar. Biol. Ass., U. K., Vol. XII, No. 3. (N. S.) Plymouth.
- Lebour, M. V. 1921. The Food of Young Clupeoids. Journ. Mar. Biol. Ass., U. K., Vol. XII, No. 3. (N. S.) Plymouth.
- Lebour, M. V. 1922. Food of Plankton Organisms. Journ. Mar. Biol. Ass., U. K., Vol. XII, No. 4. Plymouth.
- Le Gall, J. 1928. (2) Contribution à l'étude de la sardine des côtes francaises de la Manche et de l'Atlantique. Rev. Trav. Office Pêches Marit., T. I, Fasc. 2. Paris.
- Le Gall, J. 1928. Notes et observations sur la biologie de la sardine de la Manche. Journ. Cons., Perm. Internat. Explor. Mer., Vol. III, NO. 2. Copenhagen.
- Mansueti, R. 1958. Eggs, Larvae and Young of the Striped Bass, *Morone saxatilis*. Contrib., Nr. 112, Maryland Depart. Research. a. Edm. Solomons. Maryland.
- Marr, J. C. 1956. The »critical period« in the early life history of marine fishes. Journ. Cons., Perm. Internat. Explor. Mer., Vol. 21, No. 2. Copenhagen.
- Marr, J. C. 1957. The subpopulation problem in the Pacific sardine, *Sardinops caerulea*. Spec. Sci. Rep., U. S. Fish Wild. Serv. (208). Washington.
- Marr, J. C. 1957. The problem of defining and recognizing subpopulations of fishes. Spec. Sci. Rep., U. S. Fish Wild. Serv. (208). Washington.
- McIntosh, W. C., a. Masteman, A. Th. 1897. The Life — Histories of the British Marine Food - Fishes. London.
- Mozzi, C. and Duo, A. 1958. Croissance et age des sardines de la haute Adriatique débarquées à Chioggia. Tech. Pap. Gen. Fish. Coun. Medit., Vol 5. No. 10. FAO. Rome.
- Murat, M. 1933. Contribution à l'étude de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) de la Baie de Castiglione, Bull. Sta. Aquic. Pêche, No. 2. Castiglione.

- Mužinić, R. 1954. Contribution à l'étude de l'œcologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique orientale. Acta Adriatica, Vol. V. No. 10. Split.
- Mužinić, R. 1956. Quelques observations sur la sardine, l'anchois et la maquereau des captures au chalut dans l'Adriatique. Acta Adriatica, Vol. 7, No. 13. Split.
- Mužinić, R. 1957. Sur la croissance de la jeune sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans les eaux de Split. Bilješke, No. 12., Split.
- Mužinić, R. 1958. Sur la coïncidence et l'alternance dans la pêche de quelques poisson pélagiques. Rapp. et Proc. - Verb., Comm. int. Mer Médit., No. 14, Paris.
- Mužinić, R. 1958. A. contribution to the investigation of relations of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) to the environment. Acta Adriatica, Vol. 8. No. 10. Split.
- Mužinić, R. 1958. Preliminary observations on sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) from the west coast of Istria. Acta Adriatica, Vol 8, No. 11, Split.
- Nakai, Z. and Sh. Hattori, 1962. Quantitative Distribution of Eggs and Larvae of the Japanese Sardine by Year, 1949. through 1951. 1955. Contribution A No. 7. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 1962. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. No. 9. Tokyo. Japan.
- Navarro, F. 1926. Estudios sobre les clupeidos de Baleares. I. Estados juvenes de la sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) Not. y. Res. Inst. esp. Oceanogr., Ser. II, No. 9. Madrid.
- Navarro, F. 1948. Les clupeidos y anchoa de las costas espanolas en el invierno 1947—1948. Bol. Ins. esp. Oceanogr. No. 10. Madrid.
- Navarro, F. et Oliver, M. 1960. Note sur la ponte de la sardine au Mer d'Alboran et au Mer d'Espagne: oeufs et larves dans le plancton (janvier — février 1959). «Comité de la Sardine». Cons. Per. Internat. Explor. Mer. I. Proc. - Verb. de la Réunion 1959. Charlottenlund.
- Olivier, M. 1951. La sardine de la costa Noroeste espaniola en 1948. y 1949. (estudio biologico y biometrico). Ibid.
- Oliver, M. 1956. Biologia de la sardine de Balearos. Puesta, alevinaje y desarrollo an su primer ano de vida. Bol. Inst. esp. Oceanogr., No. 80. Madrid.
- Planas, A. and Roig J. 1949. Nota sobre la localizacion de un area de puesta de *Sardina pilchardus* (Walb.) en el Mediterraneo occidental (Sectoros de Cambrils, Vinaros y Castellón de la Plana). Publ. Inst. Biol. apl., No. 6. Barcelona.
- Planas, A. and Vives, F. 1952. Contribución al estudio de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) del Levante espanol (sectores de Vinaroz y islas Columbretes). Publ. Inst. biol. apl., No. 10. Barcelona.
- Pouchet, G. 1889. Sur l'oeuf de la sardine. C. R. Acad. Sc. No. 109, (3). Paris.
- Priol, E. P. et Le Gall, J. 1933. Observations sur la ponte de la Sardine du nord du golfe de Gascogne et de la Manche. Rev. Trav. Office Pêche Mar., T. VI, Fasc. 3. Paris.
- Raffaele, F. 1888. Le uova gallegianti e le larve dei Teleostei nel golfo di Napoli. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. VIII H. 1. Berlin.
- Rakaj Ndoc. 1962. Shtimi i sardeles ne bregdetin et shqipnise (Reproduction des sardines dans les eaux du littoral de l'Albanie). Bull. trav. scient. économ. de pêche, Vol. I, T. II. Dürres.
- Rass, T. S. 1939. Instrukcija po sboru ikrinok i malokov rib. VNIRO. Piščeprom. — izdat. Moskva — Leningrad.
- Rass, T. S. 1946. Stupeni ontogeneza kostistih rib (Teleostei). Zoologičeskii Žurnal. Tom. XXV, Vip. 2 A. N. SSSR. Moskva.
- Reibisch, J. 1902. Über der Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung von Fischeiern. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. 6, Kiel.

- Roule, L. and Angel F. 1924. Notice préliminaire (IV et dernière sur les larves et les alevins de poissons recueillis par S. A. le Prince Albert Ier de Monaco dans ses croisières (années 1905 à 1915). Inst. Oceanogr. Monaco, Bull. No. 451. Monaco.
- Roule, L. 1929. Les poissons et le monde vivant des eaux. Tome III. Voyages et migrations. Paris.
- Roule, L. et Angel, F. 1930. Larves et alevins de poissons. Result. Campagn. Scient. Monaco, Fasc. LXXIX. Monaco.
- Roule, L. 1931. Les poissons et le monde vivant des eaux, Tome IV. Les oeufs et les nids. Paris.
- Roule, L. 1932. Les poissons et le monde vivant des eaux. Tome V. Larves et métamorphoses. Paris.
- Ruivo, M. et Wirz, K. 1952. Biologie et écologie de la Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) des eaux de Banyuls. I. Observations sur la ponte en automne—hiver 1951. Vie et Milieu, Bull. Lab. Arago, T. III, Fasc. 2. Paris.
- Runnstrom, S. 1934. The Pelagic Distribution of Herring Larvae in the Norwegian Waters. Rapp. et Proc. - Verb., Cons. Perm. Internat. Explor. Mer., Vol. LXXXVIII, No. 5. Copenhagen.
- Russo, A. 1925. Studi sulla pesca nel golfo di Catania. Parte prima. La tratta e la pesca delle sardine. Boll. Pesca. Piscicolt. Idrobiol., 1. fasc. 2, Roma.
- Russel, F. S. 1926. The Vertical Distribution of Marine Macroplankton. II. the Pelagic Young of Teleostean Fishes in the Daytime in the Plymouth Area, with a Note on the Eggs of certain Species. Journ. Mar. Biol. Assoc., U. K. Vol 14. No. 1. Plymouth.
- Russel, F. S. 1930. The Seasonal Abundance and Distribution of the Pelagic Young of Teleostean Fishes Caught in the Ringtrawl in Offshore Waters in the Plymouth Area. Part. I. Journ. Mar. Biol. Assoc., U. K., Vol. 16. Plymouth.
- Russel, F. S. 1937. The Seasonal Abundance of the Pelagic Young of Teleostean Fishes in the Plymouth Area. Part. II. Journ. Mar. Biol. Assoc., U. K., Vol. 21. Plymouth.
- Saville, A. 1956. Eggs and larvae of haddock at Faroe. Scott, H. Dept. Mar. Res., No. 4., Edinburgh.
- Saville, A. 1959. The planktonic Stages of the haddock in Scottish Waters. Scott. H. Dept. Mar. Res., No. 3., Edinburgh.
- Scotfield, E. C. 1934. Early life history of the California sardine (*Sardina caerulea*) with special reference to distribution of eggs and larvae. Calif. Div. Fish. Game., Fish Bull., 41, Sacramento.
- Sette, E. O. 1943. Biology of the Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) of North America. Part I: Early life history, including the growth dirt. and mortality of the egg and larval populations. U. S. Dept. Inter., Fish a. Wildlife Serv., Fish. Bull. 38, Washington.
- Sette, O. E. and Ahlstrom E. H. 1948. Estimations of abundance of the eggs of the Pacific pilchard (*Sardina caerulea*) off southern California during 1940 and 1941. Journ. Mar. Res. Vol. 7, No. 3, New Haven.
- Silliman, P. R. 1943. Studies on the Pacific Pilchard or Sardine (*Sardinops caerulea*). 6. Thermal and Diurnal changes in the Vertical Distribution of eggs and Larvae. U. S. Dept. Inter. Fish. Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. No. 22., Chicago.
- Simpson, A. C. 1953. Some Observations on the Mortality of Fish and the Distribution of Plankton in the Southern North Sea during the Cold Winter 1946—1947. Journ. Cons., Vol. 19, No. 2. Copenhagen.
- Soleim, A. P. 1942. Arsaker til rike og fattige arganger av sild (Causes of rich and poor year-classes of Herring). Fisheridirektoratets Skrifter, Ser. Havundersokelser, Vol. VII, No. 2. Bergen.
- Spooner, G. M. 1933. Observations on the reactions of marine plankton to light. Journ. Mar. Biol. Ass., U. K. Vol. 19, No. 1. Pymouth.

- Stanković, S. 1962. Ekologija životinja. Beograd.
- Steuer, A. 1908. Materialien zu einer Naturgeschichte der adriatischen Sardine. Osterr. Fisch. - Zeit., Jhr. V. Wien.
- Stiasny, G. 1910. Beobachtungen über die marine Faune der Triester Golfes in Jahre 1909. Zool. Anz. 35.
- Thompson, W. F. 1926. (2) Errors in the method of sampling used in the study of the California sardine. Calif. Fish. Game Comm., Fish. Bull., No. 11. Sacramento.  
Reviewed in Pacific Fish., 1927. 25. No. 9.
- Thomopoulos, T. 1952. Notes sur le plancton de la Baie de Banyuls. Vie et Milieu, Vol. 3. Paris.
- Tortonese, E. 1958. Elenco dei Leptocardi, Ciclostomi, Pesci cartilaginei et ossei del Mare Mediterraneo. Atti. Soc. It. Sci. Nat., Mus. Civ. Stor. Nat., Vol. XCVII, Fasc. IV. Milano.
- Wiborg, Fr. Kr. 1960. Investigations on Eggs and Larvae of Commercial Fishes in Norwegian Coastal and Offshore Waters in 1957—1958. Fiskeridirektoratets Skrifter Ser. Havundersokelser. Vol. XII, No. 7. Bergen.
- Zore, M. 1956. On gradient currents in the Adriatic Sea. Acta Adriatica, Vol. VIII, No. 6. Split.
- Zore-Armanda, M. 1963. Les masses d'eau de la mer Adriatique. Acta Adriatica, Vol. X, No. 3. Split.
- Zore-Armanda, M. 1963. Vertikalni raspored strujanja u sred. i juž. Jadranu. Hidrografski god. 1962. Split.
- Zore-Armanda, M. 1964. Rezultati direktnih mjerenja morskih struja na Jadranu. Acta Adriatica, Vol. XI, No. 41. Split.
- Županović, Š. 1955. A statistical contribution to the study in ecology of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in the central Adriatic. Acta Adriatica, Vol. VII, No. 10. Split.
- Županović, Š., Gamulin-Brida, H. et Alfirević, S. 1959. Contribution à la connaissance de la faune benthique dans la zone insulaire de l'Adriatique moyenne. Débats et Documents techn. CGPM, No. 5, FAO, Rome.
- Županović, Š. 1960. Influence des facteurs physiques sur les déplacements des moyenne. Débats et Documents techn. CGPM, No. 5, FAO, Rome.
- Anonymous, 1957. »Standardization of biometric and observation method for Clupeidea (especialy *Sardina pilchardus*) used in fisheries biology«. GFCM Studies and Revies, No. 1. FAO, Rome.

Reçu pour la publication le 23. juin 1965.

STUDIJA EKOLOGIJE SRDELE, *Sardina pilchardus* Walb.,  
U PLANKTONSKOJ FAZI NJEZINA ŽIVOTA U SREDNJEM JADRANU

Jožica Karlovac  
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

KRATAK SADRŽAJ

U području istraživanja (Trogirski i Kaštelanski zaljev, Splitski i Brački kanal te priobalne vode srednjeg otvorenog Jadrana, sl. 1 i 2) sakupljeno je planktonskim mrežama (helgolandskom, straminskom i etaminskom) 106.012 jaja riba (29.003 jaja srdele) i 40.007 larva i postlarva riba (5.459 larva, postlarva i mlađi srdele). Za kvantitativnu studiju uzete su u obzir lovine helgolandskom mrežom, a lovine straminskom mrežom poslužile su za dopunu kvalitativne studije ihtio-planktona, dok je materijal sakupljen etaminskom mrežom korišten za izučavanske fototaksije ranih stadija srdele (tab. I, II i XI).

Među ulovljenim larvama i postlarvama riba zastupljeno je 68 vrsta, koje su pripadale 60 rodova, odnosno 32 porodicama (Appendix I). Ustanovljene su lokalne razlike u sastavu ličinačkih populacija riba. Iz analize materijala slijedi da su u lovinama *priobalnih voda srednjeg otvorenog Jadrana* bile prisutne ličinke 55 vrsta riba, odnosno 83% od vrsta nađenih u cijelom istraživanom području. Za druge dijelove ova se brojčana raspodjela vrsta odnosi kako slijedi: *Brački kanal* 43 vrste, 63%; *Splitski kanal* 26 vrsta, 38%; *Kaštelanski zaljev* 23 vrste, 34%; *Trogirski zaljev* 13 vrsta, 19%. Samo su ličinke 11 vrsta riba bile zajedničke svim spomenutim dijelovima istraživanog područja, dok su druge vrste bile ograničene samo na pojedine dijelove istraživanog područja.

Horizontalno rasprostranjenje larva i postlarva riba ukazuje na utjecaj otvorenog mora na kanalsko područje srednjeg Jadrana. Najveći broj vrsta zabilježen je u otvorenom srednjem Jadranu, a njihov broj opada prema zatvorenim područjima. Utjecaj otvorenog mora na kanalsko područje, odnosno gibanje mora iz prvog u drugo područje, očituje se i pojavom postlarva onih vrsta riba u kanalskom području kojih odrasla stanja žive u dubljem području otvorenog Jadrana. Te su vrste npr.: *Lepidopus caudatus* (Euphr.), *Calionymus phaëton* Gthr., *Argentina sphyraena* L., te batipelaški oblici sa svjetlim kao što su *Cyclothone braueri* Jesp. Tan., *Diaphus rafinesquei* (Cocco), *Mauroliticus mülleri* (Gm.) i drugi.

Što se tiče sezonske raspodjele ličinačkih stanja od interesa su one vrste koje u planktonskoj zajednici dolaze skupa sa srdelom, pa mogu kao potencijalni kompetitori ili predatori imati utjecaja na preživljavanje najmlađih srdela (tab. III). Na grafikonima (sl. 4 do 8) je srednji broj larva i postlarva srdele, po pojedinim područjima, ucrtan s lijeve strane vertikale, a s desne onaj ostalih vrsta riba. Ličinačka stanja srdele nastupala su od oktobra do aprila, a ona

ostalih riba u toku cijele godine, no najgušće od maja do oktobra. Utvrđeno je da postlarve nekih vrsta riba predstavljaju opasnost za larve srdele o čemu će biti kasnije govora.

Raspodjela frekvencije srednjeg broja ličinaka riba po lovini u pojedinim područjima prikazana je na sl. 9. Uspoređujemo li međusobno pojedina područja uočava se da je raspodjela ličinaka srdele i onih ostalih riba u upravnom razmjeru (sl. 9). U skupini »ostale ribe« najobilnije su zastupljene ličinke brgljuna (*Engraulis encrasicolus* L.), ali one, premda su zastupljene bogatije nego čak i ličinke same srdele, nemaju većeg značenja kao takmaci ličinaka srdele, budući da su ove dvije vrste komplementarne po svojoj pojavi (sl. 10 i 11).

Intenzitet mriješćenja srdele bio je različit u pojedinim dijelovima istraživog područja u raznim sezonama mriješćenja. Na osnovu istraživanja raspodjele i gustoće jaja i larvi srdele moglo se utvrditi da je mriješćenje srdele trajalo duže u sezoni 1951/52. nego u sezoni 1952/53. U Trogirskom zaljevu nije utvrđeno mriješćenje. U Kaštelanskom zaljevu i Splitskom kanalu je mriješćenje u sezoni 1951/52. bilo jačeg intenziteta, čak i jačeg nego u priobalnim vodama otvorenog srednjeg Jadrana, dok je u sezoni 1952/53. ono bilo slabijeg intenziteta. U Bračkom kanalu je 1951/52. mriješćenje bilo srednjeg intenziteta, a 1952/53. slabijeg. U priobalnim vodama srednjeg otvorenog Jadrana je 1951/52. mriješćenje bilo jače pred Splitskim vratima, a opadalo je prema zapadu. 1952/53. je mriješćenje u ovom području bilo jako, ali se u februaru jače mriješćenje očitovalo samo ispred o. Drvenika (App. III<sub>1</sub> do III<sub>9</sub>).

Na osnovu analize veličine promjera planktonskih jaja srdele (tab. VI i sl. 14), kao i njihove obilnosti u Kaštelanskom zaljevu utvrđeno je da ovdje nastupa mala oštro lučena populacija srdele (ili »recruit-spawners«) koja se u zaljevu mrijestila u proljeće. Ovu ćemo pretpostavku poduprijeti i studijom temperature i saliniteta.

Proučavanje embrionalnih razvojnih stadija (sl. 3) u funkciji vremena ukazalo je na periodičnost puštanja jaja u srdele i to u određenim vremenskim razmacima. Najobilnija pojava stadija s početnim braždjenjem (B stadija) nastupa u toku noći u vremenskim razmacima od oko tri sata (13, 21 i 24 sata; sl. 15).

Pokušalo se, na osnovu analize raspodjele dužinskog sastava populacije larva i postlarva srdele, otkriti smjerove kojima se one, pod utjecajem morskih strujanja prenose iz područja u područje (sl. 12, 13, 16—28). U otvorenom srednjem Jadranu, između talijanske i jugoslavenske obale ustanovljena je disperzna raspodjela postlarva srdele te prijenos larva i postlarva iz mrijestilišta van Dugog otoka prema zapadnoj i istočnoj obali Jadrana (sl. 12 i 13). Za studij prijenosa ličinačkih stanja srdele morskim strujama korišten je materijal ribarstveno-biološke ekspedicije »HVAR«. Gustoća i raspodjela ličinaka analizirana je na četiri profila (sl. 12), od kojih dva srednja prolaze preko mrijestilišta srdele u ovom području. Na profilu 4, bliže talijanskoj obali, nije bilo ličinaka srdele sa žumančanom kesicom što ukazuje na to da ovdje nije bilo mriješćenja. Proučavanjem frekvencija dužina ulovljenih primjeraka utvrđen je u profilu 1 (bliže Dugom otoku) priliv primjeraka iz susjedstva. Profil 2 odlikuje se brojnošću larva, no heterogen sastav postlarva govori u prilog njihova priliva iz susjedstva. Pojava posebne populacije postlarva dužinskih skupina 10 i 12 mm na profilu 3 govori za to da one nisu lokalnog porijekla.

Postlarve ulovljene na profilu 4 očito potječu iz mrijestilišta (sl. 13). Na osnovu gornjeg moglo se zaključiti da su larve i postlarve srdele uglavnom nošene iz mrijestilišta prema dvjema suprotnim obalama Jadrana. Ovo raspršivanje postlarva u različitim pravcima možemo dovesti u vezu s ulaznom strujom koja ide paralelno s našom obalom prema sjeverozapadu kao i s povremenim poprečnim strujanjima prema talijanskoj obali.

U zatvorenim područjima mogao se također uočiti prijenos ličinaka srdele. (App. IIa-e). U Trogirskom zaljevu postlarve su najvjerojatnije bile donesene iz otvorenog mora. Postlarve nađene 1951/52. u Kaštelanskom zaljevu potječu iz samog zaljeva, dok su u 1953. bile očito donesene iz Splitskog kanala (sl. 16 do 18). U Splitskom kanalu se prijenos ličinaka, sudeći prema frekvenciji dužine naprednijih ličinaka, vršio kroz Šoltanska, a ne toliko kroz Splitska vrata (sl. 24). U Bračkom kanalu uočava se da je priliv planktonskih stadija srdele iz Hvarskog kanala jači nego onaj iz otvorenog mora preko Splitskih vratiju (sl. 19 do 23). Veću gustoću larva i postlarva u otvorenim priobalnim vodama u odnosu na gustoću u drugim dijelovima istraživanog područja treba pripisati blizini mrijestilišta u otvorenom Jadranu (sl. 25 do 28). Na poligonima frekvencije dužina opaža se u martu i aprilu pojačan priliv ličinaka različitih dužinskih skupina iz postaje 6 na postaju 5 i 4 (sl. 28, 27, 26; tab. IV i V).

Na osnovu nastupanja jaja moglo se utvrditi i kretanje mrijesne srdele u Bračkom kanalu. Ona se u oktobru i novembru kretala bliže obali kopna, od istoka prema zapadu, a u januaru i februaru u obrnutom smjeru i bliže obali otoka Brača.

Proučavanje populacije ličinačkih stanja srdele ukazalo je na izraženu smrtnost na prijelazu iz stadija larva sa žumančanom kesicom u stadij postlarve. Biometrijska razrada materijala iz pojedinih dijelova ispitivanog područja najbolje je istakla smrtnost na postajama 3, 4, 5 i 6, gdje je materijal bio najbogatiji (sl. 25 do 28). Slika što je daju postlarve donekle je poremećena miješanjem uslijed prijenosa; dapače negdje prijenos postlarva prikriva smrtnost larva kao što je to slučaj u Splitskom kanalu (sl. 29), gdje je smrtnost prikrivena prilivom postlarva srdele iz otvorenog mora.

Tražeci uzrok smrtnosti na prelasku iz stadija larve u stadij postlarve istraživana je ishrana postlarva srdele, te je nađeno da je crijevo postlarva bilo najčešće prazno. To se naročito istaklo pri usporedbi postlarva iz ispitivanog područja s postlarvama srdele iz Sjevernog mora, gdje je nađen veći procent punih probavila i jače razvijenih postlarva. Postlarva, naime, u prvim satima nema još razvijen usni aparat, a oči nisu pigmentirane, pa ne može vidjeti plijen. Postoji, dakle, kraći period, kada je prepušteno slučaju da li će postlarva naići na hranu, pa gustina i pogodnost vrste hrane u planktonu imaju presudan značaj za preživljavanje postlarva srdele.

Ovi rezultati o višoj smrtnosti na prelasku iz stadija larve u stadij postlarve podupiru H j o r t o v u hipotezu o »kritičnom periodu« u doba potpune apsorpcije žumančane kesice. H j o r t smatra da larve u doba apsorpcije žumančane kesice moraju naići na odgovarajuću količinu i vrstu hrane, od čega zavisi veličina godišnjeg razreda. Iz našeg materijala rezultira da je smrtnost bila jača u priobalnim vodama nego u kanalima. U čitavom istraživanom području zabilježena je jača smrtnost u oktobru i novembru, a u januaru, februaru i martu pretežno u vodama otvorenog srednjeg Jadrana.

Ustanovljena je razlika u raspodjeli planktonskih stadija srdele u kanalskom području i u području priobalnog srednjeg otvorenog Jadrana u odnosu na hidrografske faktore (tab. VII—X; sl. 30 i 31).

Temperaturni uvjeti raspodjele planktonskih stadija u ova dva područja prikazani su na tab. VIII i sl. 30. U kanalskom području nađena su jaja srdele u granicama temperature između 11,4 i 18,9° C, a u priobalnim vodama srednjeg otvorenog Jadrana između 11,6 i 19,3° C. Obilnija pojava jaja zabilježena je u kanalima između 11,4 i 15,7° C, a u priobalnim vodama otvorenog srednjeg Jadrana između 11,8 i 19,3° C.

Međutim, najbrojnija je pojava jaja srdele (50,8%) zabilježena u kanalskom području na temperaturi između 11,0 i 11,9° C, dok se u priobalnim vodama srednjeg otvorenog Jadrana, u tom istom temperaturnom razmaku javlja samo 4,3% jaja srdele. Obilnija pojava jaja srdele (62,8%) u ovom posljednjem području susreće se, naprotiv, na nešto višoj temperaturi mora nego u kanalskom području, naime na temperaturi između 12,0 i 12,9° C (sl. 30).

Sličan se odnos ustanovljuje i za larve i postlarve srdele. U kanalskom području, naime, javlja se 14,8% larva i 12,1% postlarva srdele na temperaturi između 11,0 i 11,5° C, dok u priobalnim vodama srednjeg otvorenog Jadrana nema uopće larva i postlarva na tom istom temperaturnom razmaku.

Isti se odnos u raspodjeli planktonskih stadija srdele javlja u dva spomenuta područja i u odnosu na salinitet (tab. X i sl. 31). U kanalskom području nađeno je 91,2% jaja srdele pri salinitetu između 34,43‰ i 37,50‰, a samo 9,7% jaja srdele u vodama srednjeg otvorenog Jadrana pri istom razmaku saliniteta. Naprotiv, u ovom posljednjem području nađeno je 90,3% jaja srdele pri nešto višem salinitetu (37,50 do 38,40‰) pri kojem je, pak, u kanalskom području bilo svega 8,8% jaja srdele.

Isto tako je u priobalnim vodama srednjeg otvorenog Jadrana nađeno 36,9% larva pri salinitetu između 38,01 i 38,40‰, dok u tom istom razmaku saliniteta nisu u kanalskom području uopće nađene larve. 56,8% postlarva srdele nađeno je u priobalnim vodama pri salinitetu između 37,61 i 38,40‰, dok je u tom istom razmaku saliniteta u kanalskom području ulovljeno samo 8,3% postlarva srdele.

Ova razlika u pojavi planktonskih stadija srdele u kanalima i u priobalnim vodama otvorenog srednjeg Jadrana u odnosu na temperaturu i salinitet daje jaku podršku našoj pretpostavci o pojavi lučene populacije srdele u srednjodalmatinskom kanalskom području, koja se, kako smo to ranije naveli, mogla naslutiti na osnovu komparacije promjera jaja u pojedinim dijelovima istraživanog područja.

Upotrebom vještačkog svjetla i etaminske mreže sakupljeno je 5251 primjerak larva, postlarva i mlađi riba od čega otpada na srdelu 455 primjeraka dužine između 2,58 i 80,0 mm (tab. XI). S obzirom na visoki procent ulova larva i postlarva u odnosu na jaja moglo se zaključiti da je povećani omjer lovnosti primjenom vještačkog svjetla nastupio uslijed pozitivne fototaktičnosti naprednijih planktonskih stadija srdele. Mlađi srdele bilo je i u lovinama od aprila do jula 1952, a njihova srednja dužina je pokazivala u uzastopnim mjesecima određeni prirast.

Utvrđeno je da u tamanjenju planktonskih stadija srdele sudjeluju i same postlarve nekih vrsta riba. U želucima 11,2% postlarva skuše (*Scomber scom-*

*brus* L.) nađena su jaja, larve i postlarve srdele (sl. 32). Obilnu zastupljenost mladih stadija srdele u probavilu postlarva skuše treba pripisati jednovremenom prisustvu mladih stadija obiju vrsta u planktonu istih voda. I postlarve lista (*Solea vulgaris* Quens.) dužine 6,88 i 7,74 mm imale su pune želuće mladih stadija srdele. Čini se da među grabežljivice mladih stadija srdele treba ubrojiti i streličara (*Sagitta* sp.) kao i neke veslonošće (*Copepoda*), kao *Candacia*, budući da su u materijalu nađeni ovakvi slučajevi.

Hrana se u želucima postlarva brzo probavlja i prođe kroz crijevo, čime je pojačana prozirnost postlarva i njihova bolja obrana od grabežljivaca. Zbog toga je teško naići na primjerke s punim probavilom, pa je istraživanje njihove hrane otežano. Dosadašnja preliminarna istraživanja (u suradnji s T. Pucher-Petković) pokazuju da se hrana postlarva srdele sastoji pretežno iz zooplanktona, a samo u manjoj mjeri od fitoplanktona.

Od nametnika na jajima srdele ustanovljen je *Ichthyodinium chabelardi*. Također su ustanovljena još neodređena strana tijela u perivitelinom prostoru. Jedna je postlarva imala na unutrašnjoj stijenci stražnjeg dijela probavne cijevi nametnike, vjerojatno iz reda *Blastodiniales*.



## SOMMAIRE

INTRODUCTION . . . . .	3
RECHERCHES EFFECTUÉES À CE JOUR . . . . .	4
DESCRIPTION DE LA RÉGION EXPLORÉE . . . . .	7
Description géographique . . . . .	7
La température . . . . .	8
La salinité . . . . .	9
Les courants marins . . . . .	10
La profondeur du fond . . . . .	11
La nature du fond . . . . .	12
MÉTHODES ET MATERIEL . . . . .	12
COMPOSITION DES POPULATIONS DE LARVES ET DE POST-LARVES DE POISSONS . . . . .	19
Résultats de l'analyse des pêches pour chaque partie de la région explorée . . . . .	19
Discussion des résultats . . . . .	22
Conclusions . . . . .	28
DISTRIBUTION ET TRANSPORT DES STADES PLANCTONIQUES DE LA SARDINE . . . . .	29
Résultats de l'analyse des prises, suivant les régions . . . . .	29
La haute Adriatique . . . . .	29
Baie de Trogir . . . . .	32
Baie de Kaštela . . . . .	32
Canal de Split . . . . .	33
Canal de Brač . . . . .	34
Eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large . . . . .	35
Discussion des résultats . . . . .	38
Conclusions . . . . .	41

»LA PÉRIODE CRITIQUE« DANS LA VIE PLANCTONIQUE DE LA SARDINE APRÈS SON ÉCLOSION . . . . .	42
Résultats . . . . .	44
Baie de Kaštela . . . . .	44
Canal de Brač . . . . .	44
Canal de Split . . . . .	50
Eaux côtières de l'Adriatique moyenne ouvertes vers le large	50
Discussion des résultats . . . . .	56
Conclusion . . . . .	57
RELATION DES STADES PLANCTONIQUES DE LA SARDINE ENVERS LES FACTEURS ABIOTIQUES ET BIOTIQUES . . . . .	57
RELATION ENVERS LA TEMPÉRATURE . . . . .	58
Résultats . . . . .	58
Discussion des résultats . . . . .	63
Conclusion . . . . .	64
RELATION ENVERS LA SALINITÉ . . . . .	64
Résultats . . . . .	64
Discussion des résultats . . . . .	68
Conclusion . . . . .	69
REACTION DES JEUNES STADES DE LA SARDINE À LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE . . . . .	70
Résultats et discussion . . . . .	70
Conclusion . . . . .	72
PRÉDATEURS DES STADES PLANCTONIQUES DE LA SARDINE . . . . .	72
Résultats et discussion . . . . .	72
Conclusion . . . . .	73
NOURRITURE DES POSTLARVES DE SARDINE . . . . .	73
PARASITISME . . . . .	74
DISCUSSION GÉNÉRALE . . . . .	75
CONCLUSIONS . . . . .	81
APPENDICES . . . . .	33
I Liste des poissons identifiés dans le plancton de la région explorée (larves et postlarves) . . . . .	85
II Distribution saisonnière des larves et postlarves de sardine . . . . .	89
III Données générales relatives aux larves et postlarves de sardine recueillies pendant les croisières . . . . .	95
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	97
KRATAK SADRŽAJ . . . . .	105





APPENDIX III<sub>3</sub>

Sta- tion	Date	Heure	*) m	Nb de jours	Vent	Mer	T° C			Sal ‰			<i>Sardina pilchardus</i> Walb.														
							Om	20 m	**)	Om	20 m	**)	oeufs (stades)					larves et postlarves (long. de group. en mm)									
													A	B	C	D	E	total	2	6	8	10	12	14	16	18	20
1952.																											
12	28. X	2328	40	b	NW1	o	18.1	18.9	17.8	35.53	37.45	38.24						3		3	5						5
13	29. X	0105	30	b	o	o	18.3	18.8	18.7	35.16	37.23	37.57								0					1		1
14	29. X	0217	30	b	o	o	17.6	18.8	18.6	35.46	37.32	37.65								0	1						1
1	25. X	2000	60	o	SE5	4	18.8	18.9	17.4	37.09	37.34	38.01					23			23	2	1					3
7	28. X	2005	60	o	c	o	18.45	18.8	14.8	36.92	37.77	38.21								0	1	2					3
8	28. X	1835	65	c	o	o	18.4	18.6	15.9	36.73	37.59	38.19								0	6						6
9	27. X	1925	50	b	NE2	2	18.0	18.9	16.2	31.51	36.98	37.92								0	8	2		1			11
10	27. X	2057	45	b	o	o	18.5	18.9	18.8	37.00	37.41	38.01		1						1	8			1			9
11	27. X	2230	25	b	o	o	18.9	18.8	18.9	36.06	36.71	37.74					1			1	4						4
3	25. X	0115	70	o	SE2	2	18.6	19.3	17.3	37.84	37.84	38.10		2		4				6	6	2					8
4	24. X	2335	90	o	S2	SE2	18.9	19.1	15.2	37.94	38.01	38.26		1		2				3	4						4
5	24. X	2147	90	o	NE3	SE3	19.0	19.1	15.2	37.72	37.83	38.12								0							0
6	24. X	1930	70	c	NE2	o	18.6	18.9	15.3	37.56	37.68	38.06				21				21	3						3
2	25. X	1815	20	c	SE5	E2	19.0	19.2	18.9	37.00	37.07	37.14								0							0

\*) La profondeur inférieur en m pour:  
le traîne verticale  
la température et  
la salinité

\*\*\*) les taux pris à la profondeur sous \*)

APPENDIX III<sub>4</sub>

Sta- tion	Date	Heure	Nb ) de m jours	Vent	Mer	T° C			Sal ‰			<i>Sardina pilchardus</i> Walb.															
						Om	20 m	**)	Om	20 m	**)	oeufs (stades)					larves et postlarves (long. de group. en mm)										
												A	B	C	D	E	total	2	6	8	10	12	14	16	18	20	total
1952.																											
12	20. XI	2010	47	od	o	o	15.0	14.9	15.7	33.69	34.43	38.33		2	1	3	2		1	1	1						5
13	20. XI	2145	33	od	N1	1	14.7	15.0	16.3	34.02	34.47	37.57			3	3					1						1
14	20. XI	2305	30	d	N1	1	14.8	14.9	16.2	34.18	34.52	37.66			1	1											0
1	20. XI	1732	63	o	o	o	15.6	15.7	17.1	36.76	36.67	38.22		11	9	20	6										6
7	21. XI	2052	65	c	W3	2-3	15.4	16.4	14.9	35.63	37.47	38.21			4	4	1		2	1	1			1			6
8	21. XI	2135	68	c	NW3	2-3	15.5	16.3	15.0	35.61	37.30	38.19				0	9	2	2	3	3						19
9	21. XI	2300	52	b	NW3	3	14.6	16.1	15.3	28.13	37.03	37.09			2	2	1	4	4	1	2	1					13
10	22. XI	0043	46	b	NNW2-3	3	15.4	16.0	16.6	37.29	37.48	38.01			2	2	2	4	1	1							8
11	21. XI	1745	26	o	N1	1	15.6	16.1	16.4	35.25	36.83	37.81			3	3	3	1									4
3	19. XI	0037	75	o	ESE3	3	15.4	15.5	16.3	37.36	37.45	38.40	5	8	4		12	29	14	5	1	1		1			22
4	18. XI	2300	95	c	E3	3	16.0	16.3	16.4	38.22	38.22	38.49	2	4	31	38	1	76	11	7	3	1	2				24
5	18. XI	2130	95	c	ESE2-3	3	16.3	16.3	15.4	38.37	38.40	38.60	1		14	25		40	27	3		2	2				34
6	18. XI	1845	79	c	ESE2	2	16.1	16.1	14.8	38.17	38.22	38.53			9	8		17	44	10	4	1	2		1		62
2	19. XI	1741	25	o	ESE3	3	15.0	15.3	16.4	36.74	36.80	37.54						0	1								1

\*) La profondeur inférieur en m pour:  
le traîne verticale  
la température et  
la salinité

\*\*\*) les taux pris à la profondeur sous \*)

APPENDIX III<sub>5</sub>

Sta- tion	Date	Heure	*) m	Nb de jours	Vent	Mer	T° C			Sal ‰			<i>Sardina pilchardus</i> Walb.																						
							Om	20 m	**)	Om	20 m	**)	oeufs (stades)					larves et postlarves (long. de group. en mm) †)																	
													A	B	C	D	E	total	2	6	8	10	12	14	16	18	20	total							
1953.																																			
12	17. I	0418	45	b	NNE2-3	2	9.5	12.1	14.1	34.67	36.78	37.59						0	10	7	1	1											19		
13	17. I	0130	35	b	NNE1	o	10.0	12.6	14.3	34.74	36.58	37.59						0	2		1											3			
14	17. I	0300	30	b	o	o	8.3	12.55	13.5	34.45	36.65	37.30						0														0			
1	18. I	1950	63	b	NNE2	1	12.3	12.45	14.0	36.91	37.09	37.77						0	6	5												11			
7	24. I	0150	65	c	o	o	11.8	12.4	12.9	37.07	37.18	37.47			2	3	5	10	7	3		1										21			
8	24. I	0320	70	o	o	o	12.3	12.2	13.3	36.09	36.15	37.43	2	1	3	1	7		1													2 †)			
9	24. I	0445	50	b	NE2	1	10.6	12.3	13.0	26.35	36.89	37.47			3	3	6		3	1												4			
10	16. I	2218	45	b	NNE2	1	11.1	12.6	12.6	34.52	35.61	37.68					0	2	3													5			
11	16. I	1800	25	b	NNE1	o	12.0	12.2	13.2	36.53	36.89	37.30					0		1	1												2			
3	18. I	0100	75	b	NNE1	III	12.3	12.8	14.2	36.80	37.09	38.01	11	3	1	3	18	6	7	3		1										17			
4	17. I	2310	94	b	NNE1	III	12.2	12.9	14.3	37.34	37.59	33.13	15	26	119	52	212	4	2													6			
5	17. I	2140	93	b	NNE1	III	12.1	12.8	14.3	37.12	37.54	37.97	37	32	34	45	1	149	31	5	1	1										38			
6	17. I	1855	80	b	ENE2-1	1	11.8	12.05	14.4	33.06	38.10	38.37	26	57	81	61	225	26	7	1												34			
2	18. I	1807	24	b	NNE1	1	12.6	14.75	12.9	36.98	37.09	37.16					0	1														1			

\*) La profondeur inférieur en m pour:  
le traîne verticale  
la température et  
la salinité

\*\*\*) les taux pris à la profondeur sous \*)

†) un exemplaire endommagé

APPENDIX III<sub>s</sub>

Sta- tion	Date	Heure	*) Nb de m jours			Vent	Mer	T° C			Sal ‰			<i>Sardina pilchardus</i> Walb.														
								Om	20 m	**)	Om	20 m	**)	oeufs (stades)					larves et postlarves (long. de group. en mm) *)									
														A	B	C	D	E	total	2	6	8	10	12	14	16	18	20
1953.																												
12	22. II	0245	45	b	o	o	9.9	11.8	12.85	33.42	37.21	37.65				0	4											4
13	22. II	0455	30	b	o	o	10.1	11.7	12.2	36.24	37.14	37.61				0												0
14	22. II	0340	30	b	N1	1	10.4	11.9	12.3	35.44	37.03	37.50				0	2											2
1	21. II	0230	60	b	o	o	9.8	11.8	13.1	35.97	36.69	37.84	2			2	6	5										11
7	18. II	2210	60	b	NNE1-2	1	11.2	11.5	13.7	36.98	37.05	38.06			1	1		4	5	3								12
8	18. II	2300	60	b	NNE1	1	11.4	11.9	11.6	37.03	37.12	38.12				0	9	1	5	1	2							18
9	19. II	0024	45	b	NNE1	1	11.4	11.9	12.4	32.54	33.13	37.47				0	4	9										13
10	19. II	0155	40	b	E1	1	10.9	11.9	12.2	36.44	36.80	37.47			3	3	6	10	3		1	2						22
11	21. II	0540	20	b	o	o	10.4	11.9	12.1	31.09	37.01	37.30				0												0
3	20. II	0500	70	b	o	o	10.7	11.8	13.4	36.33	36.45	37.97			2	2	38	13	4	1								56
4	20. II	0325	90	b	o	o	11.2	12.3	13.6	36.98	37.09	38.10			5	27	32	38	8	4	1							51
5	20. II	0204	90	b	o	o	12.7	11.9	11.8	38.08	38.10	38.17			12	12	7			1							9	*)
6	19. II	0018	80	b	o	o	11.5	12.1	13.4	37.25	37.41	38.13				7	7	10	8	3								21
2	21. II	0120	25	b	o	o	11.0	11.3	12.2	35.26	36.65	37.39				0												0

\*) La profondeur inférieur en m pour:  
le traîne verticale  
la température et  
la salinité

\*\*\*) les taux pris à la profondeur sous \*)

\*) un exemplaire endommagé

APPENDIX III:

Sta- tion	Date	Heure	*) Nb de m jours	Vent	Mer	<i>Sardina pilchardus</i> Walb.																			
						T° C			Sal ‰			oeufs (stades)					larves et postlarves (long. de group. en mm)								
						Om	20 m	**) )	Om	20 m	**) )	A	B	C	D	E	total	2	6	8	10	12	14	16	18
1953.																									
12	22. III	0315	45	b NNE2	1-2	11.3	11.5	12.4	37.29	37.45	37.90						0			2	1		1	4	
13	22. III	0442	35	b NNE1	1	11.5	10.9	11.7	36.60	37.19	37.68						0							0	
14	14. III	0415	30	b o	o	11.4	11.5	11.85	36.58	37.19	37.63						0			1				1	
1	21. III	0005	62	b o	o	11.4	11.7	12.9	37.45	37.57	38.33						0			1				1	
7	19. III	2210	60	b S1	IV2	11.3	11.8	12.3	36.24	37.54	37.65						0		1	1	1			3	
8	19. III	2255	65	b o	IV1	11.2	11.8	12.2	37.10	37.34	38.01						0				4		1	5	
9	20. III	0024	50	b o	IV1	11.2	11.7	12.2		37.52	37.81						0	1						1	
10	20. III	0210	45	b o	o	11.0	11.4	11.45	36.40	37.41	37.99						0			1				1	
11	20. III	0350	25	b NNE1	o	10.5	11.1	11.8	36.22	36.15	37.79						0			1				1	
3	21. III	0500	75	b o	o	11.2	13.7	13.15	37.48	37.79	38.12						0	2	3	4	1	1	1	2	1 15
4	21. III	0320	90	b o	IV2	11.4	13.2	13.2	37.70	37.99	33.37						0	3	2	1	2		1		9
5	21. III	0143	90	b o	IV2	11.7	11.9	13.4	37.90	37.99	38.30			1			1	1	1	1	1	1			5
6	22. III	0055	80	b NNE1-2	o	11.6	12.7	13.2	37.63	37.90	38.26						0	3	4	8	1				16
2	20. III	2250	25	b NNE1	o	11.7	11.7	11.7	37.36	37.61	37.77						0			1		1		1	3

\*) La profondeur inférieur en m pour:  
le traîne verticale  
la température et  
la salinité

\*\*) les taux pris à la profondeur sous \*)



APPENDIX III<sub>9</sub>

Sta- tion	Date	Heure	Nb ) de m jours		Vent	Mer	T° C			Sal ‰			<i>Sardina pilchardus</i> Walb.																	
							Om	20 m	**)	Om	20 m	**)	oeufs (stades)					larves et postlarves (long. de group. en mm) *)												
													A	B	C	D	E	total	2	6	8	10	12	14	16	18	20	total		
1953.																														
12	12. V	0225	45	b	o	o	15.0	15.4	14.6	34.80	36.10	38.20						0								0				
13	14. V	2305	34	b	N1	o	15.8	15.8	—	35.48	35.48	—						0								0				
14	14. V	2345	30	b	N1	o	15.8	15.8	—	35.20	35.20	—						0								0				
1	13. V	2200	60	c <sub>7</sub>	SE1	o	16.2	15.6	13.8	36.29	36.40	36.58						0	1								1			
7	11. V	2045	65	S <sub>4</sub>	WNW1	1	15.7	15.4	12.9	36.00	37.20	37.88						0								0				
8	11. V	2135	65	c <sub>2</sub>	o	o	16.2	11.2	12.9	35.70	37.02	38.04						0								0				
9	11. V	2240	50	b	o	o	15.1	15.2	13.7	27.64	36.60	38.06						0								0				
10	11. V	2355	45	b	o	o	14.9	15.2	13.0	33.10	36.84	37.98						0								0				
11	12. V	0059	20	b	o	o	15.0	12.25	14.9	36.00	36.28	37.76						0			1						1			
3	14. V	0145	75	c <sub>3</sub>	ESE2	2	16.2	16.2	—	35.50	35.60	—						0			2						2			
4	14. V	0015	90	c <sub>3</sub>	SE2	2	16.4	16.5	—	36.40	37.68	—						0								0				
5	13. V	2310	90	o	SE2	2	16.6	16.4	13.9	37.02	37.60	38.40			1				1	1	3			1						5
6	14. V	2035	80	o	SE1	1	16.4	16.4	—	37.02	37.02	—						0								0				
2	13. V	2045	25	c <sub>2</sub>	o	o	16.35	15.8	14.9	35.80	36.62	37.48						0								0				

\*) La profondeur inférieur en m pour:  
le traîne verticale  
la température et  
la salinité

\*\*) les taux pris à la profondeur sous \*)