

A C T A A D R I A T I C A

INSTITUT ZA OCEANOGRFIJU I RIBARSTVO — SPLIT
FNR JUGOSLAVIJA

Vol. VII. No. 8.

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE L'ÉCOLOGIE DE LA PONTE DE LA SARDINE (*SARDINA PILCHARDUS* WALB.) DANS L'ADRIATIQUE

T. Gamulin et J. Hure



SPLIT 1955

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE L'ÉCOLOGIE DE LA PONTE DE LA SARDINE (*SARDINA PILCHARDUS* WALB.) DANS L'ADRIATIQUE

par

Tomo Gamulin et Jure Hure

Institut d'océanographie et de pêche, Station de Dubrovnik

En poursuivant les recherches effectuées jusqu'à présent sur la ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* W.) dans l'Adriatique (Gamulin, 1940, 1948, 1954), nous avons jugé nécessaire de déterminer la durée du développement embryonnaire de ce poisson, le plus important de nos régions. Il est superflu de souligner spécialement que la connaissance de la durée de l'incubation des oeufs de sardine est une des questions essentielles du problème de la ponte. Sur ce point, les données concernant la sardine atlanto-méditerranéenne sont très pauvres. A notre connaissance, on mentionne seulement que l'évolution embryonnaire dure de 4 à 5 jours, par une température de 9° à 12° C (Raffaele, 1888, Thomopoulos, 1952). Pour la sardine californienne, Ahlstrom (1943) a, en se basant sur des observations planctoniques, déterminé la vitesse du développement, en fonction de la température, comme aussi du moment de la journée où la sardine expulse ses produits sexuels. Nos investigations ont laissé pressentir un phénomène semblable chez la sardine adriatique également, mais, le matériel dont nous avons disposé, jusqu'à présent, ne nous a pas permis de tirer des conclusions plus précises.

En Adriatique, la sardine se reproduit de l'automne au printemps. A cette époque on ne la pêche plus, et il est difficile de se procurer des sujets sexuellement mûrs. Aussi, avons-nous pu nous baser exclusivement sur du matériel planctonique. Les recherches ont eu lieu en décembre 1953 et en mars 1954, et les résultats auxquels nous avons abouti sont consignés dans ce travail.

LE MATERIEL ET LES METHODES

Nous avons choisi, pour y faire ces recherches l'aire de ponte de l'Adriatique moyenne, située près de la pointe occidentale de l'île de Hvar. Tous nos prélèvements de plancton ont été effectués au même endroit, à un mille à l'ouest du cap Pelegrin, par une profondeur de 65 à 75 m. Selon des observations du premier auteur, ayant porté sur plu-

sieurs années, dans cette région, on trouve non seulement de façon constante de l'automne au printemps des oeufs dans le plancton, et en quantités importantes, mais, de plus, les conditions hydrologiques y sont particulièrement favorables. La ponte, dans ces parages, s'effectue en novembre-décembre, par une température de 18° C environ, puis se prolonge en hiver et en février-mars par 13° C. Cette position est caractérisée par l'homothermie qui, de l'automne au printemps, s'installe dans toutes les couches d'eau, depuis la surface jusqu'au fond. Là, il n'y a pas à redouter que les oeufs soient entraînés à des niveaux de température différente, ce qui compliquerait les recherches (Tabl. I). Dans l'Adriatique septentrio-

Tab. I. Données hydrologiques pour décembre 1953 et mars 1954, relevées au cap Pelegrin, où se sont poursuivies ces recherches.

Prof.	1953			1954	
	2-XII	3-XII	4-XII	8-III	10-III
0 m	18.0	18.1	17.8	38.7	13.1
20 m	17.9	18.0	17.8	38.7	13.1
50 m	17.7	18.0	17.7	38.6	13.1
70 m		18.0	17.7	38.6	12.9

nale, la sardine fraie et par une température plus basse (jusqu'à 10,4° C), mais ces régions sont plus éloignées et, d'autre part, nous désirions avoir des données provenant de la même position.

Nous avons pêché le plancton en traînes obliques au moyen de filets en étamine (stramin) de 1,5 et 2,0 m de diamètre, et de 5 et 6 m de longueur. On commençait d'abord par larguer 150 m de câble qui au cours des 30 minutes que durait chaque pêche, était halé par trois fractions de 50 m, à des intervalles de temps égaux. Le filet pêchait à partir de 40 à 50 m de profondeur jusqu'à la surface, ce qui a été, à plusieurs reprises, contrôlé au tube Kelvin.

Afin de suivre le développement de la sardine dans la mer pendant toute la période de son évolution embryonnaire et, de cette façon, arriver à en évaluer la durée, nous avons employé la méthode appliquée par Ahlstrom (1943) à la sardine de Californie. Cet auteur a divisé le développement embryonnaire en 11 stades et en observant leur apparition dans le plancton, il a pu en déterminer le début ainsi que la durée de la ponte. Etant donné qu'aucune différence essentielle n'existe entre le développement de la sardine californienne et celui de la nôtre, nous nous sommes servis des mêmes stades en les préadaptant à l'évolution embryonnaire de notre sardine. Les figures et une brève description des stades se trouvent à la fin de ce travail. Mais, alors que l'auteur américain dispo-

sait d'un matériel varié (croisières diverses et différences de température plus accentuées), nous avons eu la possibilité d'effectuer nos recherches à deux dates déterminées, choisies justement en considération de la température. Le travail a été simplifié et les résultats obtenus ont été plus clairs par suite de l'homothermie complète qui régnait depuis la surface jusqu'au fond.

Les premières recherches se sont poursuivies du 1^{er} au 5 décembre 1953 par la température maxima de la ponte de la sardine dans l'Adriatique et les autres, du 6 au 13 mars, par la température la plus basse notée sur cette frayère (Gamulin, 1954). Pour chacune de ces deux dates déterminées, nous avons eu à notre disposition 49 pêches en traîne oblique au filet en étamine. Pour des raisons d'ordre technique, ces opérations n'ont pu se dérouler d'une façon continue, mais, chaque période de travail comportait deux jours pleins (Tabl. V et VI). En décembre, nous avons pêché avec les bateaux »ISTRAŽIVAČ« et »PREDVODNIK« et en mars, avec l'»ISTRAŽIVAČ« seulement. Le filet dont nous nous sommes servis à bord de l'»ISTRAŽIVAČ« avait 1,5 m de diamètre et celui du »PREDVODNIK« 2 mètres. Aux fins de comparaison, les données concernant les stades embryonnaires sont exprimées en pourcentage, tandis que la quantité totale des oeufs représente la valeur réelle de chaque capture. Un fait peu courant a été constaté, à savoir que le filet plus petit a rapporté, en moyenne, un plus grand nombre d'oeufs que le filet de plus vastes dimensions.

On n'éprouve aucune difficulté à identifier ces oeufs, étant donnée qu'à cette époque de l'année il n'y en a pas d'autres leur ressemblant. Dans le matériel, nous avons aussi trouvé un nombre important d'oeufs morts, dans tous les stades du développement. Ces oeufs présentent une membrane totalement, ou partiellement trouble, ou un embryon ratatiné, mais nous ne les avons pas pris en considération.

A cette occasion nous exprimons notre gratitude au Prof. A. Seliskar de la Faculté de médecine de Ljubljana, et à son assistante P. Babnik qui ont effectué les calculs. Nous savons gré également à M. F. Grubišić qui à bord du »Predvodnik« nous a assisté dans nos travaux.

RESULTATS

Les données se rapportant aux captures et à la distribution, par heure, des stades figurent séparément pour décembre et pour la série d'investigations de mars (Fig. 1, Tabl. V et VI). Déjà, au premier coup

d'œil, on peut se rendre compte de la régularité et de l'ordre de l'évolution. Les stades apparaissent toujours successivement, ce qui prouve que la fécondation ne s'effectue qu'à un moment déterminé du jour.

Afin de fixer la durée de l'incubation, on doit d'abord établir quand, au cours de la journée, débute la ponte ainsi que le moment de l'éclosion. Bien qu'il soit évident que la sardine fraie un peu avant minuit, on ne

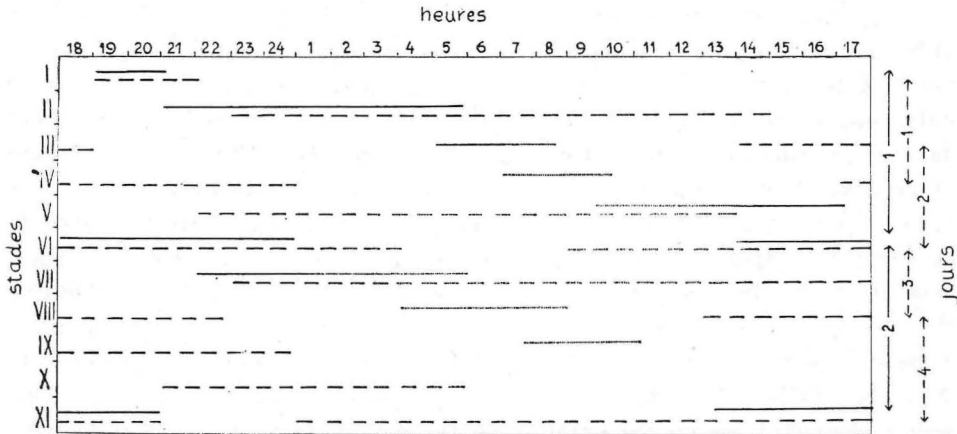


Fig. 1. Durée du développement embryonnaire de la sardine en décembre (trait continu), par une température de 18° C, et en mars (trait pointillé) par une température de 13° C.

peut en connaître le moment précis qu'après l'apparition du stade I. Malheureusement, c'est justement celui qui a été le plus faiblement représenté dans nos pêches: nous n'avons disposé, en tout, que de 10 exemplaires. En décembre nous n'avons trouvé qu'un oeuf unique à ce stade et ceci à 19^h; en mars, nous en avons trouvé 5, entre 19^h et 21^h, tandis que les 4 autres ont été observés à des heures diverses de la journée. Tout en indiquant que la ponte a lieu le soir, ces données ne sont pas encore suffisantes pour nous autoriser à conclure avec plus de certitude. Mais, une quantité notable d'oeufs au stade II nous permet cependant de préciser la fin de la ponte, d'autant plus que, dans notre matériel, nous avons aussi trouvé les premières segmentations. Selon l'analyse détaillée du stade II A (Tabl. II), les premières segmentations de 2 à 16 blastomères ont été observées en décembre à 21^h et 22^h; en mars, de 23^h à 01^h. A ce point de vue, jusqu'à présent, on ne sait rien concernant la sardine atlanto-méditerranéenne. Chez la sardine californienne, le plus grand nombre d'oeufs au stade I a été constaté entre 20^h et 24^h, c'est pourquoi A h l-

Tab. II. Quantité d'oeufs de sardine appartenant au stade »II A«, répartie d'après le nombre des blastomères et l'heure de la capture.

Heure	B l a s t o m è r e s						Date
	2	4	8	16	32—64	cca 128	
21.00	4	8	2				1 XII 1953
22.00		1	7	1			3 " "
22.00			1	1	103		1 " "
22.15					69		5 " "
23.00						195	1 " "
23.00					8		3 " "
24.00					5		3 " "
24.00						41	1 " "
Grandeur 1.38		1.38	1.42	1.53	1.55	1.58	
23.00		1	1				7 III 1954
23.00			1				8 " "
24.00			5	5			8 " "
01.00				4	7		8 " "
01.00				10			9 " "
02.00				70	12		8 " "
02.00					6	4	9 " "
Grandeur		1.40	1.46	1.52	1.52	1.56	

Tab. III. Temps, exprimé en heures et en minutes, exigé par le développement des oeufs, depuis le moment de la ponte jusqu'à un stade déterminé, en décembre par 18° C de température de la mer et en mars par 13° C.

Stades	Température	
	18° C	13° C
II A	2:07	3:27
II B	7:01	10:06
III	10:12	17:16
IV	12:20	22:12
V	16:38	31:16
VI	24:53	45:18
VII	29:30	59:48
VIII	34:35	67:41
IX	37:10	71:08
X	38:42	74:45
XI	42:57	83:30

strom prend 22^h comme l'heure moyenne de la ponte. Si nous considérons que chez la sardine de Californie, la durée du développement embryonnaire est la même que chez nous, comme nous le verrons plus tard, et que la durée de chacun des stades est sensiblement égale, il y a donc le plus de probabilité pour que, chez notre sardine également, la ponte s'étende au même nombre d'heures. On peut, par conséquent, supposer avec une certaine exactitude, que ce clupéidé, dans nos eaux, fraye, en décembre entre 18^h et 22^h environ et, en mars, entre 19^h et 24^h, à peu près. Ceci est aussi attesté par le peu de données que nous possédons sur le stade I.

Le temps calculé pour chacun des stades depuis l'instant de la ponte est indiqué sur le tableau III. Il en ressort donc que le stade XI pour parvenir au terme de son développement exige, en décembre 42^h 57^{min} et, en mars, 83^h 30^{min}. Cet écart de 5° C a provoqué une différence presque double dans la durée du développement embryonnaire: pour 1° C, la vitesse de développement change de 8 heures environ. Selon Ahlstrom, on trouve des oeufs de sardine dans le stade XI après 51^h 30^{min}, par 17° C de température et après 82^h 38^{min}, par 13° C, ce qui est conforme à nos observations.

Cependant, le terme total du développement embryonnaire est déterminé par la fin du stade XI, c'est-à-dire par l'éclosion de la larve. Considérant l'ensemble du cycle embryonnaire et, compte tenu de l'apparition du stade XI, en particulier, il faut à la période de décembre ajouter encore 2 à 3 heures environ, et à celle de mars de 4 à 5 heures. Ainsi donc, la durée du développement complet serait, en décembre, de 46 heures environ et, en mars, dans les 88 heures.

Etant donné qu'en Adriatique et dans sa partie septentrionale en particulier, on a constaté que la sardine se reproduisait par une température encore plus basse (10,4° à 13,0° C; Gamulin, 1954), le développement embryonnaire peut s'étendre sur une période de 4 jours et demi.

Pour Naples, Raffaele (1888) mentionne que l'incubation embryonnaire, par une température de 9° à 12° C, dure de 4 à 5 jours et pour Banyuls, Thomopoulos (1952) parle du même nombre de jours, par 11° à 12° C.

Les divergences qui ressortent d'une comparaison de nos données avec celles d'Ahlstrom, en ce qui concerne la durée de chacun des stades en fonction de températures différentes, sont tout à fait insignifiantes et sont dues, probablement à une détermination différente du

début de la ponte. Cette durée, est, chez Ahlstrom, toujours de 22 heures et chez nous, elle est de 20 heures par 18° C de température et de 22 heures par 13° C.

Ce que nous avons constaté de l'influence de la température sur le développement des oeufs de sardine peut se comparer à diverses observations faites au sujet de la sardine californienne et d'autres téléostéens en se basant sur la caractéristique de la température (accroissement critique de l'énergie). La caractéristique est désignée par le signe » μ « dans l'équation modifiée d'Arrhenius:

$$\frac{d \ln k}{d t} = \frac{\mu}{R T^2}$$

Si on exprime la constante gazeuse »R« pour grammol et le degré par $R = 1,98$ cal, il est possible, par des chiffres, d'exprimer la valeur » μ « en calories. Pour en faciliter le calcul, l'équation ci-dessus se posera sous la forme suivante:

$$\frac{\text{vitesse par } T_2}{\text{vitesse par } T_1} = e^{\frac{\mu}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)} \quad \text{soit}$$

$$\ln \text{ de vitesse par } T_2 - \ln \text{ de vitesse par } T_1 = \frac{\mu}{1,98} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Une représentation graphique illustrera beaucoup mieux la comparaison des caractéristiques de température. Sur la Fig. 2 est exprimée la durée du développement en échelle logarithmique pour les températures observées, et sur la Fig. 3 sont reportées les logarithmes de la vitesse du développement $\frac{1}{h}$ par rapport aux valeurs réciproques des températures absolues. Sur les deux figures sont aussi tracées les courbes se rapportant à la sardine californienne pour les stades: II, VI, VIII—IX et XI. D'une façon générale, on peut dire que les lignes d'Ahlstrom sont très proches des lignes correspondantes représentant la sardine adriatique et qu'elle ont une déclivité semblable. Cependant, les différences légères ont, probablement, leur origine dans la détermination différente de l'instant de la ponte. Sur la Fig. 3, on peut, en examinant la déclivité de la ligne, tirer des conclusions sur la valeur de la caractéristique de température » μ «: plus la ligne est abrupte, plus est élevée la valeur de la ca-

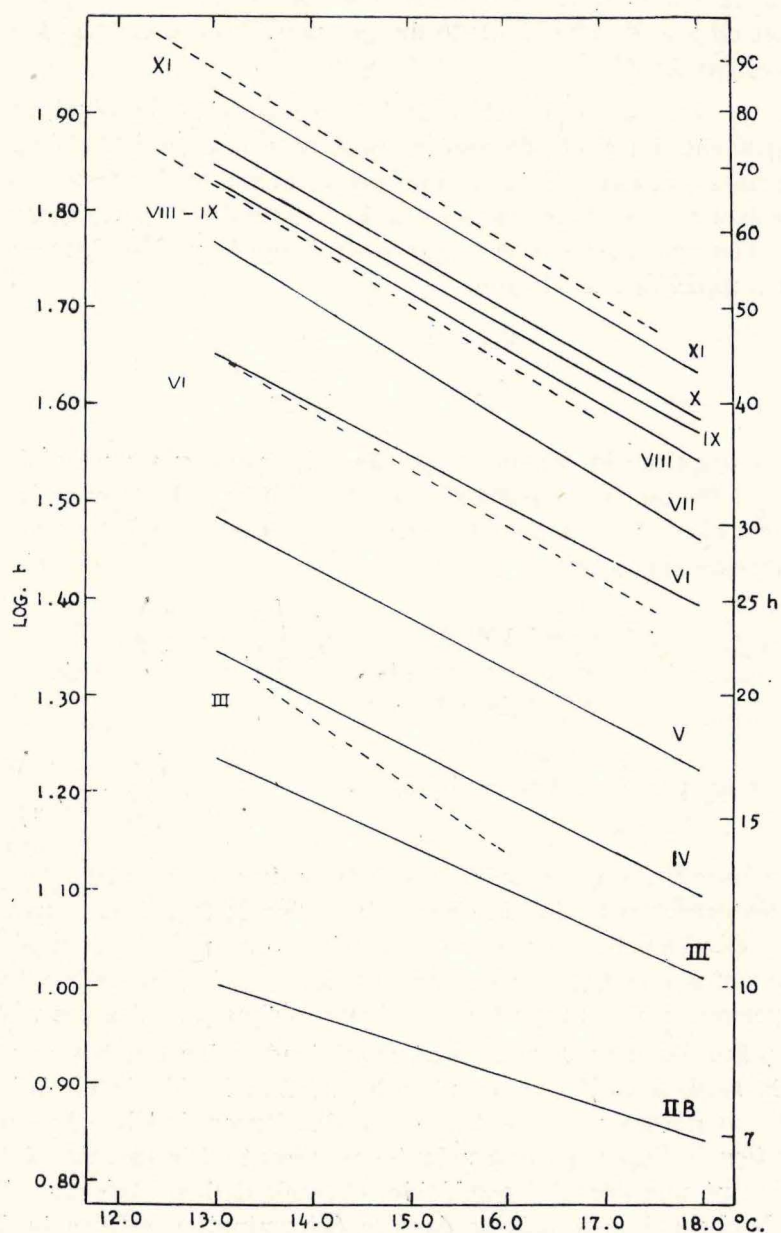


Fig. 2. Action de la température ($T^{\circ}\text{C}$) sur le développement des oeufs de sardine (à droite h, à gauche log. de h) pour les stades de II B à XI. La ligne pointillée représente les données concernant les stades III, VI, VIII-IX et XI de la sardine californienne (Ahlstrom, fig. 1).

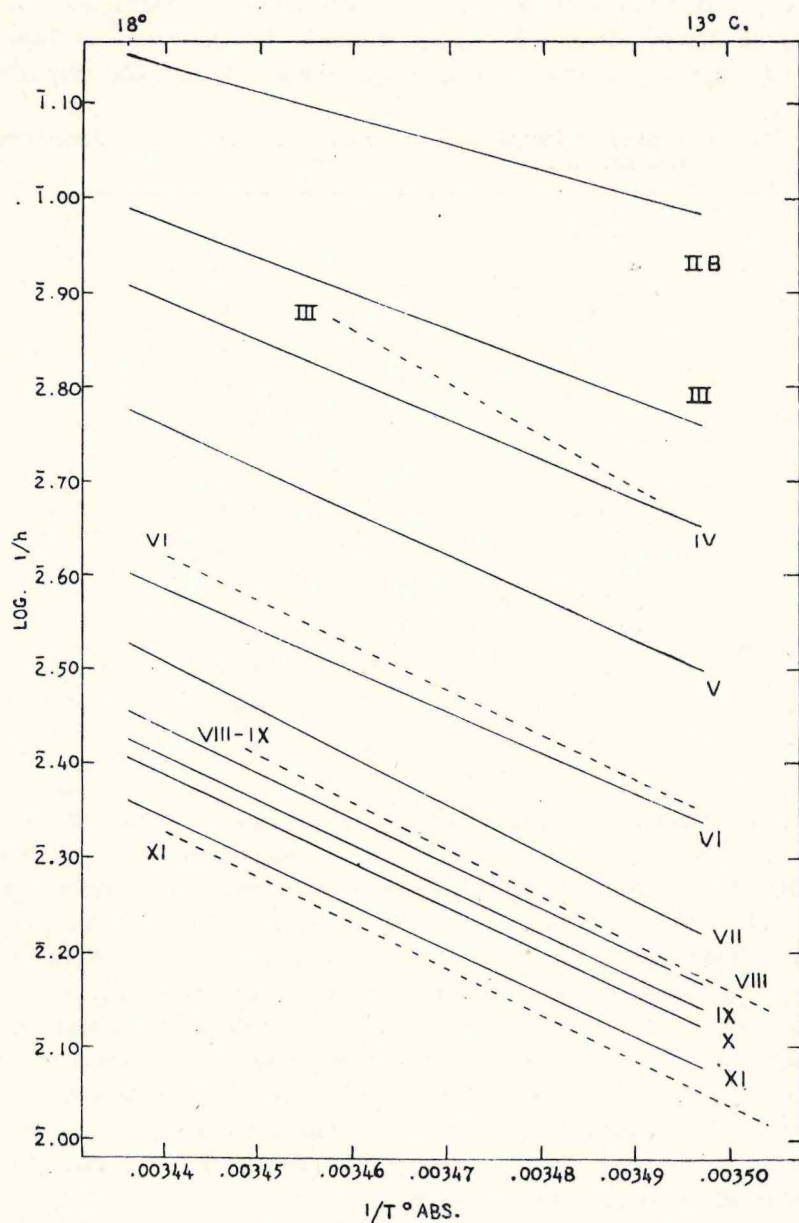


Fig. 3. Action de la température ($1/T^{\circ} \text{ abs.}$) sur la vitesse de développement des oeufs de sardine ($\text{log. } 1/h$) pour les stades de IIB à XI. La ligne pointillée représente les données concernant les stades III, VI, VIII-IX et XI de la sardine californienne (Ahlstrom, fig. 2).

ractéristique de température. Sur le tableau IV figurent les caractéristiques de température d'après les données fournies par le tabl. III. Nous n'avons pas poussé avec plus de précision le calcul des régressions,

Tab. IV. Caractéristiques de température pour chacun des stades de développement des oeufs de sardine.

Stades	μ cal.
II B	11.700
III	17.500
IV	19.250
V	20.600
VI	19.600
VII	23.100
VIII	22.000
IX	21.300
X	21.500
XI	21.750
(VII—IX)	21.930

mais, en montrant les allures des lignes de régression, nous avons désiré établir la grande ressemblance et même la superposition fondamentale entre nos observations et celles qui se rapportent à la sardine californienne. Ahlstrom trouve des valeurs un peu plus élevées: pour le stade III, 25,800 cal., pour le VI 22,100 cal., pour le VIII—IX 23,000 cal. et pour le XI 22,500 cal. Quant à la moyenne, pour l'ensemble des stades, il l'établit à 22,500 cal. Dans le cas qui nous occupe, la moyenne, pour les stades III—XI, s'élève à 20,870 cal., et, pour les stades VII—XI, à 21,930 cal. Aux valeurs sensiblement plus faibles constatées pour les stades III et IV et surtout pour le II B, nous n'accordons pas une signification particulière, étant donné que les erreurs intervenues dans les déterminations sont plus importantes.

Il convient de signaler certaines différences entre les observations faites au sujet de la sardine californienne et la nôtre, en ce qui concerne l'apparition des stades I et II. Alors que, dans notre matériel, le stade I était très rarement représenté (10 exemplaires seulement), il était, par

contre, notablement plus fréquent dans celui de l'auteur américain. Mais, celui-ci n'a pas rencontré les segmentations initiales (de 2 à 128 blastomères environ). La présence des premières segmentations, dans notre matériel, prouve que ce processus ne se déroule cependant pas aussi rapidement que l'avait supposé Ahlstrom. Cependant, la durée du stade II A (Tabl. II) concorde avec les données qui ont été publiées par Miler (1952) sur la sardine de Californie. Cet auteurs a réussi à procéder à la fécondation artificielle de la sardine de ces régions et à en suivre l'évolution embryonnaire: par une température de 16,8° C, à partir du moment de la fécondation jusqu'au 64^e ou 128^e blastomère, elle exigeait de 3 heures à 3 heures 30 minutes.

Pour ce qui est du nombre réduit de représentants du stade I dans notre matériel, il est exclu que les oeufs aient pu passer à travers les mailles du filet à plancton, pour la bonne raison que des planctontes plus petits ont été retenus et que le matériel de mars comportait un assez grands nombre d'oeufs de mêmes dimensions appartenant à d'autres espèces de poisson. Selon des données concernant la sardine de Californie (Silliman, 1943), on ne trouve qu'un très petit nombre de ses oeufs au-delà de 30 m de profondeur et les plus fortes concentrations sont notées entre 20 et 10 m et parfois même plus près de la surface. Les résultats obtenus au moyen des filets verticaux (ces données seront consignées à un autre endroit), ont montré aussi que les oeufs de la sardine se trouvent, en majorité, dans les couches superficielle entre 0 et 50 m de profondeur. Nous supposons donc que nos pêches obliques à partir de 40 et 50 m jusqu'à la surface ont capturé les plus fortes concentrations d'oeufs. Pourquoi donc, dans nos prises, le stade I est-il représenté par un nombre aussi réduit d'exemplaires, c'est une question non résolue. Cependant, puisque nous savons maintenant exactement à quelle heure de la journée se déroule la fraie, il ne sera pas difficile de déterminer le niveau riche en oeufs au stade I, et, de cette façon, donner une réponse à l'une des questions essentielles de l'écologie de la ponte, c'est-à-dire, à quelle profondeur s'effectue la fécondation.

Nous ne connaissons pas les facteurs qui poussent la sardine à frayer à ce moment précis du jour. Comme en mars, la fraie a lieu plus tard dans la journée qu'en décembre, cette particularité laisserait prévoir que la lumière est, peut-être aussi, un des facteurs agissant sur l'heure de la ponte. Au début de décembre, le soleil se couche vers 16^h 25^{min} et, dans la première quinzaine de mars, aux environ de 17^h 45^{min}. Cependant, ce

décalage, en mars a pu être dû aussi à une prolongation de la durée du développement embryonnaire ainsi que de celle des stades I et II.

La taille des oeufs a varié de 1,37 à 1,75 mm, celle du vitellus, de 0,80 à 0,97 mm et celle de la goutte d'huile, de 0,13 à 0,19 mm, ce qui correspond aux mesures enregistrées, jusqu'à présent, pour la Méditerranée, tout en se rapprochant cependant le plus de celles de la partie occidentale de cette mer (Ruivo et Wirz, 1952, mentionnent pour Banyuls de 1,38 à 1,67 mm; Andreu y Rodríguez-Roda, 1951, pour Castellon de 1,31 à 1,68: moyenne 1,52 mm). Le diamètre moyen des oeufs de nos sardines est, d'après des mensurations effectuées sur plusieurs centaines d'exemplaires, de 1,57 mm. Aucune différence particulière n'a été constatée entre les oeufs des pontes de décembre et de mars. Pour la mensuration, nous n'avons retenu que des oeufs du stade II B au stade XI, car l'espace périvitellin des stades I et II A augmente progressivement (Tabl. II).

SOMMAIRE

1. Afin de connaître la durée du développement embryonnaire de la sardine, des pêches de plancton ont été effectuées, toutes les heures, dans la région insulaire de l'Adriatique moyenne. Les recherches en décembre et en mars se sont poursuivies pendant deux jours pleins.

2. L'ordre d'apparition de chacun des stades du développement a révélé que la sardine se livrait à la ponte exclusivement à des heures du jour déterminées: en décembre, entre 18^h et 22^h environ et en mars, entre 19^h et 24^h.

3. L'incubation, en décembre, par 18° C, demande presque deux jours et en mars, par 13° C, trois jours et demi environ. Pour chaque degré de différence le développement embryonnaire avance ou retarde de 8 heures.

4. Le fait que la ponte, en décembre, commence un peu plus tôt qu'en mars laisse supposer que la lumière pourrait, peut-être aussi, être un des facteurs influant sur l'heure de la ponte.

5. La caractéristique de température du développement de l'oeuf de sardine est d'environ 21,930 cal. (pour les stades VII—XI), ce qui correspond aux valeurs établies pour les autres poissons.

6. Les données d'Ahlstrom (1943), concernant la sardine de Californie, sont presque entièrement conformes à nos résultats. Elles en diffèrent seulement par le fait que nous avons pu constater aussi la première segmentation qu'Ahlstrom n'avait pas eue à sa disposition et

aussi, parce que, dans notre matériel, nous n'avons que de très rares spécimens au stade I, par comparaison avec le nombre important mentionné par l'auteur américain.

7. Pour aboutir à une connaissance approfondie de la ponte, il importerait surtout d'établir dans quelle couche d'eau le stade I est le plus fréquent ce qui, du même coup, nous apprendrait à quelle profondeur fraye la sardine.

Tab. V. 1—5 décembre 1953. — Données recueillies sur les oeufs de sardine d'après des pêches standard en traîne oblique, au filet en étamine, réparties suivant les stades de développement et l'heure de la capture. La quantité d'oeufs pour les stades de II—IX est exprimée en pourcentage, tandis que, pour le stade I, par suite du petit nombre d'exemplaires, figurent les valeurs réelles.

O e u f s d e s a r d i n e																
Heure	S t a d e s e n %											Vivants Morts en %	En tout	Dates	Bateau	
	I	IIA	IIB	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X					XI
19.00 (1)							98					2	874 10	970 1	XII	Istr.
19.55							99					1	846 10	940 1	"	"
19.55							93	6				1	982 4	1022 3	"	Predv.
20.55		6					94						232 13	268 1	"	Istr.
21.55		1					97	2					891 5	936 3	"	Predv.
22.00		23					75	2					455 33	680 1	"	Istr.
22.15		77					2	1					90 48	173 5	"	"
23.00		21					64	15					933 28	1233 1	"	"
23.00		1					74	25					795 6	843 3	"	Predv.
24.00		1	4					95					554 8	605 3	"	"
24.00		5	50				6	39					806 57	1856 1	"	Istr.
01.00			46					54					997 16	1192 2	"	"
01.00			6					94					862 8	934 4	"	Predv.
02.00			90					10					1299 19	1599 2	"	Istr.
02.00			24					76					762 14	883 4	"	Predv.
03.00			86					14					737 42	1267 2	"	Istr.
03.00			11					89					950 16	1132 4	"	Predv.
04.00			90					9	1				545 70	1805 2	"	Istr.
04.00			10					43	47				709 16	843 4	"	Predv.
05.00			81	13				1	5				1360 37	2110 2	"	Istr.
05.00			2					35	63				479 13	549 4	"	Predv.
06.00				94					6				909 31	1314 2	"	Istr.
06.00				9					91				584 16	699 4	"	Predv.
07.00				9	8				83				116 28	162 5	"	"
07.30				23	44				30	3			77 56	175 5	"	Istr.
08.00					14				78	8			81 39	133 5	"	Predv.
08.30					51				12	37			85 44	151 5	"	Istr.
09.00					7					93			256 3	263 5	"	Predv.
09.30					30					70			640 35	978 4	"	"
09.30					4	1				78	17		233 4	243 5	"	Istr.
10.00						25				11	64		163 10	182 5	"	Predv.

suite

Heure	O e u f s d e s a r d i n e											Vivants Morts en %	En tout	Dates	Bateau	
	S t a d e s e n %															
	I	IIA	IIB	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X					XI
10.25						9						91	690 19	850 4	XII	Predv.
11.00						96						4	274 21	347 5	„	„
11.25						62						38	1030 14	1200 4	„	„
12.00						89						9 2	291 24	384 5	„	„
12.25						46						29 25	790 17	950 4	„	„
13.00						95						1 4	442 14	514 5	„	„
13.25						60						40	918 8	1003 4	„	„
14.00						78	10					1 11	239 14	277 5	„	„
14.15						65						35	147 6	156 5	„	Istr.
14.25						52	4					44	660 8	715 4	„	Predv.
15.00						66	19					15	183 6	195 5	„	„
15.15						36	9					55	160 5	168 3	„	Istr.
15.25						17	29					54	1020 3	1055 4	„	Predv.
16.00						41	47					12	182 4	190 5	„	„
16.25						2	65					33	710 5	745 4	„	„
17.00						94						6	1985 23	2565 3	„	„
17.25						84						16	482 11	541 1	„	Istr.
18.00						95						5	945 14	1093 3	„	Predv.

Tab. VI. 6—13 mars 1954. — Données recueillies sur les oeufs de sardine d'après des pêches standard en traîne oblique, au filet en étamine, réparties suivant les stades de développement et l'heure de la capture. La quantité d'oeufs pour les stades de II—IX est exprimée en pourcentage, tandis que, pour le stade I, par suite du petit nombre d'exemplaires, figurent les valeurs réelles.

Heure	O e u f s d e s a r d i n e											Vivants	Morts %	En tout	Dates	
	S t a d e s e n %															
	I	IIA	IIB	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X					XI
19.00	(1)				9		56		30	1		4	135	10	150	6 III
19.00					38		16		38	7		1	61	23	79	12 „
20.00					35		39		19	4		3	114	22	146	6 „
20.00	(2)				45		35		14	5		1	147	42	254	7 „
20.00	(1)				31		31		35	3			59	39	97	8 „
21.00					30		40		6	22	2		94	45	171	7 „
21.00	(1)				43		31		8	15	3		142	16	148	8 „
22.00					36	1	43		1	8	11		129	35	198	7 „
22.00					31		46			18	5		68	48	130	8 „
23.00		2			22	18	19	1		9	9		107	27	147	7 „
23.00		1			35	14	40			4	6		72	33	107	8 „
24.00						32	37	1		5	25		81	20	101	7 „
24.00		8			7	50	25			2	8		123	22	158	8 „
01.00		10				32	20	20			18		111	30	160	8 „
01.00		14				44	31				10	1	70	28	97	9 „
02.00		48				29	5	9			5	4	171	39	280	8 „
02.00		6				57	11	13			7	6	172	13	198	9 „
03.00			20			42		28			3	7	168	27	230	8 „
03.00			15			15	12	16			27	15	117	14	136	13 „
04.00			17			47		25			3	8	115	23	150	8 „
04.00			49			13	2	16			2	18	142	28	196	13 „
05.00			7			40		37			2	14	70	31	102	8 „
05.00			6			23		26				45	88	14	103	13 „
06.00			39			37		13				11	130	38	211	8 „
06.00	(1)		44			23		13				20	302	60	762	13 „
07.00			24			45		22				9	139	49	270	8 „
07.00			1			29		27				43	204	11	230	13 „
08.00			21			52		19				8	95	45	174	8 „
08.00			4			11		41				44	195	9	214	13 „
09.00	(1)		32			8		28				32	194	41	330	13 „
09.05			3			30	2	35				30	99	3	102	7 „
10.00			8			27	14	29				22	153	24	200	7 „

suite

Heure	O e u f s d e s a r d i n e											Vivants	Morts %	En tout	Dates	
	S t a d e s e n %															
	I	IIA	IIB	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X					XI
10.00			10			13	3	32				42	177	27	243	13 III
11.00			4			25	23	28				20	112	17	135	7 „
11.00			26			11	3	29				31	176	28	243	13 „
12.00			28			8	35	23				16	179	24	236	7 „
12.00			26			15	10	25				24	160	34	243	12 „
13.00			36			3	33	9	9			10	215	43	380	7 „
13.00			18			13	29	20	1			19	136	36	211	12 „
14.00			5	18			49	2	17			9	167	48	322	7 „
14.00	(1)		17	34			23	17	2			7	238	30	340	12 „
15.00				19			53	1	19			8	110	60	274	7 „
15.00	(1)			27			35	15	6			17	93	54	202	12 „
16.00				31			26		32			11	176	45	308	6 „
16.00				29			33	14	17			7	72	41	122	12 „
17.00				5	12		38		39	3		3	207	46	382	6 „
17.00				6	30		20		39			5	64	17	77	12 „
18.00				1	23		39		31	3		13	106	31	154	6 „
18.00				4	22		28		32	3		11	68	24	90	12 „

APPENDICE

Le développement embryonnaire de notre sardine suit le même cours que la majorité des Téléostéens (R o u g h, 1952), et, il est presque entièrement identique à celui de la sardine de Californie; pour cette raison, nous avons pu utiliser les stades décrits par A h l s t r o m (1943). Nous n'avons rien à ajouter à ses observations, mais par suite de certaines légères différences, et pour avoir un tableau d'ensemble pour la sardine méditerranéenne, nous donnerons ici les descriptions succinctes et les figures de chacun de stades.

I.

Il est caractérisé par un espace périvitellin réduit et un vitellus de dimensions normales. Le germe est indivis, soit que la segmentation n'ait pas commencé, soit que les oeufs ne soient pas fécondés. Sur le pôle animal le protoplasme forme le blastodisque.

II.

Notre matériel comportait toutes les phases de la segmentation à partir de 2 blastomères. A h l s t r o m n'ayant pas rencontré d'oeufs ayant moins de 128 blastomères environ, et, d'après nos données les premières divisions durant davantage qu'il ne l'avait supposé, nous avons partagé ce stade en deux sous-stades.

II. A. — Comprend le développement depuis la première segmentation jusqu'à 128 blastomères environ. Le blastodisque est rugueux et a l'apparence framboisée, et ses cellules, quoique de faibles dimensions peuvent être comptées.

II. B. — Le blastodisque perd de plus en plus sa structure framboisée, il s'aplatit en forme de lentille. Les cellules plus petites et de surface plus lisse se distinguent plus difficilement.

III.

Ce stade comprend la période entre la formation du blastocèle et l'apparition du bouton embryonnaire. Le disque germinatif commence à recouvrir la masse vitelline d'une enveloppe cellulaire, si bien qu'à la fin de ce stade il en recouvre à peu près le tiers. Là où le blastoderme devient plus épais apparaît le bouton embryonnaire sur lequel l'ébauche axiale sera visible au stade suivant seulement.

IV.

On distingue l'embryon dans l'axe. Le disque germinatif enveloppe de plus en plus le vitellus, de sorte qu'à la fin de ce stade il atteint presque la goutte d'huile. L'embryon mesure alors un peu plus de $\frac{2}{5}$ de la circonférence du vitellus et la région céphalique est plus épaisse et plus large que le reste du corps embryonnaire.

V.

Le disque germinatif enserre progressivement la goutte d'huile, si bien qu'à la fin de cette phase l'enveloppe cellulaire enrobe complètement le vitellus. Après la fermeture du blastopore, l'embryon grossit sur toute la longueur de l'axe mais la région céphalique s'accroît surtout, tandis que la région caudale se distingue à peine du tissu environnant. L'embryon est encore indifférencié; on ne distingue pas encore de somites.

VI.

Ce stade débute par l'apparition des vésicules optiques qui occupent une grande partie de la tête. On aperçoit les somites dans la région moyenne du corps, mais il n'y en a ni près de la tête ni près de la queue. L'embryon englobe à peu près les $\frac{2}{3}$ de la masse vitelline et sa partie postérieure ne s'étend pas encore jusqu'à la goutte d'huile. Vers la fin de ce stade, l'embryon a grossi sur toute sa longueur, la queue a gonflé mais est encore adhérente. Dans les yeux on distingue les pupilles.

VII.

La queue commence à se séparer du vitellus et, vers la fin de ce stade, elle est égale à la longueur de la tête. La partie libre atteint la goutte d'huile sans la dépasser; elle est uniformément épaisse sur toute sa longueur, son extrémité est arrondie parfois renflée. La nageoire embryonnaire entoure complètement la queue se prolongeant même jusqu'à la tête, mais, dans cette partie, elle est plus difficilement perceptible. Les somites se voient nettement, surtout la partie dorsale; sur la queue il n'y en a pas encore. Dans ce stade commence la pigmentation du corps.

VIII.

La partie libre de la queue est, au début du stade, légèrement plus longue que la tête, et vers la fin, elle atteint le $\frac{1}{3}$ de la longueur du corps. La nageoire apparaît plus nettement vers la fin du stade et elle est égale à la moitié de la longueur du corps de l'embryon. Sur la queue on voit le tractus digestif et l'anوس est apparent sur la nageoire. Les somites apparaissent aussi sur la queue presque jusqu'à l'anوس. La queue se recourbe à droite ou à gauche, s'amincit, mais l'extrémité en est encore arrondie. Sur la partie dorsale, les mélanophores forment deux lignes parallèles.

IX.

Vers la fin de ce stade, la queue mesure environ les $\frac{2}{5}$ de la longueur totale du corps, la nageoire s'élargit, surtout dans la partie ventrale. L'embryon grossit dans sa partie médiane et, pour cela, n'adhère plus autant au vitellus qui a revêtu une forme ovale.

X.

Le corps s'affranchit de plus en plus de la masse vitelline. Vers la fin de ce stade, la partie libre de la queue mesure environ la moitié de la longueur totale du corps et touche à la base de la tête. La nageoire, dans

sa partie dorsale, est presque aussi large que le corps, et, dans sa partie ventrale, peut-être même en peu plus.

XI.

La tête seule adhère encore au vitellus et la partie libre du corps se prolonge au-delà de la base de celle-ci. La nageoire est de 1,5 à 2,0 fois plus large que le corps. Les somites atteignent l'extrémité de la queue qui est maintenant effilée.

BIBLIOGRAPHIE

- Ahlstrom, E. H. — 1934. Influence of Temperature on the Rate of Development of Pilchard Eggs in Nature. Special Sci. Rep., No. 23, Fish and Wildlife Service. Washington.
- Andreu, B. y Rodríguez-Roda, J. — 1951. Estudio comparativo de ciclo sexual, engrasamiento y repleción estomacal de la sardina, alacha y anchoa del mar Catalán, acompañado de relación de pescas de huevos planctónicos de estas especies. Publicaciones Instituto Biología Aplicada, T. IX. Barcelona.
- Gamulin, T. — 1940. Opažanja o pojavljivanju ribljih jaja u okolici Splita sa specijalnim obzirom na jaja srdele i brgljuna. God. Ocean. Inst., Sv. II, Split.
- 1948. Quelques observations sur la ponte de la Sardine (*Sardina pilchardus* W.) dans la zone insulaire de la Dalmatie Moyenne. Acta Adriatica, Vol. III No. 4, Split.
- 1954. La ponte et les aires de ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique de 1947 à 1950. Reports »HVAR« Vol. IV. No. 4 C.
- Miller, D. J. — 1952. Development through the Prolarval Stage of Artificially Fertilized Eggs of the Pacific Sardine (*Sardinops caerulea*). California Fish and Game, Vol. 38, San Francisco.
- Raffaele, F. — 1888. Le uova galleggianti e le larve dei Teolostei nel Golfo di Napoli. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 9.
- Rugh, R. — 1952. Experimental Embriology. New York.
- Ruivo, M. et Wirz, K. — 1952. Biologie et écologie de la Sardine des eaux de Banyuls. Vie et Milieu, III/2.
- Silliman, R. P. — 1943. Thermal and Diurnal Changes in the Vertical Distribution of Eggs and Larvae. Special Sci. Rep. No. 22 Washington.
- Thomopoulos, T. — 1952. Notes sur le plancton de la Baie de Banyuls. Vie et Milieu, III/3.

Reçu pour la publication le 5. X. 1954.

PRILOG POZNAVANJU EKOLOGIJE MRIJEŠĆENJA SRDELE
(*SARDINA PILCHARDUS* WALB.) U JADRANU

Tomo Gamulin i Jure Hure

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Stanica Dubrovnik

K r a t a k s a d r Ź a j

1. Radi upoznavanja trajanja embrionalnog razvoja srdele izvršene su svakog sata planktonske lovine u otočnom području srednjeg Jadrana, kod rta Pelegrin. Istraživanja su u decembru i u martu obuhvatila dva cijela dana.

2. Redoslijed pojavljivanja pojedinih razvojnih stadija pokazao je, da se srdela mriješti samo u određeno doba dana, i to u decembru od cca 18 do 22 sata, a u martu od cca 19 do 24 sata (sl. 1, tab. V i VI).

3. Embrionalni razvoj u decembru, uz temperaturu od 18° C, traje skoro 2 dana, a u martu, uz temperaturu od 13° C, nešto manje od 4 dana. Za svaki stupanj razlike u temperaturi mora mijenja se trajanje embrionalnog razvoja za oko 8 sati (tab. III).

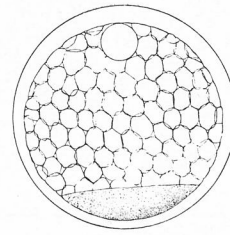
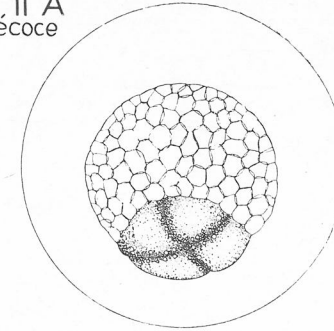
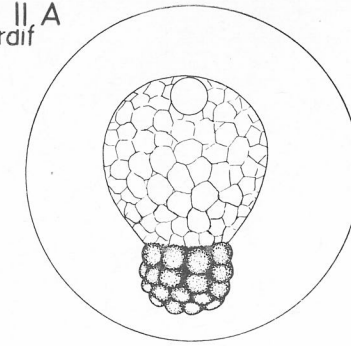
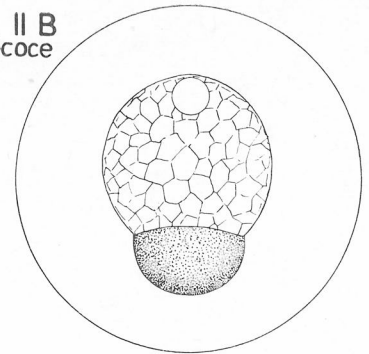
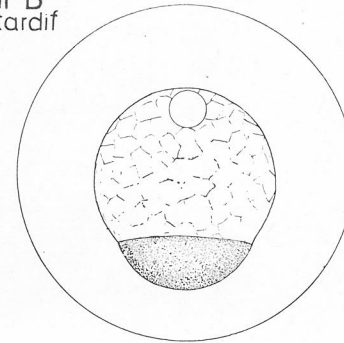
4. Temperaturna karakteristika embrionalnog razvoja odgovara vrijednostima, koje su konstatirane i za ostale ribe (tab. IV).

5. Činjenica, da mriješćenje u decembru započinje nešto ranije nego u martu, daje naslućivati, da je i svjetlost možda jedan od faktora, koji utječe na početak mriješćenja.

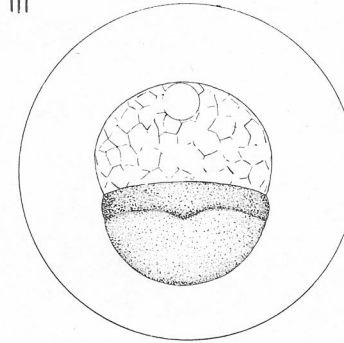
6. Podaci Ahlstrom-a (1943) za kalifornijsku srdelu skoro se u potpunosti podudaraju s iznesenim rezultatima. Razlika je jedino u tome, što su u našem materijalu konstatirana i jaja s prvim brazdanjima, koja američki autor nije imao na raspolaganju. Naprotiv, I. razvojni stadij, koji je Ahlstrom našao u većem broju, bio je kod nas vrlo rijedak (tab. II).

7. Da se što bolje upozna ekologija mriješćenja, bilo bi od osobite važnosti odrediti sloj, u kojem se pojavljuju jaja I. stadija, jer bismo se na taj način ujedno i približili poznavanju dubine, u kojoj je mriješti srdela.

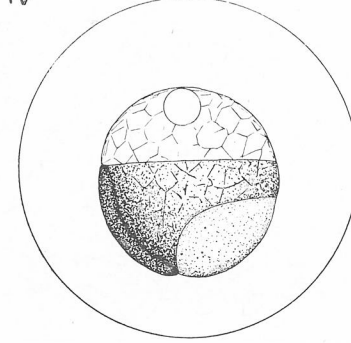
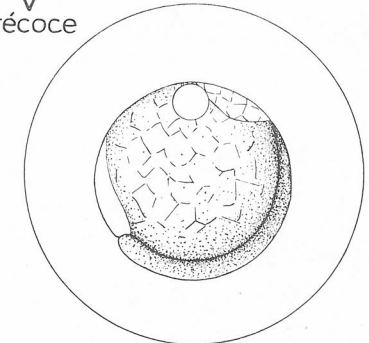
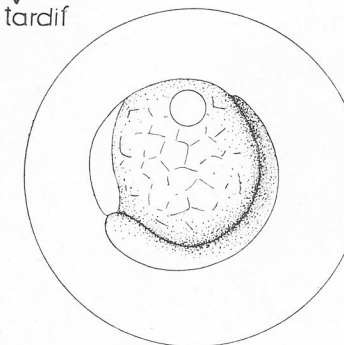
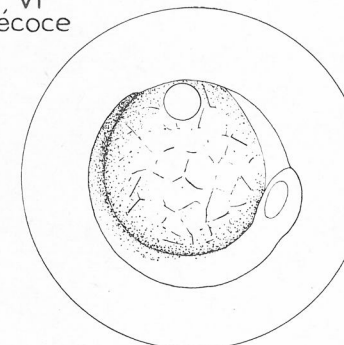
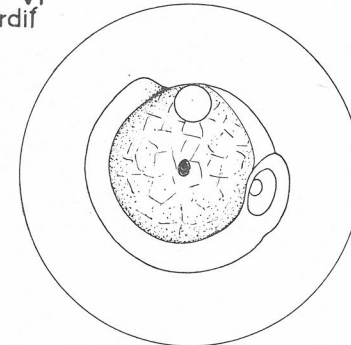
I

II A
précoceII A
tardifII B
précoceII B
tardif

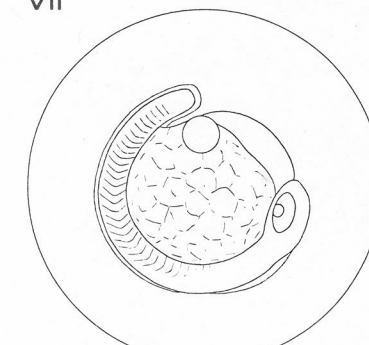
III



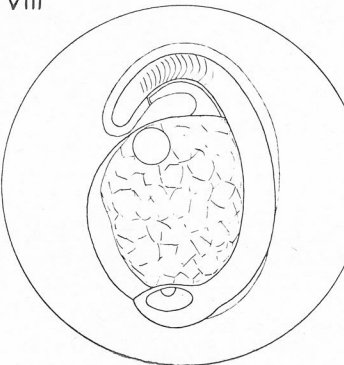
IV

V
précoceV
tardifVI
précoceVI
tardif

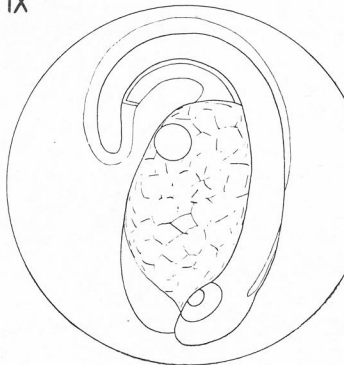
VII



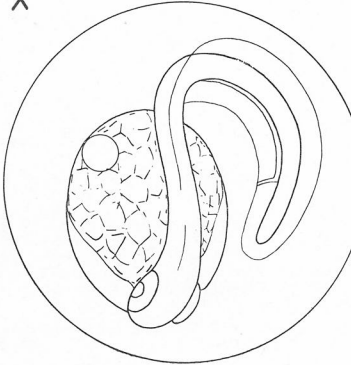
VIII



IX



X



XI

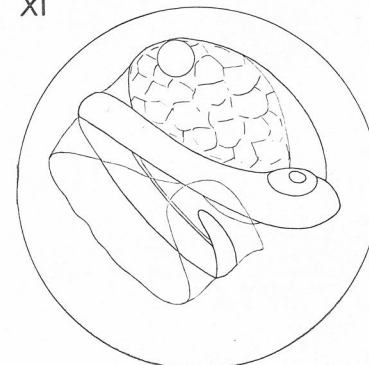


Fig. 4. Les stades de développement de l'oeuf de sardine.