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

INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO U SPLITU
FNR JUGOSLAVIJA

Vol. IV. No. 13.

REMARQUES SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA CROISSANCE DES OTOLITHES DE LA SARDINE (*CLUPEA PILCHARDUS* WALB.)

R. Mužinić

SPLIT 1952

REMARQUES SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA CROISSANCE DES OTOLITHES DE LA SARDINE *(CLUPEA PILCHARDUS* WALB.)

par

Radosna Mužinić

(Institut d'océanographie et de pêche, Split)

INTRODUCTION

La possibilité de déterminer l'âge des Téléostéens, en se servant de la structure des pièces squelettiques, est connue depuis longtemps. Cependant, la *sagitta,* le plus grand des trois otolithes, situés des deux côtés dans le labyrinthe des Téléostéens, fut utilisée à cette fin, pour la première fois, en 1889, dans le travail de Reibisch sur l'espèce *Pleuronectes platessa.* Les deux autres otolithes, l'*asteriscus* et le *lapillus,* trop petits, n'entrent pas en ligne de compte dans le calcul de l'âge des poissons. Par conséquent, sous le nom d'otolithe dans la biologie des poissons on entend la *sagitta.* Fryd (1901) fut le premier à faire remarquer la possibilité de l'utiliser dans l'évaluation de l'âge d'une espèce de Clupéidés: le Hareng.

La détermination de l'âge de la Sardine *(Clupea pilchardus* Walb.) au moyen des otolithes a été effectuée, en tout, quelques fois seulement. Jenkins (1902) a débuté dans cette étude, fournissant en même temps les premières données sur l'âge de cette Clupe. Cet auteur a analysé les otolithes de vingt individus âgés de quatre ans, provenant de la côte sud-ouest de l'Angleterre. Steuer (1908) a remarqué sur les écailles et les otolithes de Sardines de l'Adriatique des zones d'accroissement qu'il a considérées comme devant pouvoir fournir des indications sur l'âge de cette espèce. Fage (1913) dans son mémoire sur la croissance et l'âge de la Sardine, surtout de la Sardine méditerranéenne s'est aussi arrêté à l'étude des otolithes. Il fut, en tout cas, le premier et le seul à faire constater l'inégalité dans la durée de la période initiale de croissance se manifestant sur les otolithes de ce Clupéidé. Mais c'est S. Mužinić (1936) qui seul a donné aux otolithes une application extensive dans la détermination de l'âge de la Sardine. Ses données sur l'âge reposent principalement sur l'examen de ces pièces squelettiques.

Certaines difficultés s'étant présentées au cours de notre enquête sur la détermination de l'âge de la Sardine de l'Adriatique, nous avons dû étudier en détail les otolithes de ce poisson. Les remarques faites en cours

de travail sont exposées ci-dessous avec le désir de les voir complétées par les observations portant sur d'autres parties de la zone d'extension de ce Clupéidé.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les exemplaires dont les otolithes sont analysés dans cette étude proviennent de la côte orientale de l'Adriatique, et, pour la plupart, de la Dalmatie moyenne. Ils ont été capturés de 1946 à 1951 et, en majorité, pendant la saison de pêche à la Sardine.

Pour retirer les otolithes, on incisait le crâne dans sa partie dorsale un peu en avant du niveau de la ligne passant entre l'opercule et le praeopercule. D'un crâne ouvert par ce procédé on pouvait facilement extraire les otolithes à la pince. Ils étaient ensuite enfermés avec des écailles dans des enveloppes transparentes étiquetées.

Les otolithes baignant dans le xylol sur un porte-objet, creusé en son centre, étaient examinés au microscope, en lumière réfléchie. La supression du miroir et la fermeture du diaphragme rendaient superflu l'emploi du fond noir sur lequel on examine d'ordinaire les otolithes en lumière réfléchie. Ce procédé nous a paru plus simple, d'autant plus qu'il fallait parfois regarder l'otolithe et en lumière directe. Les mensurations de la longueur des otolithes s'effectuaient en lumière directe à l'aide du micromètre oculaire.

FORME, COMPOSITION ET STRUCTURE DES OTOLITHES

Jenkins (1902) a fait le premier la description de la *sagitta* de la Sardine. Il a remarqué que la *sagitta* de ce poisson reproduit, en tous points, celle des Clupéidés. Bien que S. Mužinić (1936) nous ait laissé une description détaillée de l'otolithe de cette espèce, nous devons nous y arrêter aussi.

L'otolithe apparaît comme légèrement infléchi, sa partie convexe étant tournée vers le cerveau. Sur cette partie, dans le sens de la longueur, s'étend le *sulcus acusticus,* terminé à son extrémité antérieure par l'*excisura.* Celle-ci sépare le *rostrum,* long et disposé ventralement, de l'*antirostrum,* court et situé dorsalement. Le *sulcus acusticus* est bordé par des *crista.* La *crista* supérieure présente une dépression. Sur la partie concave de l'otolithe, dans son centre de formation, se trouve un enfoncement. Les bords de l'otolithe sont dentelés, spécialement le bord ventral dont les dents sont les plus nombreuses et les plus profondes.

L'otolithe de la Sardine ressemble beaucoup à celui du Hareng, comme l'a fait déjà d'ailleurs remarquer Jenkins. Parlant de l'otolithe de la Sardine, cet auteur s'exprime ainsi: »Der ventrale Fortsatz (Rostrum) ist jedoch schmäler und länger ausgezogen als beim Hering, und dieses Merkmal unterscheidet den Otolithen deutlich von dem des Herings«. Au cours de nos recherches personnelles, un grand nombre d'otolithes de Sardine a été examiné et on a pu observer que le rapport entre la longueur du rostre et la longueur de l'otolithe est sujet à variations, ce qui est valable également pour le rapport entre la largeur du rostre et celle de l'otolithe. C'est pourquoi il ne semble donc pas qu'on puisse s'appuyer en toute sécurité sur la longueur et la largeur du rostre pour distinguer les otolithes de la Sardine de ceux du Hareng. Mais une autre différence pourrait, dans une certaine mesure, nous servir de point de repère. En effet, chez le Hareng, le *sulcus acusticus* se termine, à son extrémité postérieure, par une excisure que Lissner (1925) a désignée par le terme d'*excisura minor* pour la distinguer de l'*excisura maior* qui sépare le *rostrum* de l'*antirostrum*. D'après cet auteur l'*excisura minor* est de règle chez le Hareng. Elle est, justement, classiquement accentuée sur toutes les figures des otolithes du Hareng présentées par Jenkins. Au cours de nos investigations, nous avons pu constater que l'otolithe de la Sardine ne portait pas d'ordinaire d'*excisura minor* et que rarement le *sulcus acusticus* se terminait à son extrémité postérieure par une excisure typique. Quelquefois une gouttière peu profonde reliait le *sulcus acusticus* à la périphérie de l'otolithe et, dans ce cas, l'excisure — si elle existait — était d'ordinaire peu accentuée.

La composition chimique et la structure profonde de l'otolithe n'ont pas été étudiées. Nous supposons qu'à ce point de vue, ce qui a été démontré par Lissner, pour le Hareng, et par Immermann (1908), pour le *Pleuronectes platessa,* est également valable pour la Sardine. Ces auteurs ont établi que l'otolithe est constitué par une masse organique fondamentale, caractérisée par une structure filamenteuse, et par du carbonate de calcium qui s'y incorpore sous forme de fines aiguilles. Ils considèrent que ces deux composantes sont soumises à certaines modifications périodiques.

Les otolithes de la Sardine, comme d'ailleurs ceux de tous les Téléostéens, présentent une structure zonale. On y peut observer l'alternance régulière de deux formations différentes, des zones opaques, qui vues en lumière réfléchie, apparaissent blanches, et des zones hyalines. Sur les modifications périodiques de la structure, consécutives à la périodicité de la croissance des poissons, repose la possibilité d'évaluation de leur âge,

par l'examen de ces formations osseuses, comme c'est le cas également pour d'autres pièces squelettiques.

Nous devons rappeler, que, dans la détermination de l'âge de la Sardine, il arrive parfois de rencontrer des otolithes ne présentant pas la structure zonale normale. Ils sont alors presque entièrement hyalins mais on peut y déceler ordinairement la trace de la structure zonale. Les sillons sur leurs bords sont plus profonds et plus larges, et le tout donne une impression de fragilité. Ces otolithes ne peuvent servir pour l'évaluation de l'âge. Dans quelques cas seulement nous avons constaté que les deux otolithes étaient défectueux. On peut en rencontrer quelquefois qui ne le sont que partiellement.

Fig. 1. — Otolithe d'une Sardine de 61 mm capturée le 4 mai 1951. Longueur de l'otolithe 0.82 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 2. — Otolithe d'une Sardine de 61 mm capturée le 21 mars 1946. Longueur de l'otolithe 1.33 mm. (Grossissement x 25).

Au cours de nos recherches sur la Sardine, nous nous sommes efforcés de suivre le développement de l'otolithe, mais dès le début nous nous sommes heurtés à certaines difficultés. Nous avons pu observer chez des individus de même taille des otolithes de forme, de structure et de dimensions différentes, ce qui peut être démontré par l'exemple de deux poissons de 61 mm. L'un des deux, capturé dans la baie de Kaštela, le 4 mai 1951, était porteur d'un otolithe représenté sur la figure 1. Comme nous le voyons, il n'a pas encore revêtu sa forme définitive. Le rostre et l'excisure sont indiqués. Sur cet otolithe, en peut distinguer le centre hyalin et une zone opaque. Il est bordé par une zone hyaline très étroite. Sa longueur est de 0.82 mm.

L'autre exemplaire, capturé au même endroit, le 21 mars 1946, avait un otolithe (fig. 2) déjà définitivement formé. On y peut voir le centre hyalin, une zone opaque étroite, une assez large zone hyaline suivie d'une zone opaque et, enfin, une zone hyaline étroite, frangée d'un bord opaque. Il mesure 1.33 mm.

Il ressort donc de cette comparaison que les différences de forme, de structure et de taille entre les deux otolithes décrits sont très sensibles. Ces différences pourront être expliquées

par les relations établies, à ce point de vue, pour un lot de jeunes sardines prises dans la baie de Kaštela, le 21 mars 1946. Dans ce lot on pouvait, à première vue, distinguer d'après leur taille, deux groupes d'individus. Les mensurations de la longueur totale ont donné pour les poissons plus petits jusqu'à 50 mm et pour les plus grands 61 mm et au-dessus. Entre ces deux limites de longueur on n'a trouvé aucun individu.

L'examen des otolithes nous a permis de constater entre les deux groupes de poissons des différences très accentuées quant à la forme, la structure et les dimensions de ces pièces squelettiques. C'est ainsi, par exemple, que l'otolithe d'un poisson de 50 mm (fig. 3) se présente comme une formation arrondie au rostre à peine indiqué; on y discerne le centre hyalin, une zone opaque et une zone périphérique hyaline extrêmement étroite. La longueur de l'otolithe est de 0.64 mm. Cet otolithe est tout à fait semblable à tous les otolithes des exemplaires faisant partie du groupe des poissons plus petits.

Fig. 3. — Otolithe d'une Sardine de 50 mm capturée le 21 mars 1946. Longueur de l'otolithe 0.64 mm. (Grossissement x 25).

Les otolithes des individus dont la longueur variait de 61 à 81 mm présentent une tout autre structure. Celui d'un des exemplaires de 61 mm a été décrit plus haut (fig. 2). L'otolithe de l'autre poisson de 61 mm est représenté sur la figure 4, et, comme nous pouvons le constater, a déjà revêtu sa forme définitive. On y peut voir le centre hyalin entouré d'une étroite zone opaque. A celle-ci succèdent quelques anneaux hyalins alternant avec des zones légèrement opaques. Ce système des zones donne l'impression d'une large zone hyaline unique. Le bord de l'otolithe est hyalin mais commence déjà à devenir opaque. L'otolithe mesure 1.33 mm et il est donc deux fois plus long que celui de l'exemplaire de 50 mm.

Fig. 4. — Otolithe d'une Sardine de 61 mm capturée le 21 mars 1946. Longueur de l'otolithe 1.33 mm. (Grossissement x 25).

Les otolithes des autres individus de ce groupe ressemblent à peu près à ceux des deux exemplaires de 61 mm. La majorité est constituée par un centre hyalin bordé d'une zone opaque étroite, puis par un anneau hyalin assez

large, par une zone opaque entourée d'une zone hyaline étroite, encerclée d'un anneau opaque.

Par contre, sur les otolithes de la minorité de ces poissons, on distingue autour de la zone opaque étroite, entourant le centre hyalin, quelques zones hyalines et des zones d'une faible opacité. Le système de ces anneaux donne souvent l'impression d'une large zone hyaline unique. Le bord de l'otolique est hyalin, mais on peut déjà y déceler un début d'opacité.

Nous avons rarement rencontré, succédant à la zone opaque, entourant le centre, trois zones hyalines étroites bien caractérisées, deux zones opaques plus larges, et, au bord, l'ébauche d'une nouvelle zone opaque. C'est le cas, par exemple, pour l'otolithe d'un individu de 75 mm (fig. 5).

Fig. 5. — Otolithe d'une Sardine de 75 mm capturée le 21 mars 1946. Longueur de l'otolithe 1.50 mm. (Grossissement x 25).

La zone entourant le centre hyalin est parfois d'une très faible opacité.

La longueur totale des individus de taille plus grande, faisant partie du lot étudié, prouve bien que nous n'avons pas eu affaire à des poissons âgés de plusieurs années, comme aurait pu le faire supposer la structure de leurs otolithes. Il est aussi peu probable qu'ils puissent être du même âge que les individus appartenant au groupe d'exemplaires de plus petite taille du même lot, c'est-à-dire au groupe 0, bien que la différence de longueur totale entre ces deux groupes de poissons soit minime. Les divergences notables dans la forme, la structure et la taille des otolithes entre les deux groupes de poissons, d'une part, et la faible marge entre les variantes extrêmes de longueur des deux groupes, d'autre part, incitent à conclure que les individus plus petits provenaient des pontes précoces (automnales) de 1945-1946, et les plus grands des pontes très tardives (printanières) de 1944-1945. Leur différence d'âge serait donc égale à l'intervalle de temps révolu entre la fin d'une saison de ponte et le début de la saison suivante. Il est nécessaire de rappeler ici que G a m u l i n (1948) dans ses recherches sur la quantité d'oeufs de Sardine dans le plancton en a trouvé le plus grand nombre pendant les mois d'automne et d'hiver. De même aussi, cet auteur a constaté la présence d'un nombre important d'oeufs dans le plancton au début du printemps.

Le fait que la différence de longueur totale entre les variantes extrêmes des groupes mentionnés est minime (11 mm) peut être expliqué par la longue durée de la période de ponte de la Sardine. C'est pourquoi aussi, l'amplitude de variation de la longueur chez les individus issus d'une même saison de ponte peut être très large.

Il est, en tous cas, significatif de constater que la différence de longueur des otolithes entre les deux groupes étudiés n'est pas proportionnée à la différence de longueur totale des individus. Comment alors expliquer cette disproportion? Est-ce qu'on doit supposer que les otolithes des exemplaires des pontes tardives poursuivent leur croissance même après l'arrêt, ou le ralentissement de croissance des poissons? Peut-être aussi, les otolithes des individus provenant des pontes tardives croissent-ils plus vite que ceux des poissons des pontes précoces, par rapport, naturellement, à la longueur totale des individus.

Il faudrait pour résoudre ce problème examiner les otolithes des individus provenant des pontes tardives à la fin de l'été ou en automne. Le lot des Bouches de Kotor du 2 août 1946, était composé de sardines de 56 mm et au-dessus, chez lesquelles les otolithes étaient grands par comparaison avec la taille des individus. La relation établie entre la longueur des otolithes et la longueur totale des poissons était tout à fait semblable à celle qui avait été notée chez les exemplaires de 61 mm et au-dessus, capturés le 21 mars 1946 dans la baie de Kaštela. Il nous resterait donc à conclure que cette relation reste inchangée durant l'automne et l'hiver, et que, par conséquent, seule la seconde possibilité pourrait expliquer la différence dans le rapport entre la longueur de l'otolithe et la longueur totale du poisson, entre les sardines des pontes précoces et celles des pontes tardives, c'est-à-dire, l'hypothèse d'une croissance plus intensive des otolithes chez les individus provenant des pontes tardives, par rapport à la croissance du sujet.

A en juger par les données que nous venons d'exposer sur la forme des otolithes, il est permis de pressentir que les otolithes des individus issus des pontes tardives aboutiront à leur forme définitive plus tôt que ceux des poissons provenant des pontes précoces, hypothèse qui sera encore affermie par ce que nous allons exposer plus loin.

On doit se demander comment peut être expliquée la différence dans la structure des otolithes entre les individus des pontes précoces et ceux des pontes tardives. Tout ce que l'on peut dire à ce sujet c'est que la fin de la croissance larvaire des poissons provenant des pontes précoces coïncide à peu près avec le début de la phase de croissance active de la Sardine, et qu'ils seront donc en état de poursuivre leur croissance intensive. Au contraire, les exemplaires issus des pontes tardives se trouveront, à ce point

de vue, dans des conditions beaucoup plus défavorables: la fin de leur croissance larvaire coïncidant, approximativement, avec la date d'apparition du repos hivernal. Il est très possible que la différence dans la structure des otolithes entre les poissons provenant des oeufs précoces et ceux issus des oeufs tardifs soit déterminée par l'époque de l'année, pendant laquelle a eu lieu l'éclosion, c'est-à-dire par les conditions caractérisant la saison correspondante.

De toutes façons, étant données les divergences de structure des otolithes de Sardines , on peut distinguer dans les lots les individus provenant des pontes précoces de ceux issus des pontes tardives, de la même façon qu'il est possible de le faire en utilisant l'aspect des écailles. F a g e (1913) avait déjà constaté dans un lot de poissons provenant de la côte de Nice, une différence sensible entre les individus du printemps 1910 et ceux de l'automne de la même année. Les écailles des premiers présentaient au moment de la capture, en décembre 1912, les traces de l'action de deux hivers (1910 et 1911) et une troisième période de croissance achevée. Les écailles des seconds portaient les traces d'un hiver (1911) et la deuxième période de croissance achevée. Par conséquent, les écailles des individus issus des pontes printanières avaient un anneau hivernal de plus que les individus provenant des pontes de l'automne de la même année, bien que ces poissons n'eussent effectivement entre eux que quelques mois de différence. En outre, les figures illustrant cet exemple nous montrent une différence dans la largeur de la première zone de croissance entre les poissons des pontes de printemps et ceux des pontes d'automne. Les premiers présentaient, en effet, une étroite zone de croissance par comparaison aux autres chez lesquels elle était grande. F a g e a aussi remarqué, à ce point de vue, une différence sur les écailles et les otolithes des sardines de Concarneau. L'auteur présente deux figures d'otolithes des poissons de cette localité. Tandis que chez les individus nés des pontes précoces, la première zone de croissance sur les otolithes est large, elle est, par contre, très étroite chez ceux qui sont issus des oeufs tardifs. Ce que nous venons de rappeler est la seule allusion que nous ayons trouvée dans la littérature, aux différences entre les otolithes des sardines précoces et ceux des sardines tardives.

Au cours de notre travail, la nécessité de suivre séparément le développement des otolithes des individus précoces et celui des otolithes des exemplaires tardifs, s'est absolument imposée et nous allons commencer par les premiers.

La figure 6 représente l'otolithe d'une sardine de 44 mm, capturée dans la baie de Kaštela, le 29 avril 1947. Il apparaît comme une formation arrondie rappelant très peu par son aspect un otolithe de la Sardine

Fig. 6. — Otolithe d'une Sardine de 44 mm capturée le 29 avril 1947. Longueur de l'otolithe 0.69 mm. (Grossissement x 25).

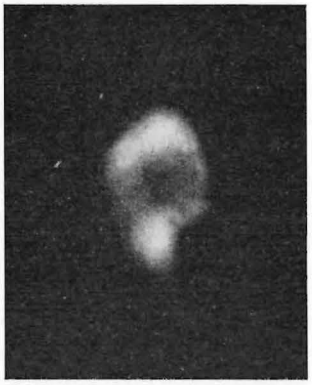

Fig. 7. — Otolithe d'une Sardine de 61 mm capturée le 29 avril 1947. Longueur de l'otolithe 0.92 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 8. — Otolithe d'une Sardine de 79 mm capturée le 29 avril 1947. Longueur de l'otolithe 1.11 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 9. — Otolithe d'une Sardine de 96 mm capturée le 2 juillet 1946. Longueur de l'otolithe 1.54 mm. (Grossissement x 25).

définitivement formé. A son extrémité antérieure, se trouve l'ébauche du rostre et de l'excisure. On y peut observer le centre hyalin entouré d'une zone opaque suivie d'une bordure hyaline étroite. La longueur de cet otolithe est de 0.69 mm.

L'otolithe d'un poisson de 61 mm provenant du même lot (fig. 7) est, par sa structure, semblable au précédent, mais un peu plus grand — 0.92 mm — et son rostre est plus accentué.

La forme de l'otolithe d'un individu mesurant 79 mm, appartenant au même lot, (fig. 8) se rapproche déjà de la forme définitive de l'otolithe de la Sardine. Sa longueur est de 1.11 mm.

L'individu de 96 mm, pris le 2 juillet 1946 dans la baie de Kaštela, avait un otolithe définitivement formé (fig. 9), présentant le centre hyalin, une large zone opaque, et, au bord, une zone hyaline. Au sein de la zone opaque on peut discerner une zone hyaline discontinue, faiblement accentuée qui ne représente pas la période d'arrêt, ou de ralentissement de croissance. Pour cette raison, ce sujet appartient au groupe 0 comme ceux mentionnés précédemment. Son otolithe mesure 1.54 mm. Les poissons mesurant les longueurs indiquées peuvent se rencontrer un peu plus tôt que ce ne fut le cas pour les exemplaires choisis.

L'otolithe du poisson de 120 mm, capturé, le 20 septembre 1946, dans la baie de Kaštela, est, en tous points, semblable au précédent, mais plus grand — 1.98 mm — et il est bordé d'une plus large zone hyaline (fig. 10). Au sein de la large zone opaque on peut distinguer plusieurs anneaux hyalins discontinus et peu accentués; chez certains otolithes ils sont plus nets, bien qu'ils ne signifient pas des arrêts, ou des ralentissements de croissance. Dans des cas semblables on peut rencontrer une unique zone hyaline étroite ou une zone plus large d'une opacité faible.

Sur l'otolithe de l'individu de 133 mm, pêché le 5 juillet 1948, dans la baie de Kaštela (fig. 11) nous pouvons reconnaître le centre hyalin, une zone opaque large, coupée de zones hyalines peu accentuées, à laquelle succède une zone hyaline très nette, puis une zone opaque. Cette dernière est l'indice d'une reprise de croissance en 1948. Cet exemplaire faisait partie du groupe I, puisqu'il se trouvait dans la deuxième période de sa croissance et provenait donc de la saison de ponte 1946-1947. Son otolithe mesure 2.14 mm.

L'otolithe de l'exemplaire de 148 mm, capturé au même endroit, le 23 mai 1950 (fig. 12) présente deux zones opaques et deux zones hyalines. Le bord hyalin commence à devenir opaque. Cette sardine faisait donc partie du groupe II et provenait de la saison de ponte 1947-1948. La longueur de l'otolithe est de 2.49 mm.

Il nous reste à examiner les otolithes des individus provenant des pontes tardives. L'otolithe du poisson mesurant 56 mm, capturé le 2 août 1946 dans les Bouches de Kotor, a revêtu sa forme définitive (fig. 13). On y discerne le centre hyalin, une zone opaque relativement étroite dont la partie périphérique est d'une faible opacité. Celle-ci est bordée par une large zone marginale hyaline. Cet otolithe mesure 1.16 mm. L'individu auquel il a appartenu est issu d'une ponte tardive de la saison 1945-1946 et fait partie du groupe 0.

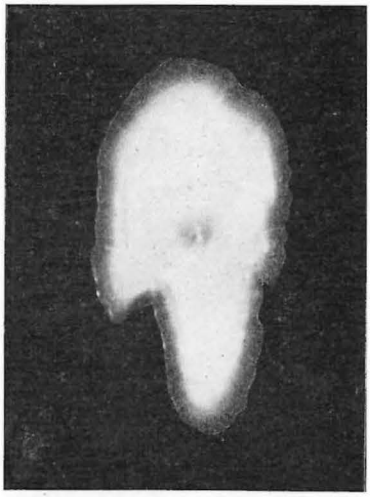

Fig. 10. — Otolithe d'une Sardine de 120 mm capturée le 20 septembre 1946. Longueur de l'otolithe 1.98 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 12. — Otolithe d'une Sardine de 148 mm capturée le 23 mai 1950. Longueur de l'otolithe 2.49 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 11. — Otolithe d'une Sardine de 133 mm capturée le 5 juillet 1948. Longueur de l'otolithe 2.14 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 13. — Otolithe d'une Sardine de 56 mm capturée le 2 août 1946. Longueur de l'otolithe 1.16 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 14. — Otolithe d'une Sardine de 70 mm capturée le 21 mars 1946. Longueur de l'otolithe 1.41 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 15. — Otolithe d'une Sardine de 79 mm capturée le 21 mars 1946. Longueur de l'otolithe 1.54 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 16. — Otolithe d'une Sardine de 101 mm capturée le 27 février 1946. Longueur de l'otolithe 1.72 mm. (Grossissement x 25).

L'otolithe de l'exemplaire de 70 mm, pêché le 21 mars 1946, dans la baie de Kaštela (fig. 14) présente une forme définitive et porte, succédant à la zone opaque étroite entourant le centre hyalin, quatre anneaux hyalins étroits et trois zones opaques plus larges, surtout la dernière. Au bord, on distingue un début de formation d'une nouvelle zone opaque. Sa longueur est 1.41 mm.

La sardine de 79 mm, provenant de la même capture, avait des otolithes semblables à ceux de la précédente (fig. 15) mais un peu plus grands — 1.54 mm. Ces deux derniers exemplaires sont issus d'oeufs tardifs de la saison de ponte 1944-1945. Comme chez ceux-ci on reconnaît une reprise de croissance, on peut admettre, en procédant par analogie avec la définition de l'âge des individus issus d'oeufs précoces, qu'ils font partie du groupe I.

Chez l'individu de 101 mm, capturé le 27 février 1946, dans la baie de Kaštela, nous trouvons un otolithe tout à fait différent de celui de l'individu précédent (fig. 16). A une zone opaque étroite, bordant le centre

Fig. 17. — Otolithe d'une Sardine de 118 mm capturée de 27 février 1946. Longueur de l'otolithe 1.97 mm. (Grossissement x 25).

Fig. 18. — Otolithe d'une Sardine de 131 mm capturée le 28 mai 1946. Longueur de l'otolithe 2.06 mm. (Grossissement x 25).

hyalin, succèdent trois anneaux hyalins, alternant avec deux zones opaques, puis une large zone opaque et un anneau hyalin à la périphérie. Ce poisson provient d'une ponte tardive de la saison 1943-1944. La large zone opaque révèle une période de croissance intensive en 1945. La nouvelle pousse est à peine indiquée par un début d'opacité de la zone marginale hyaline. Cet otolithe mesure 1.72 mm.

L'otolithe de la sardine de 118 mm, faisant partie du même lot, est très semblable au précédent (fig. 17). Il mesure 1.97 mm.

L'individu de 131 mm, pêché le 28 mai 1946, dans la baie de Kaštela, était porteur d'un otolithe semblable au précédent (fig. 18) sauf sur son bord où l'on peut distinguer une nouvelle zone opaque. Cet exemplaire est issu d'une ponte tardive de la saison 1943-1944 et appartient donc au groupe II. La longueur de l'otolithe est de 2.06 mm.

L'otolithe du poisson de 148 mm, capturé au chalut dans le canal de Hvar, le 22 décembre 1951 (fig. 19) présente, succèdant à une très large zone opaque deux anneaux hyalins et une zone opaque. Cet exemplaire provient d'un oeuf tardif de la saison 1948-1949. La large zone opaque

décèle une croissance très active en 1950. Cet individu était sur le point de faire partie du groupe III. La longueur de l'otolithe est de 2.38 mm.

Une comparaison entre les otolithes des individus issus des pontes précoces et ceux des pontes tardives nous permet de constater que les premiers sont caractérisés par une large zone opaque autour du centre hyalin. Au sein de cette zone peuvent exister quelques zones hyalines discontinues, peu nettes. Parfois on trouve une seule zone hyaline étroite. Dans certains cas, à la zone opaque succède une zone plus ou moins étroite à peine opaque. Tout cela apparaît en tous cas au cours de la première phase de croissance.

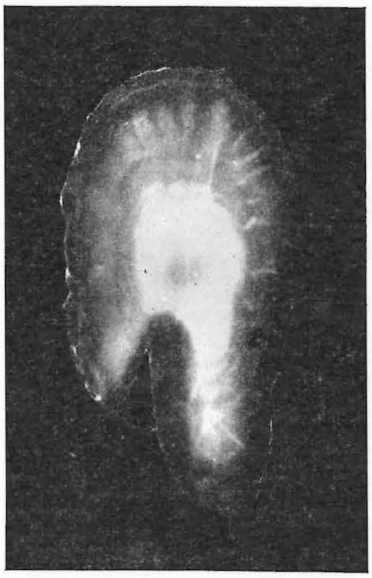

Fig. 19. — Otolithe d'une Sardine de 148 mm capturée le 22 décembre 1951. Longueur de l'otolithe 2.38 mm. (Grossissement x 25).

Les otolithes des exemplaires issus des pontes tardives sont caractérisés par un anneau opaque étroit entourant le centre hyalin. Il peut être suivi d'une assez large zone hyaline puis d'une zone opaque. Parfois même à la zone opaque peuvent succéder quelques anneaux hyalins alternant avec des zones légèrement opaques, tout l'ensemble donnant quelquefois l'impression d'une large zone hyaline unique. Il semble qu'il serait peut-être possible, en se basant sur la structure de ces pièces squelettiques, de distinguer, chez les individus tardifs deux phases de croissance: une, intensive, probablement larvaire, et l'autre, beaucoup plus ralentie, discontinue. Il n'est pas impossible que cette dernière phase coïncide partiellement ou complètement avec l'époque comprise en dehors de la période de croissance régulière de la Sardine.

Au cours de la seconde période de croissance, il se forme sur les otolithes des poissons issus des pontes précoces un anneau opaque étroit, tandis que chez ceux qui proviennent d'oeufs tardifs on observe, ordinairement, une large zone opaque décelant une croissance intensive pendant cette période. Ainsi, serait jusqu'à un certain point régularisée la croissance de ces derniers individus.

L'étude comparée des otolithes des poissons issus des pontes précoces et tardives nous montre que ces derniers revêtent plus tôt leur forme définitive. D'autre part, les otolithes des exemplaires provenant d'oeufs

Tab. I. — Données sur la longueur des otolithes des sardines provenant d'une ponte précoce de 1946-1947 (Baie de Kaštela, le 9 avril 1947)

No.	*L*	*V*	*R*
1	60	0.78	1.30
2	60	0.80	1.33
3	60	0.69	1.15
4	60	0.85	1.42
5	60	0.71	1.18
6	61	0.92	1.51
7	61	0.77	1.26
8	61	0.80	1.31
9	61	0.73	1.20
10	61	0.76	1.25
11	61	0.84	1.38
12	61	0.80	1.31
13	62	0.72	1.16
14	62	0.80	1.29
15	63	0.78	1.24
16	63	0.82	1.30
17	64	0.84	1.31
18	64	0.90	1.41
19	64	0.84	1.31

L=longueur totale du poisson en mm. V=longueur de l'otolithe en mm. R=longueur de l'otolithe exprimée en pourcentage de la longueur totale.

tardifs sont, au début, plus grands que ceux des individus issus des pontes précoces, pour une même longueur totale du poisson. C'est ainsi que l'otolithe de la sardine tardive de 61 mm (Baie de Kaštela, le 21 mars 1946) est 1,6 fois plus grand que celui de l'exemplaire précoce de même taille (Baie de Kaštela, le 4 mai 1951). L'otolithe du poisson de 79 mm, issu d'une ponte printanière (Baie de Kaštela, le 21 mars 1946), mesure la même longueur que celui de l'individu automnal de 96 mm (Baie de Kaštela, le 2 juillet 1946). Il semble donc qu'au cours de la croissance ultérieure, cette différence de taille entre les otolithes finisse par disparaître. L'otolithe de l'exemplaire de la ponte tardive mesurant 118 mm (Baie de Kaštela, le 27 février 1946) est de même taille que celui de la sardine précoce de 120 mm (Baie de Kaštela, le 20 septembre 1946).

Les données ci-dessous prouvent que la différence de taille entre les otolithes des individus provenant des pontes d'automne et ceux des

Tab. II. — Données sur la longueur des otolithes des sardines issues d'une ponte tardive de 1944-1945 (Baie de Kaštela, le 21 mars 1946)

No.	*L*	*V*	*R*
1	65	1.33	2.05
2	65	1.46	2.25
3	65	1.36	2.09
4	65	1.37	2.11
5	66	1.39	2.11
6	66	1.33	2.02
7	66	1.41	2.14
8	67	1.41	2.10
9	67	1.48	2.21
10	67	1.36	2.03
11	67	1.43	2.13
12	67	1.30	1.94
13	67	1.37	2.04
14	68	1.41	2.07
15	68	1.37	2.01
16	68	1.41	2.07
17	68	1.43	2.10
18	69	1.36	1.97
19	69	1.44	2.09
20	69	1.41	2.04
21	69	1.39	2.01
22	69	1.43	2.07
23	69	1.47	2.13
24	69	1.40	2.03

Les symboles L, V et R ont la même signification que sur le tableau I.

exemplaires issus des pontes de printemps est bien réelle. Les mensurations des otolithes ont été effectuées sur 19 exemplaires provenant d'une ponte précoce (automnale) de la saison 1946-1947 (Baie de Kaštela, le 9 avril 1947), mesurant de 60 à 64 mm inclus. Les résultats de ces mensurations sont reportés sur le tableau I. Les valeurs de longueur des otolithes *V* sont exprimées en mm. Le rapport R (dernière rubrique du tableau) est égal à 100 fois la longueur de l'otolithe divisée par la longueur totale du poisson et exprime donc la longueur de l'otolithe en pourcentage de la longueur totale. Le tableau I montre que ce rapport varie de 1.15 à 1.51, sa valeur moyenne étant de 1.30.

Tab. III. — Données sur la longueur des otolithes des sardines issues d'une ponte tardive de 1943-1944 (Baie de Kaštela, le 27 février 1946)

No.	*L*	*V*	*R*
1	115	2.07	1.80
2	115	2.01	1.75
3	116	1.92	1.66
4	116	2.07	1.78
5	116	2.06	1.78
6	116	2.05	1.77
7	117	2.03	1.74
8	117	1.90	1.62
9	117	1.84	1.57
10	118	1.84	1.56
11	118	2.02	1.71
12	119	2.14	1.80
13	119	2.04	1.71
14	119	2.06	1.73
15	119	1.93	1.62
16	120	1.97	1.64
17	120	2.10	1.75
18	120	2.01	1.68
19	121	2.06	1.70
20	121	1.93	1.60
21	123	2.06	1.67

Les symboles L, V et R ont la même signification que sur le tableau I.

Les résultats des mensurations, effectuées sur les otolithes de 24 exemplaires provenant d'une ponte tardive (printanière) de la saison 1944-1945 (Baie de Kaštela, le 21 mars 1946) et mesurant de 65 à 69 mm inclus, figurent sur le tableau II. Le rapport entre la longueur de l'otolithe et la longueur de l'échantillon est dans ce cas-ci sensiblement plus élevé. Il oscille entre 1.94 et 2.25. Sa moyenne est de 2.08.

Il semble que le rapport entre la longueur des otolithes et la longueur des individus issus des pontes tardives subisse au cours de leur croissance ultérieure un certain changement. Le tableau III renferme les données sur la longueur des otolithes de 21 individus tardifs de la saison 1943-1944 (Baie de Kaštela, le 27 février 1946), mesurant de 115 à 123 mm. Chez ceux-ci le rapport entre la longueur des otolithes et la longueur des exem-

plaires varie de 1.56 à 1.80, sa moyenne étant de 1.70. Il en résulte donc un ralentissement dans la croissance des otolithes chez les individus issus des pontes tardives, qui était plus rapide au début que celle des poissons provenant d'oeufs précoces, par rapport à la croissance de l'individu.

Les otolithes des sardines tardives ont une apparence plus mince et plus fragile que ceux des individus des pontes précoces. Les sillons marginaux semblent chez eux plus nombreux et plus profonds. Il est même souvent possible de les distinguer à l'oeil nu.

Les deux sortes d'otolithes se rencontrent chez des poissons provenant des mêmes lots. Entre eux on trouve des formes transitoires qui, ajoutées aux formes extrêmes, constituent une diversité qui rend difficile le calcul de l'âge de la Sardine.

CONCLUSIONS

Les recherches sur le développement et la croissance de la Sardine ont donné les résultats suivants:

1. Les otolithes des tout jeunes exemplaires peuvent, pour une même longueur totale du poisson, présenter une forme, une taille et une structure différentes. On impute ces divergences à l'action de l'époque pendant laquelle a lieu d'éclosion, c'est-à-dire aux conditions qui règnent pendant les saisons correspondantes.
2. Les otolithes des exemplaires issus des pontes tardives (printanières) atteignent plus tôt leur forme définitive que ceux des poissons provenant des pontes précoces (automnales).
3. Les otolithes des individus des pontes tardives sont, au début, considérablement plus grands que ceux des exemplaires provenant des pontes précoces pour une même longueur totale. Il semble que la croissance des otolithes des exemplaires tardifs subisse plus tard un ralentissement par rapport à la croissance des individus.
4. Les otolithes des sardines précoces sont caractérisés par une large zone opaque autour du centre hyalin. Leur périphérie peut être d'une faible opacité. On discerne parfois, au sein de la zone opaque, un ou plusieurs anneaux hyalins faiblement accentués. Tout ceci se produit au cours de la première période de croissance.

   Les otolithes des sardines tardives sont caractérisés par une zone opaque étroite autour du centre hyalin. Peuvent lui succéder une zone hyaline assez large et une zone opaque. Ou alors, autour de la zone opaque se forment plusieurs anneaux hyalins alternant avec des zones

d'une faible opacité. Ce système des anneaux donne souvent l'impression d'une large zone hyaline unique. Il est possible que certaines de ces formations se constituent en dehors de la période régulière de croissance de la Sardine.

Dans la deuxième période de croissance apparaît sur l'otolithe des poissons issus des pontes automnales une zone opaque étroite. Chez les exemplaires des pontes printanières, elle est, d'ordinaire, large, indiquant ainsi une pousse très active au cours de cette période, ce qui contribue, dans une certaine mesure, à la régularisation de la croissance de ces poissons.

5. Les otolithes des individus provenant des pontes précoces semblent plus minces et plus fragiles que ceux que nous rencontrons chez les sardines tardives. On peut trouver ces deux espèces d'otolithes chez des exemplaires d'un même lot. Entre eux existent des formes de transition.

BIBLIOGRAPHIE

Fage, L. 1913. Recherches sur la biologie de la sardine (*Clupea pilchardus* Walb.). I. Premières remarques sur la croissance et l'âge des individus, principalement en Méditerranée. Arch. de Zoologie expér. et gén. Paris.

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.

Immermann, F. 1908. Beiträge zur Altersbestimmung der Fiche. II. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. VIII. Abt. Helgoland. Kiel und Leipzig.

Jenkins, J. F. 1902. Altersbestimmung durch Otolithen bei Clupeiden. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. VI. Abt. Kiel. Kiel und Leipzig.

Lissner, H. 1925. Die Altersbestimmung beim Hering mit Hilfe der Otolithen. Ber. d. deutsch. wiss. Komm. N. F. Bd. I. Berlin.

Maier, N. H. 1908. Beiträge zur Altersbestimmung der Fische. I. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. VIII. Abt. Kiel. Kiel und Leipzig.

Mužinić, S. 1936. Ekološka ispitivanja na jadranskoj srdeli (*Clupea pilchardus* Walb.). Beograd.

Reibisch, J. 1899. Über die Eizahl bei *Pleuronectes platessa* und der Altersbestimmung dieser Form aus d. Otolithen. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. IV. Abt. Kiel. Kiel und Leipzig. (in Lissner 1925).

Steuer, A. 1908. Materialen zu einer Naturgechichte der adriatischen Sardine. Österreichische Fischereizeitung, Jahrg. V. (in Fage 1913).

ZAPAŽANJA O RAZVOJU I RASTENJU OTOLITA SRDELE (*CLUPEA PILCHARDUS* WALB.)

Radosna Mužinić
(Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split)

Kratak sadržaj

Izvršena su ispitivanja razvoja i rastenja otolita srdele s istočne obale Jadrana. Primjerci, kojih su otoliti ovdje analizirani, potječu iz materijala, koji je sabran u godinama 1946-1951, i to najvećim dijelom kroz sezonu lova ovog klupeida.

Za vrijeme ispitivanja razvoja i rastenja otolita srdele zapazilo se, da otoliti sasvim mladih primjeraka mogu kod iste dužine ribe imati različit oblik, veličinu i građu. Pretpostavljamo, da te razlike uvjetuje različito doba godine, u koje su se ribe izvalile, t. j. uvjeti, koji su za odgovarajuće doba godine karakteristični.

Otoliti primjeraka iz kasnog mriješćenja dostižu ranije svoj definitivni oblik, nego oni riba iz ranog mriješćenja.

Otoliti srdela iz kasnog mriješćenja znatno su veći u početku od otolita individua iz ranog mriješćenja kod iste totalne dužine. Međutim, izgleda, da se rastenje otolita primjeraka iz kasnog mriješćenja u odnosu na rastenje ribe kasnije usporava.

Na otolitima primjeraka iz ranog mriješćenja formira se oko hijalinog centra u prvom periodu rastenja široka opaka zona. Završni dio ove znade biti slabo opak. Ponekad pak u opakoj zoni ima jedna ili više slabo izraženih hijalinih zona.

Za otolite srdela iz kasnog mriješćenja značajna je uska opaka zona oko hijalinog centra. Iza nje može biti jedna dosta široka hijalina zona, a zatim jedna opaka. U drugim slučajevima iza uske opake zone slijedi par hijalinih zona, koje se izmjenjuju sa slabo opakim. Sistem tih zona često ostavlja utisak jedne jedine široke hijaline zone. Ne isključuje se mogućnost, da nešto od ovoga postaje i izvan redovitog perioda rastenja srdele.

U drugom periodu rastenja formira se na otolitima riba iz ranog mriješćenja relativno uska opaka zona. Naprotiv, kod srdela iz kasnog mriješćenja ta je zona znatno šira i ona ukazuje na intenzivno rastenje tih primjeraka u drugom periodu rastenja. Na taj način njihovo se rastenje donekle regularizira.

Otoliti srdela iz kasnog mriješćenja fragilniji su od onih, koji se susreću kod individua iz ranog mriješćenja. Obje vrste otolita dolaze kod primjeraka istih lovina. Između njih ima prelaznih oblika.