

GONADOGENESE CHEZ LE SAR *Diplodus vulgaris* PEUPLANT LE GOLFE D'ANNABA

S. LECHEKHAB ET A. B. DJEBAR

Labo. d'Ecologie des Milieux Marins et Littoraux (E.M.M.A.L.).

Département des sciences de la mer.

Université Badji Mokhtar - Annaba.

RESUME

Le Sar *Diplodus vulgaris* (GEOFFROY SAINT – HILAIRE, 1817) [1] té1éostéen marin commun du littoral de Annaba, appartient à la famille des Sparidae. Il ne présente pas de dimorphisme sexuel, seule l'étude microscopique des gonades permet la distinction entre mâles et femelles. Cette espèce locale se caractérise par un hermaphrodisme protérandrique rudimentaire non équilibré.

L'analyse microscopique des gonades pratiquée sur 240 poissons a permis d'étudier l'évolution des cellulæ sexuelles. Nos résultats montrent que la différenciation sexuelle des gonades suit un processus cellulaire qui évolue en 3 phases successives : mâle, intersexualité et femelle. Ces 3 étapes sont corrélées à la longueur totale des spécimens qui passent d'une moyenne de 115 mm chez les mâles à 200 mm chez les intersexués pour atteindre 300 mm de long chez les femelles.

L'étude de la maturation des cellules sexuelles et le calcul des variations mensuelles des valeurs moyennes des rapports gonado - somatique (R.G.S.) préalablement calculés par LECHEKHAB *et al.*, (2001) [2] ont permis de préciser la période de reproduction chez *D. vulgaris* entre octobre et mars avec une ponte en janvier.

Mot-clés : *Diplodus vulgaris*, reproduction, gonades, hermaphrodisme, poissons.

SUMMARY

Sar Diplodus vulgaris (GEOFFROY SAINT – HILAIRE, 1817) [1], marine teleosteen common of the littoral of Annaba belongs to the family of Sparidae. It does not present sexual dimorphism, only the microscopic study of the gonades allows the distinction between males and females. This local species is characterized by a rudimentary hermaphroditism proterandric not balanced.

The microscopic analysis of the gonades practised on 240 fishes enabled us to study the evolution of the sexual cells. Our results show that the sexual differentiation of the gonades follows a cellular process which evolves in 3 successive phases: male, intersexuality and female. These 3 stages are correlated with the total length of the specimens, which pass from an average of 115 mm in the males to 200 mm in intersexuality stage to reach 300 mm length in the females.

The study of maturation of the sexual cells and the calculation of the monthly variations of the average values of the gonado - somatic ratio (G.S.R.) previously calculated by LECHEKHAB *et al.*, (2001) [2] allowed us to specify the period of reproduction of *D. vulgaris* between october and march with a laying in January.

Word - keys : *Diplodus vulgaris*, reproduction, gonades, hermaphroditism, fish.

1. INTRODUCTION

L'extraordinaire diversité offerte par les poissons dans leur morphologie externe et dans la structure de leurs organes se retrouve également dans leurs fonctions reproductrices. On trouve chez eux toutes les étapes, entre le gonochorisme et l'hermaphrodisme, entre la fécondation externe et la fécondation interne, entre l'oviparité et la viviparité, entre l'incubation sans soins parentaux et la nidification [3] [4]. Leurs organes spécifiques de la fonction reproductrice sexuée présentent un aspect particulier du développement.

Chez les organismes gonochoriques, on observe précocement pour une espèce donnée, une divergence de la morphogenèse selon que le germe est destiné à donner un individu mâle ou femelle. Le sexe génotypique s'impose dès le début du développement, permettant ainsi l'apparition des deux sexes séparément à partir de la gonade qui se différencie directement soit en testicule ou en ovaire [5].

Bien que ce gonochorisme soit la règle générale chez les téléostéens, beaucoup de ces poissons, passant au cours de leur développement par une phase transitoire d'intersexualité, sont qualifiés d'hermaphrodites [6] [7]. Le phénomène d'hermaphrodisme correspond à la production des deux types de gamètes mâle et femelle, soit dans une même gonade soit dans deux gonades distinctes mais appartenant au même individu donnant naissance à une structure gonadale appelée ovotestis [8]. Cet hermaphrodisme peut être fonctionnel simultané dans ce cas le même individu produit en même temps les deux catégories de gamètes mâles et femelles [9]. Bien que l'autofécondation s'observe fréquemment dans cette situation, il n'est pas exclu que l'accouplement entre deux individus se fasse par fécondations croisées [10] [11].

L'hermaphrodisme peut aussi être fonctionnel successif. Il est cependant plus fréquent que le précédent (fonctionnel simultané). Dans ce cas les deux états sexuels se succèdent nettement dans le temps pour le même individu, donnant lieu à deux types d'hermaphrodisme successifs: protérogynique et protérandrique [12]. Dans le premier état, l'individu hermaphrodite dans sa phase juvénile est fonctionnellement femelle en développant un ovaire; puis cette structure sexuelle régresse progressivement dans le temps, pendant que la gonade devient un testicule donnant lieu à un individu fonctionnellement mâle [13], [14]. L'ordre de ce processus est inversé dans le cas de l'hermaphrodisme protérandrique où l'organisme est d'abord mâle pour devenir femelle [15]. Il existe cependant

un hermaphrodisme non équilibré dit rudimentaire, conduisant à l'existence d'emblée d'individus mâles ou femelles purs, malgré leur appartenance à des espèces hermaphrodites [16] [17].

Généralement les sexes peuvent être distingués chez ces poissons hermaphrodites en périodes de reproduction suivant la détermination d'émission de produits sexuels (d'œufs ou de laitances). En revanche, rares sont les cas de dimorphisme portant sur des caractères sexuels secondaires apparents [5] [18]. Le plus souvent, les gonades ne peuvent être distinguées macroscopiquement en ovaires et testicules, ainsi dans ce cas une étude histologique est exigée.

Le suivi du cycle sexuel annuel est essentiel afin de pouvoir définir avec précision d'une part la catégorie ou le cas d'hermaphrodisme et de déterminer d'autre part la période de reproduction.

2. MATERIEL ET METHODES

L'étude de l'identification des états sexuels des gonades a été réalisée sur 240 poissons téléostéens marins de l'espèce *Diplodus vulgaris* (GEOFFROY SAINT – HILAIRE, 1817) et de la famille des Sparidae peuplant le golfe d'Annaba. L'échantillonnage a été effectué entre avril 1999 et mars 2000 et les spécimens pêchés ont fait l'objet d'une analyse biométrique [2] suivie d'une étude sur le processus de la différenciation de leurs gonade.

2. 1. Examen macroscopique des gonades

L'observation macroscopique des gonades pratiquée sur 240 poissons tient compte de 6 paramètres : morphologie, couleur, volume, densité de vascularisation superficielle, transparence de la paroi ainsi que le diamètre des gonades. Associées aux données biométriques de chaque poisson ces observations ont permis de proposer des stades de maturation des gonades observées.

2. 2. Examen microscopique des gonades

L'évolution sexuelle des gonades et la maturation des cellules sexuelles ont fait l'objet d'un suivi microscopique. Vu l'importance du nombre de prélèvements nous avons utilisé pour les préparations histologiques un appareillage automatique Tissu-Tek II, utilisant les colorations de MARTOJA et MARTOJA (1967) [19] et de WOOD et YASUTAKE (1955) [20].

Les gonades prélevées sont fixées dans du Bouin aqueux pendant 48h, avant d'être déshydratées dans des alcools ascendants puis éclaircies dans un bain de xylol pour une inclusion dans la paraffine (Automate Tissue - Tek Processor). Des coupes de 2 µm sont réalisées puis colorées dans le mélange hématoxyline - éosine. Un micromètre oculaire permet de mesurer les diamètres cellulaires. Pour préciser le degré de maturation des cellules sexuelles nous avons utilisé l'échelle de développement spécifique aux poissons proposée par CASSIFOUR (1975) [21].

3. RESULTATS

L'hermaphroditisme protérandrique rudimentaire non équilibré qui caractérise *D. vulgaris* évolue de la phase mâle chez le petit spécimen à la phase femelle chez le grand en passant par une phase intermédiaire dite d'intersexualité. Simultanément, l'anatomie et la physiologie des gonades passent par plusieurs stades.

3. 1. Stades de maturation des gonades

L'observation de l'aspect macroscopique des gonades sur un effectif de 240 poissons, tenant compte des 6 paramètres anatomo - morphologiques laisse suggérer 6 stades de croissance des gonades hermaphrodites. Ces derniers sont représentés en fonction de la taille, du sexe et du pourcentage des poissons (Tab. 1).

Tableau 1 Stades macroscopiques des gonades hermaphrodites selon les tailles (mm) des poissons à partir d'un échantillon de 240 *D. vulgaris*. St.: Stade macroscopique.

Stades	Tailles des poissons	sexes	%
St. 1	116 mm		0.41
St. 2.1	de 124 à 146 mm		11.25
St. 2.2	de 150 à 250 mm		9.16
St. 3	de 129 à 163 mm	/	16.25
St. 4	de 165 à 182 mm	/	17.08
St. 5	de 183 à 269 mm	/	29.16
St. 6	de 250 à 329 mm		16.66

Le stade 1 est un état immature de la gonade du fait qu'elle se présente sous forme de 2 cordons filiformes très fins, incolores, étendus dans la cavité générale. Cette gonade est très fragile et délicate à extraire. L'étude histologique montre une gonade mâle (Pl. 1, Fig. 1). Ce stade a pu être observé chez les individus jeunes de *D. vulgaris* de 116 mm de long. (Tab. I).

Le stade 2 est subdivisé en 2 sous stades: dans le stade 2.1 la gonade est cylindrique translucide, grisâtre, très molle avec un diamètre de 2 à 2,5 mm (Pl. 1, Fig. 2). L'histologie révèle une gonade mâle immature constituée par des cellules sexuelles mâles jeunes chez des individus de 124 à 146 mm de long représentant 11,25 %. Dans les stades 1 et 2.1, l'identification du sexe est impossible *de visu*. Au stade 2.2, les gonades portent des cellules mâles représentant des testicules à différents degrés de maturation. La section de ces testicules atteint un diamètre de 18 à 20 mm saturés en liquide spermial. Ils sont de couleur blanchâtre (Pl. 1, Fig. 3). Ces

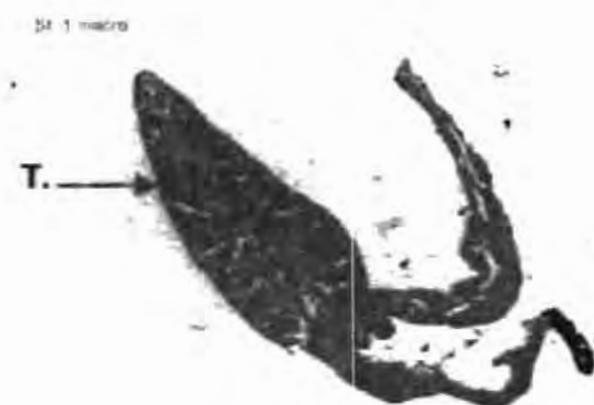


Figure 1 : Coupe transversale d'une gonade mâle immature Gr. 40x
Poisson *D. vulgaris* de 116 mm de long
St. 1 macro : Stade 1 macroscopique.



Figure 2 : Coupe transversale d'une gonade mâle immature Gr. 40x
Poisson *D. vulgaris* de 132 mm de long.
St. 2. 1 macro. : Stade 2. 1 macroscopique.

Planche 1 : Evolution sexuelle des gonades hermaphrodites : Différents stades d'évolution des gonades en phase mâle et en phase bisexuée chez *Diplodus vulgaris* .
T : testicule - O : ovaire. Coloration : hématoxyline-éosine.

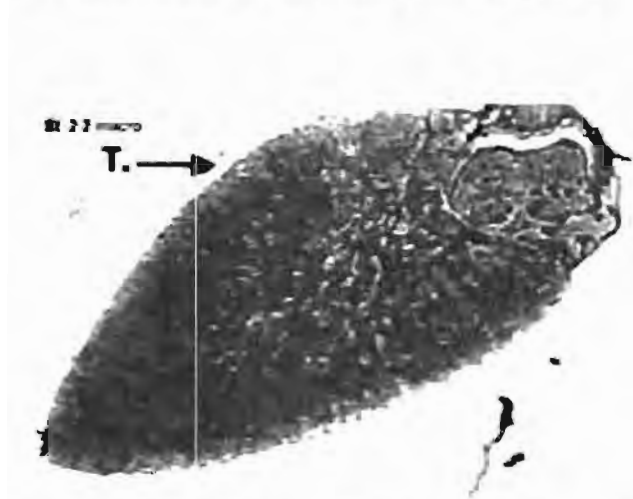


Figure 3 : Coupe transversale d'une gonade mâle mature Gr. 40x.
Poisson *D. vulgaris* de 220 mm de long. St. 2. 2 macro. -
Stade 2. 2 macroscopique.

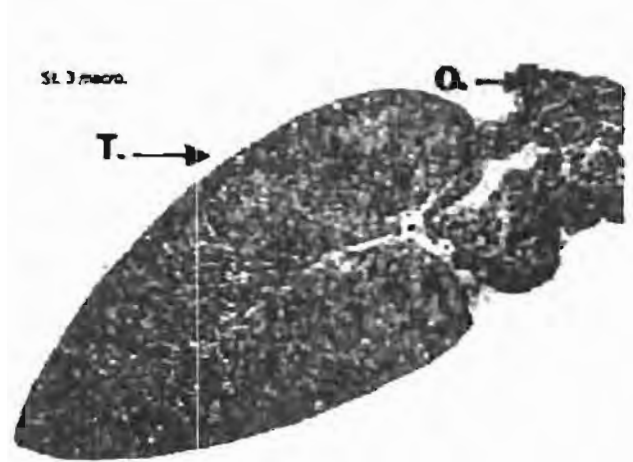


Figure 4 : Coupe transversale d'un ovotestis Gr. 40x.
Poisson *D. vulgaris* de 150 mm de long.
St. 3 macro. : Stade 3 macroscopique.

Planche 1' : Evolution sexuelle des gonades hermaphrodites . Différents stades d'évolution des gonades en phase mâle et en phase bisexuée chez *Diplodus vulgaris* .
T : testicule - O : ovaire. Coloration : hématoxyline-éosine.

spécimens sont représentés dans les tailles allant de 150 à 250 mm. Ils occupent 9,16% (Tab. I).

Au stade 3, la gonade commence à développer 2 territoires distincts collés (Pl. 1, Fig. 4) l'un plus volumineux de section de 4 mm de diamètre et en forme de croissant de couleur grisâtre à blanchâtre selon le degré de maturité. L'autre territoire est de faible densité par rapport au premier, encore translucide et incolore, avec un diamètre de 2 mm. L'étude histologique montre qu'on est en présence respectivement d'un territoire mâle et d'un autre femelle, formant un ovotestis. Ce stade apparaît chez *D. vulgaris* d'une longueur entre 129 et 163 mm, représentant 16,25 % des poissons (Tab. I).

Présence de 2 parties bien individualisées en stade 4, le volume de chaque partie s'accroît pour devenir quasi identique (Pl. 2, Fig. 1). La partie testiculaire à section triangulaire de 5 mm de diamètre est de couleur blanchâtre, laiteuse par la présence de sperme. La partie ovarienne à section circulaire de 6 mm de diamètre est jaunâtre à rosâtre, avec la présence de quelques granulations visibles à l'intérieur. Elle est parcourue à sa surface par un vaisseau sanguin. Cette amélioration se voit entre 165 et 182 mm de long pour un pourcentage de présence de 17,08 % (Tab. I).

La partie ovarienne devient encore plus volumineuse atteignant au stade 5 une section de 14 mm de diamètre. Sa couleur varie du rose à l'orange avec des granulations plus apparentes correspondant aux ovocytes bien visibles. La partie testiculaire se rétrograde redevenant grisâtre avec un diamètre de 1 à 1,5 mm (Pl. 2, Fig. 2). Ce phénomène est observé chez les poissons dont les tailles sont comprises entre 183 et 269 mm pour un taux de 29,16 % (Tab. I).

Au stade 6, la gonade présente un aspect uniforme de cellules sexuelles femelles (Pl. 2, Fig. 3). La partie testiculaire dégénère complètement laissant un ovaire turgescent orange, avec la présence d'un important réseau de vaisseaux sanguins. La section de la gonade atteint 19 mm de diamètre, renfermant des ovocytes à différents stades selon le cycle de reproduction. Ces femelles représentent 16,66 % des individus. Elles sont rencontrées à des taux variables dans la plupart des tailles, mais plus présentes dans les tailles supérieures entre 250 et 329 mm (Tab. I).

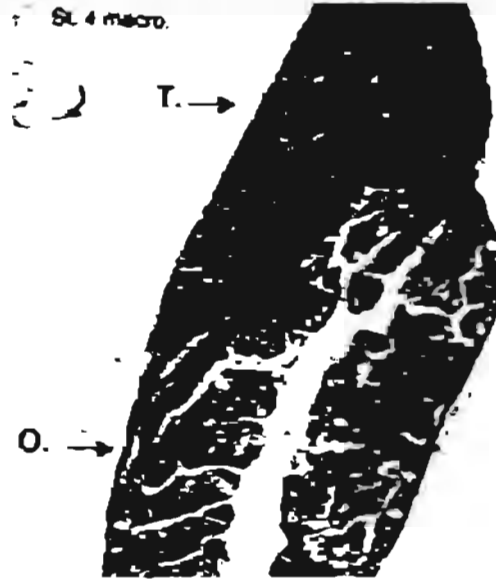


Figure 1 : Coupe transversale d'un ovotestis Gr. 40x.
Poisson *D. vulgaris* de 165 mm de long.
St. 4 macro. : Stade 4 macroscopique.

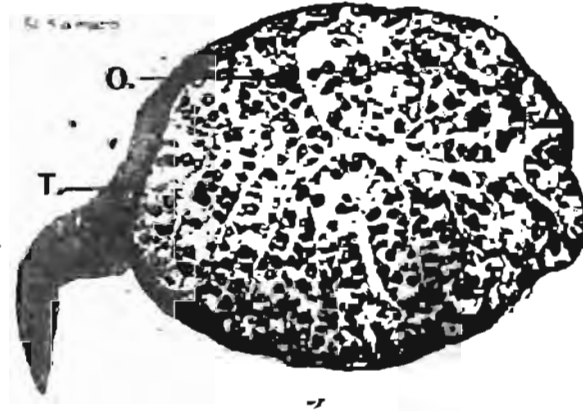


Figure 2 : Coupe transversale d'un ovotestis Gr. 40x .
Poisson *D. vulgaris* de 183 mm de long.
St. 5 macro. : Stade 5 macroscopique.

Planche 2 : Evolution sexuelle des gonades hermaphrodites : Différents stades d'évolution des gonades en phase bisexuée et en phase femelle chez *Diplodus vulgaris*.

T. : testicule - O. : ovaire. Coloration: hématoxyline-éosine



Figure 3 : Coupe transversale d'une gonade femelle Gr. 40x.
Poisson *D. vulgaris* de 280 mm de long.
St. 6 macro. : Stade 6 macroscopique.

Planche 2' : Evolution sexuelle des gonades hermaphrodites : Différents stades d'évolution des gonades en phase bisexuée et en phase femelle chez *Diplodus vulgaris*.

Tf. : testicule - O. : ovaire.

Coloration: hématoxyline-éosine.

3. 2. Microscopie des gonades

3. 2. 1. La spermatogenèse

La spermatogenèse dans des testicules de poissons exclusivement mâles ou bisexués, a été observée durant le cycle annuel de reproduction du Sar. On a caractérisé microscopiquement 4 stades de la spermatogenèse : spermatogonies, spermatocytes, spermatides et spermatozoïdes.

Issues des cellules germinales, les spermatogonies ont un diamètre de 10 à 12 μm et sont peu nombreuses. Elles sont généralement regroupées en cystes chez les individus jeunes correspondant macroscopiquement au stade 2.1. Chez les poissons plus âgés et correspondant au stade 2.2, elles sont dispersées dans le tissu séminifère (Pl. 3, Fig. 1).

Selon leur maturité, on distingue 2 types de spermatocytes : les spermatocytes I (SPC I) et les spermatocytes II (SPC II) (Pl. 3, Fig. 2). Les SPC I ont des diamètres compris entre 10 et 15 μm avec un noyau portant un gros nucléole et un cytoplasme en mince couronne à la périphérie cellulaire. Les SPC I composent la totalité des gonades mâles des poissons jeunes correspondant au stade 2.1 macroscopique (Pl. 3, Fig. 1). Elles persistent tant que la partie testiculaire existe. On les observe dans les phases de maturité tout le long de l'année.

Les SPC II ont un diamètre de 5 à 6 μm . Un matériel nucléaire plus condensé leur confère un aspect sombre et leur cytoplasme peu colorable rend les limites cellulaires difficiles à préciser (Pl. 3, Fig. 2). Cette étape, observée uniquement en octobre et novembre est caractérisée par un nombre important de SPC II.

Les spermatide (SPT) d'environ 3 μm de diamètre ne contiennent pas de cytoplasme. Seul le noyau coloré en noir foncé par l'hématoxyline est visible (Pl. 3, Fig. 2). En décembre leur nombre augmente au détriment des SPC II.

Les spermatozoïdes (STZ) portent des noyaux très condensés, à ce stade, les cellules sont fortement colorées. Ce contraste permet de distinguer leurs flagelles éosinophiles très longs. Ces gamètes observés en abondance dans les gonades prélevées en janvier, sont réunis dans des

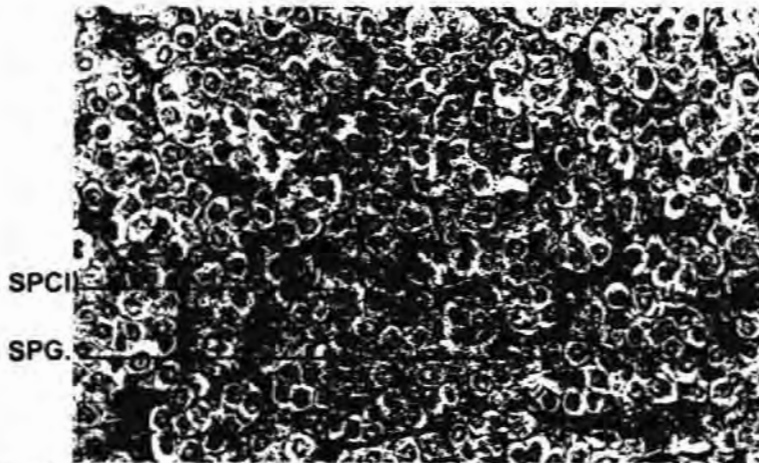


Figure 1 : Coupe transversale d'une gonade mâle immature Gr. 400x .
Poisson *D. vulgaris* de 116 mm de long en repos sexuel pêché en avril 1999.

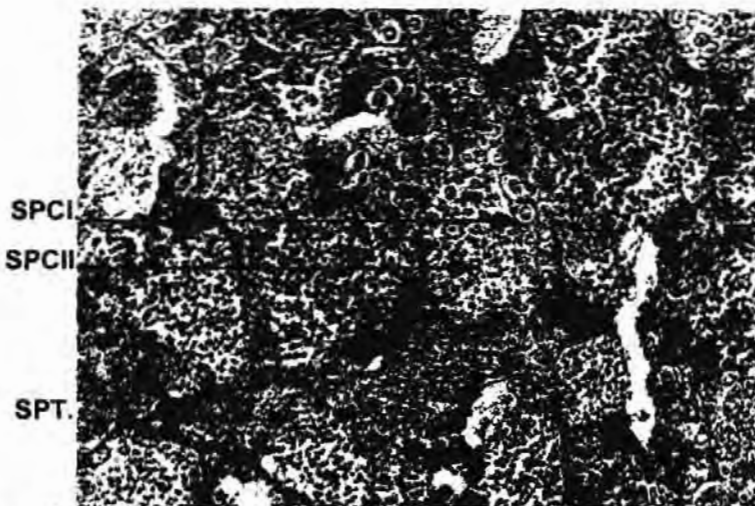


Figure 2 : Coupe transversale d'une gonade mâle mature Gr. 100x .
Poisson *D. vulgaris* de 195 mm de long en phase de prématuration p ch  en octobre 1999.

Planche 3 : Coupes histologiques de gonades mâles montrant l'évolution de la Spermatogénèse chez *Diplodus vulgaris*. Coloration : hématoxyline-éosine.

SPG. : Spermatogonie – SPC I. : Spermatoocyte du 1^{er} stade – SPC II. : Spermatoocyte du 2^{eme} stade – SPT. : Spermatoide – SPZ. : Spermatozoide.

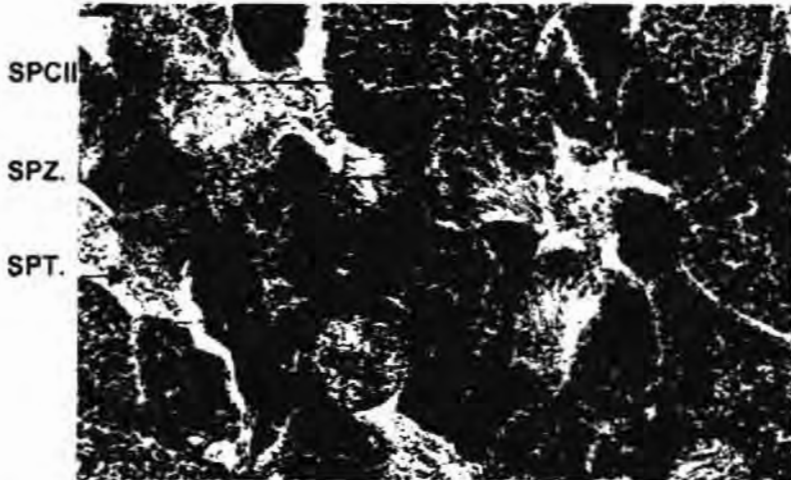


Figure 3 : Coupe transversale d'une gonade mâle mature Gr. 400x .
Poisson *D. vulgaris* de 178 mm de long en phase de prés-
ponte pêché en décembre 1999.

Planche 3' : Coupes histologiques de gonades mâles montrant l'évolution
de la Spermatogenèse chez *Diplodus vulgaris*. Coloration ;
hématoxyline-éosine.

SPG. : Spermatogonie – SPC I. : Spermatoocyte du 1^{er} stade – SPC II. ; Spermatoocyte du 2^{ème}
stade - SPT. : Spermatoïde - SPZ. : Spermatozoïde.

cystes séminifères et envahissent les canaux déférents (Pl. 3, Fig. 3). De février à mars, les STZ sont peu nombreux et les gonades mâles prélevées dans cette période contiennent des amas cellulaires de SPC I, II et quelques STZ dispersés.

3. 2. 2. L'ovogenèse

Les coupes histologiques pratiquées sur des gonades des poissons femelles ainsi que sur la partie ovarienne des ovotestis, révèlent qu'un changement dans l'aspect cellulaire se produit au cours de l'année. Cette évolution se fait en 6 phases et permet de voir les ovogonies, les ovocytes du 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et du 4^{ème} stade ainsi que les cellules atrésiques.

Les ovogonies de 8 à 12 μm de diamètre, possèdent un noyau sphérique portant un nucléole excentré (Pl. 4, Fig. 1). Ces cellules, précurseurs de la division des ovocytes, sont présentes dans les gonades des poissons femelles durant toute l'année.

Les ovocytes du 1^{er} stade ou ovocyte I regroupent 2 états de maturité : les plus jeunes sont au stade Ia et les plus évolués au stade Ib (Pl. 4, Fig. 1). Les ovocytes Ia ont un diamètre de 20 μm et un cytoplasme coloré en noir violacé par l'hématoxyline avec un noyau clair contenant un volumineux nucléole excentré (Pl. 4, Fig. 1). Les ovocytes Ib atteignent 35 μm et au fur et à mesure de leur croissance, leur coloration par l'hématoxyline - éosine s'intensifie. Cinq à sept nucléoles plaqués contre la membrane, sont répartis à la périphérie du noyau (Pl. 4, Fig. 1). Les ovocytes Ia et Ib sont présents dans la partie ovarienne tout le long de l'année, accompagnées d'autres ovocytes plus mûrs (Pl. 4, Fig. 2).

Les ovocytes du 2^{ème} stade, se distinguent par 3 phases d'évolution : stade IIa, IIb et IIc (Pl. 4, Fig. 2). Les ovocytes IIa possèdent des noyaux qui occupent jusqu'à la moitié du cytoplasme avec un diamètre cellulaire de 60 à 80 μm . La membrane nucléaire est régulière, alors que le cytoplasme s'éclaircit et laisse apparaître des vacuoles (Pl. 4, Fig. 2). La vitellogénèse débute à ce stade à partir d'octobre.

Les ovocytes IIb vont se développer considérablement et leur diamètre atteint 150 μm . Leurs membranes nucléaires perdent leurs régularités et 14 à 16 nucléoles se plaquent contre elles. Le développement



Figure 1 : Coupe transversale d'une gonade femelle Gr. 400x .
Poisson *D. vulgaris* de 280 mm de long en phase de
prés-maturation pêché en octobre 1999.

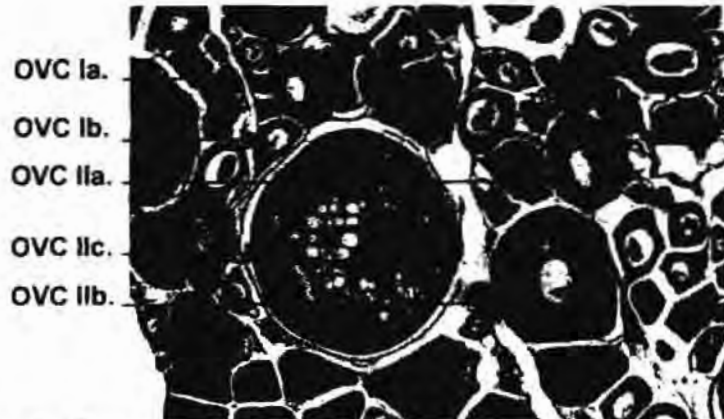


Figure 2 : Coupe transversale d'une gonade femelle mature Gr. 400x .
Poisson *D. vulgaris* de 248 mm de long en phase de
prés-ponte pêché en décembre 1999.

Planche 4 : Coupes histologiques de gonades femelles montrant l'évolution
de l'Ovogenèse chez *Diplodus vulgaris*. Coloration :
hématoxyline-éosine

OVG. : Ovogenie - OVC Ia. : Ovocyte du 1^{er} stade (phase a) - OVC Ib. : Ovocyte du 1^{er} stade
(phase b) - OVC IIa. : Ovocyte du 2^{ème} stade (phase a) - OVC IIb. : Ovocyte du 2^{ème} stade
(phase b) - OVC IIc. : Ovocyte du 2^{ème} stade (phase c) - OVC III. : Ovocyte du 3^{ème} stade - OVC
IV. : Ovocyte du 4^{ème} stade - OVC AT. : Ovocyte atresique.

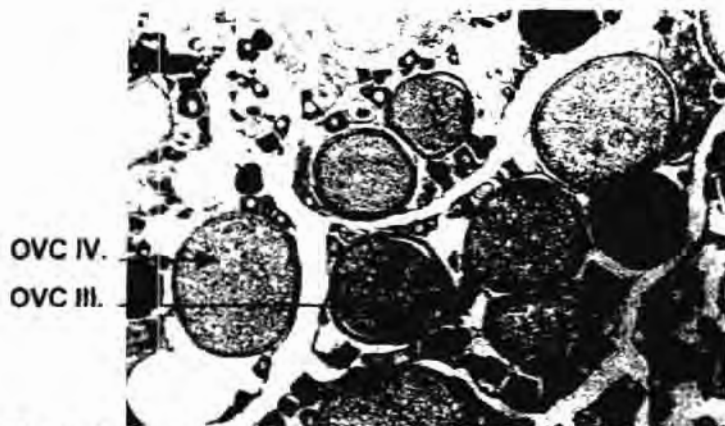


Figure 3 : Coupe transversale d'une gonade femelle mature Gr. 100x .
Poisson *D. vulgaris* de 320 mm de long en phase de ponte
pêché en janvier 2000.

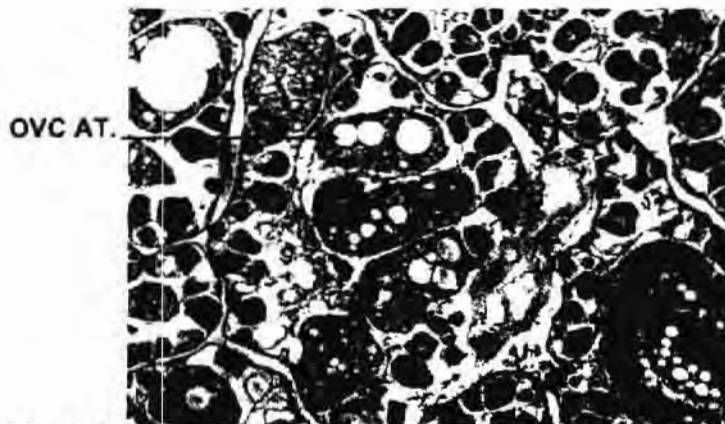


Figure 4 : Coupe transversale d'une gonade femelle mature Gr. 100x .
Poisson *D. vulgaris* de 324 mm de long en phase de post-ponte
pêché en mars 2000.

Planche 4' : Coupes histologiques de gonades femelles montrant l'évolution
de l'Ovogenèse chez *Diplodus vulgaris*. Coloration :
hématoxyline-éosine

OVG. : Ovogenie - OVC Ia. : Ovocyte du 1^{er} stade (phase a) - OVC Ib. : Ovocyte du 1^{er} stade
(phase b) - OVC IIa. : Ovocyte du 2^{ème} stade (phase a) - OVC IIb. : Ovocyte du 2^{ème} stade
(phase b) - OVC IIc. : Ovocyte du 2^{ème} stade (phase c) - OVC III. : Ovocyte du 3^{ème} stade - OVC
IV. : Ovocyte du 4^{ème} stade - OVC AT. : Ovocyte atresique.

du cytoplasme s'accélère et des vacuoles claires d'origine lipidique, (dont le contenu a été éliminé par les bains d'alcool au cours des manipulations histologiques) se répartissent autour de la membrane nucléaire. Une autre plage de vacuoles éosinophiles est visible. Elle est concentrique et extérieure à la première plage dont elle est séparée par des travées cytoplasmiques (Pl. 4, Fig. 2).

Les ovocytes IIc ont une forme arrondie avec un diamètre 200 μm et une membrane nucléaire distincte bien qu'elle ait perdu son tracé régulier. Les 2 plages de vacuoles concentriques fusionnent en repoussant le cytoplasme à la périphérie (Pl. 4, Fig. 2). Ces 2 derniers stades, ovocytes IIb et IIc sont largement observés dans des gonades prélevées de novembre à décembre (Pl. 4, Fig. 2).

Les ovocytes III sont abondants dans les gonades en décembre et janvier. Ceux de 250 μm de diamètre, possèdent des noyaux en position centrale dont les membranes s'estompent. L'ovocyte est envahi de plaquettes vitellines ou globules lipoprotéiques. Ces réserves vont augmenter le volume cellulaire (Pl. 4, Fig. 3). On observe le même phénomène en février et en mars.

Les ovocytes IV ont un diamètre de 300 μm et parfois même 450 μm . La membrane nucléaire disparaît et les composants nucléaires entrent en contact avec les éléments cytoplasmiques. Les plaquettes vitellines fusionnent et forment un vitellus homogène (Pl. 4, Fig. 3). Ces ovocytes mûrs apparaissent rarement en janvier, leur disparition est due à leur transformation en oeufs qui seront ultérieurement pendus sous forme de frai.

Les cellules atrésiques perdent leurs formes arrondies, leurs cytoplasmes se condensent à la périphérie et les vacuoles vitellines se réduisent en laissant apparaître des surfaces vides à l'intérieur de la cellule qui finit par dégénérer (Pl. 4, Fig. 4). Ce phénomène est observé en mars et en avril.

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

L'analyse histologique des appareils reproducteurs a permis de confirmer que le Sar *D. vulgaris* est une espèce hermaphrodite par la présence de 2 aires spatialement définie ovarienne et testiculaire qui coexistent dans la gonade. Ce constat est conforme à ceux faits par de nombreux travaux [15] [22]. Nous avons noté cette ambisexualité très tôt dans la vie des poissons. Nos résultats sur l'évolution de l'ovotestis montrent que les formations mâles dominent chez les individus de moins de 160 mm de longueur. En revanche, chez les spécimens de plus de 200 mm, les formations femelles sont les plus importantes [2]. Cette configuration montre que *D. vulgaris* appartient au groupe des hermaphrodites protérandriques dont les gonades, comme le montrent D'ANCONA (1941) [23] ou encore PASQUALI (1941) [24], suivent un processus précis de différenciation pour passer des phases mâles aux phases femelles.

L'évolution cellulaire chez *D. vulgaris* commence par un aspect testiculaire précoce visualisé au stade I macroscopique. Entre les aires mâle et femelle, il existe une différence dans l'aspect du stroma enrobant les gonocytes. Celui-ci est compact autour des spermatogonies. Cependant autour des ovogonies il est lacunaire et vacuolisé.

Par ailleurs chez les poissons du stade 3 macroscopique, représentant 16,25%, il est observé qu'au moment où évolue la spermatogenèse la partie testiculaire s'accroît tandis que la zone ovarienne regroupant de petits ovocytes reste au repos. Ceux-ci sont répartis à la surface de la cavité ovarienne formant des lamelles ovariennes. La zone ovarienne étant adjacente à la partie testiculaire, ces 2 aires apparaissent, en coupe transversale, sous la forme de 2 lames soudées le long de leurs bords, donnant lieu à l'aspect observé au stade 3 macroscopique. A l'origine, des modèles semblables ont été rapportés par FRANCHI *et al.*, (1962) [25].

Chez les poissons de plus de 160 mm de long, on observe que les 2 zones coexistantes arrivent à une évolution semblable matérialisée par le stade 4 macroscopique. Toutefois, bien que l'activité testiculaire s'intensifie en produisant des spermatozoïdes qui enrichiront le liquide spermiel rendant l'individu fonctionnellement mâle, l'ovogenèse comme l'a vérifié REINBOTH (1962) [26] ne fait que commencer le cycle de sa différenciation.

L'évolution se poursuivant, on observe que dès que les individus atteignent plus de 180 mm de long, il se produit un déséquilibre entre les 2 sexes en inversant l'activité sexuelle par l'accélération du développement de l'activité ovarienne. Cette dernière finit par l'emporter en entraînant la déchéance de la partie testiculaire, phénomène décrit au stade 5 macroscopique. L'évolution de cette étape est courte et rapide. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par WARNER (1978) [7] et SHAPIRO (1984) [17]. On est promptement en présence d'un ovaire fonctionnel correspondant au stade 6 macroscopique.

SMITH (1967) [6] et RIJAVEC *et al.*, (1965) [27] montrent que le renversement du sexe paraît être causé par des déséquilibres d'hormones sexuelles : par dominance de l'hormone femelle en phase femelle et de l'hormone mâle en phase mâle. L'équilibre peut être rompu à tout moment de la vie du poisson en entraînant une inversion sexuelle. En outre, nos résultats montrent que dans certains cas, il n'y a pas de phase d'intersexe. En effet, si on se réfère aux observations et aux valeurs des proportions des sexes on note 2 situations :

- la présence d'individus qui gardent leur masculinité fonctionnelle quoique faisant partie des tailles supérieures et présentent un aspect macroscopique du stade 2.2.
-
- la présence d'individus évoluant directement vers le sexe féminin malgré leur appartenance aux classes des petites tailles et présentant un aspect macroscopique du stade 6.

On est donc en présence d'hermaphrodisme fonctionnel successif non équilibré, désigné par SMITH (1959) [28] et REINBOTH (1965) [16] comme étant un hermaphrodisme rudimentaire, dans lequel l'une des phases sexuelles est pratiquement escamotée. On observe dans ce dernier cas divers états sexuels caractérisés par une durée plus longue de l'une des phases. A la limite ceci conduit à l'existence de type mâle ou femelle pur. Il semble donc que la succession des phases de sexualité ne paraît pas avoir lieu tel que vue ordinairement. L'un ou l'autre des 2 territoires devient fonctionnellement prédominant et persiste malgré l'existence de son opposé qui dégénère par la suite.

Le suivi du cycle sexuel a été abordé d'un point de vue quantitatif en calculant les variations saisonnières du rapport gonado - somatique (R.G.S.) [2] et d'un point de vue qualitatif par l'étude histologique des gonades.

Le calcul et l'analyse des R.G.S. chez le Sar permet de confirmer que *D. vulgaris* se reproduit une seule fois au cours de l'année et que les individus des 3 états sexuels mâles femelles et bisexués y participent. L'évolution du R.G.S. chez le Sar a permis de situer la période de reproduction à la fin de l'automne et en hiver entre octobre et mars. De ce fait, cette espèce appartient aux poissons marins pour lesquels la reproduction est limitée à une période particulière de l'année.

Nous pouvons dire qu'avant d'entamer la période de frai, les poissons passent par une phase de pré-maturation ou d'accroissement lent. Elle est caractérisée par le point de départ de l'accroissement des valeurs du R.G.S. à partir d'octobre pour *D. vulgaris*, traduisant comme l'a souligné LOWE MCCONNELL (1987) [28] et auparavant BOUGIS (1952) [29] une préparation de la gonade à une activité sexuelle intense. Nos observations sur les testicules montrent qu'une partie des spermatides a donné des spermatozoïdes. L'autre partie persiste avec des spermatocytes non évolués alors que les ovaires regroupent des ovocytes I et II correspondant à la prévitellogénèse.

Au cours de la phase de maturation, correspondant à la phase de pré-ponte en novembre et décembre, la partie testiculaire contient de plus en plus de spermatozoïdes dans la lumière des tubes séminifères ; alors que la partie ovarienne renferme des ovocytes à différents stades qui augmentent de volume par l'accumulation de granules vitellins.

Dès que le R.G.S. atteint son apogée, en janvier, tous les individus mâles composés d'individus potentiellement mâles et bisexués du stade 3 et 4 macroscopique et femelles représentés par les individus potentiellement femelles et bisexués du stade 5 macroscopique sont fluents, ce qui indique la phase de frai ou de ponte. Une simple pression sur l'abdomen provoque l'écoulement des produits génitaux : substance liquide laiteuse chez les mâles, granuleuse orange à rouge chez les femelles. Pendant cette phase de frai dans leur milieu naturel, les poissons sécrètent leurs gamètes dans l'eau où les ovules mûrs seront fécondés par les spermatozoïdes flottants à proximité.

Une fois que les ovaires et testicules ont vidé leurs contenus, le poids des gonades baisse d'où la diminution corrélative du R.G.S. Ce changement caractérise l'installation d'une phase de post-ponte à partir de février. Pendant ces périodes, on observe dans les testicules, un nombre réduit de spermatides et peu de spermatozoïdes non encore évacués, alors que les spermatocytes jeunes persistent. Après la ponte, les ovaires sont flasques,

la gonade ne contient plus que des ovocytes jeunes et quelques ovules mûrs non pondus. Ces ovules mûrs sont en cours de résorption et subissent une atrophie rapide, conformément aux observations de CASSIFOUR (1975) [21] sur des Mugilidae.

Les cellules sexuelles non concernées par la maturation, qu'elles soient mâles ou femelles, se rassemblent et rentrent dans une nouvelle phase de repos sexuel comme l'a décrit CASSIFOUR (1975) [21]. Le R.G.S. baisse entre mars et septembre. Les gonades mâles ne contiennent que des spermatocytes I, alors que les gonades femelles renferment dans les lames ovariennes des jeunes ovocytes I comme l'a montré BARNABE (1976) [30], qui conclut que la ponte des produits génitaux parvenus à maturité n'est pas le terme définitif de la maturation sexuelle.

En conclusion on peut dire que le cycle sexuel suivi tout au long de l'année a permis d'identifier les étapes de maturité sexuelle des gonades chez le *Sar D. vulgaris* ainsi que ses comportements reproducteurs qui sont des réponses à des stimuli de l'environnement tel que la température ou encore la photopériode.

Nous avons établi dans cette étude la distribution du cycle sexuel chez le *Sar*, espèce hermaphrodite protérandrique rudimentaire, en l'adaptant à des échelles de maturation examinées et proposées initialement pour des espèces gonochoriques.

L'étude des résultats macroscopiques et microscopiques des gonades a permis de confirmer que le *Sar D. vulgaris* se reproduit une seule fois au cours de l'année en janvier et que les 3 états sexuels mâle, femelle et bisexué y participent en passant par des phases de maturation des cellules sexuelles.

Cette évolution d'un état sexuel à un autre, sous des conditions naturelles (non expérimentales), s'explique par la présence de facteurs génétiques qui déterminent si les poissons en voie de développement seraient mâles ou femelles. Une fois les conditions de la reproduction réunies et pendant la saison appropriée, un mécanisme physiologique doit contrôler le réglage de maturation de la gonade. Ce mécanisme encore sujet de recherche, synchronise le cycle de développement avec les répliques de l'environnement. Cependant, grâce à l'endocrinologie, il semble possible d'avoir les espèces qu'on veut dans les conditions de reproduction et aux périodes désirées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARNABE G., 1976.-** *Contribution à la connaissance de la biologie du loup Dicentrarchus labrax L. (Serranidae).* Thèse de Doctorat d'Etat Univ. Sci. Techn. Languedoc, Montpellier : 426 p. [30]
- BOUGIS P., 1952.-** Rapport Hépat-Somatique et Rapport Gonado-Somatique chez *Mullus barbatus L.* *Bull. Soc. Zool., France*, 74 : 326-330. [29]
- CASSIFOUR P., 1975.-** *Contribution à l'étude de la biologie des Mugilidae des réservoirs à poissons du bassin d'Arcachon.* Thèse de Doctorat. Fac. Sci. Bordeaux. 112 p. [21]
- CLARK E., 1965.-** Mating of groupers. New studies detected reversal of stripes in hermaphroditic fish. *Nat. Hist., New York*. 74: 22 – 25. [10]
- D'ANCONA U., 1941.-** Ulteriori osservazione e considerazioni sull'ermafroditismo e il differenziamento sessuale dell'orata (*Sparus auratus L.*). *Publ. Staz. Zool., Napoli*, 18 : 313-336. [23]
- D'ANCONA U., 1945.-** Sexual differentiation of the gonad and the sexualization of the germ cells in Teleosts. *Nature*, 156 : 603 - 604. [15]
- D'ANCONA U., 1950.-** Détermination et différenciation du sexe chez les poissons. *Arch. Anat. Microsc. Morph.*, 39 : 274-294. [22]
- D'ANCONA U., 1950a.-** Inversions spontanées et expérimentales dans les gonades des Téléostéens. *Ann. Biol.*, 32 : 89-99. [13]
- D'ANCONA U., 1956b.-** Morphogenèse et différenciation sexuelle chez les poissons Téléostéens. *Bull. Soc. Zool., France*, 8 : 219 - 229. [14]
- DUFOSSE M., 1856.-** De l'hermafroditisme chez le Serran. *Ann. Sci. Nat.*, 5 : 295 - 332. [9]
- FRANCHI L.L., MANDL, A.M. and ZUCKERMAN, S. 1962.-** The development of the ovary and the process of oogenesis. In: *The ovary*. S. Zuckerman, ed. . Acad., Press., New York. 1: 1 - 88. [25]

- FRYER G. and ILES T. D., 1972.-** The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa, Oliver and Boyd, Edinburgh : 312 p. [18]
- GALLIEN L., 1973.-** *Différenciation et organogenèse sexuelles des métazoaires*, Biologie Maîtrisée. Masson et Cie : 238 p. [5]
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE E., 1817.-** Catalogue des poissons de l'atlantique et de la méditerranée UNESCO 681 p. [1]
- HARRINGTON R.W., 1961.-** Oviparous hermaphroditic fish with internal self-fertilization. *Sci.*, 135 : 1749-1750. [11]
- KEENLEYSIDE M.H.A., 1979.-** Diversity and Adaptation in fish behaviour, Springer Verlag, Berlin : 180 p. [4]
- LECHEKHAB S. et DJEBAR A.B., 2001.-** Biométrie et processus de différenciation des gonades chez le Sar *Diplodus vulgaris* : poisson côtier marin. Annales de l'I.N.A. Vol : 22. N° 1 et 2. 79 – 93. [2]
- LOWE MCCONNELL R. M., 1987.-** Ecological studies in Tropical fish communities. Combrdge Univ. Press, Combridge : 121 p. [28]
- MARTOJA R. and MARTOJA PIERSON, M., 1967 ,** *Initiation aux Techniques de l'Histologie animale*. Masson : 345 p. [19]
- NELSEN O.E., 1953.-** *Comparative embryology of the vertebrates*. Mc Grawhill, New York 135 p. [8]
- PASQUALI A., 1941.-** Contributo allo studio dell'ermafroditismo e del differenziamento della gonade nell'Orata (*Sparus auratus* L.). *Publ. Staz. Zool., Napoli*, 18 : 282-312. [24]
- REINBOTH R., 1962.-** Morphologische und funktionelle Zweigeschlechtlichkeit bei marinen Teleostieren (Serranidae, Sparidae, Centracanthidae, Labridae). *Zool. Jahrb., Abt. , Allgem. Zool. Physiol., Tierre*, 69 : 405 - 480. [26]
- REINBOTH R., 1965.-** Sex reversal in the black sea bass *Centropristes striatus*. *Anat. Rec.* 151- 403. [16]
- RIJAVEC L. and ZUPANOVIC S., 1965.-** A contribution to the knowledge of biology of *Pagellus erythrinus* L. in the middle Adriatic. *Rappt. Procès-verbaux Réunions, Monaco*. 18 : 195 - 200. [27]

- SHAPIRO D.Y., 1984.-** Sex reversal and sociodemographic processes in coral reef fishes. In *Fish Reproduction : Strategies and Tactics*. (G.W-Potts and R.J. Wootton, eds.). *Acad. Press, London* : 103-118. [17]
- SMITH C.L., 1967.-** Contribution to a theory of hermaphroditism. *J. Theoret. Biol.*, 17 : 76-90. [6]
- WARNER R.R., 1978.-** The evolution of hermaphroditism and unisexuality in aquatic and terrestrial vertebrates. In: *Contrasts in Behaviour* (E.S. Reese and F.J. Lighter, eds.). *J. Wiley.*, New York: 77-101. [7]
- WILLIAMSON H.C., 1910.-** Report on the reproductive organs of *Sparus centrodontus* (Delaroche) ; *Sparus canthalus* L. ; *Sebastes marinus* L. and *Sebastes dactylopterus* (Delaroche) and on the ripe eggs and larvae of *Sparus centrodontus* and *Sebastes marinus*. Rept. Fish. Brd Scotland. Sci. Invest. 1 : 1-35. [12]
- WOOD E.M. and YASUTAKE W.T., 1955.-** Histopathology of fish. Techniques and principles. *Progve. Fish Cult.*, 17 : 166-171. [20]
- WOOTTON R.J., 1976.-** The biology of the Sticklebacks, Acad Press, London: 320 p. [3]