

Croissance de l'Athérine *Atherina boyeri* Risso, 1816 dans trois milieux saumâtres du Roussillon

Jean-Pierre MARFIN*

تلخيص

تمت دراسة نمو سمك *Atherina boyeri* في ثلاث مستنقعات روسيون بعد فصل الزمر بتحليل القشور ودراسة الحلقات عليها . تنمو هذه الاسماك بسرعة طوال الخمس اشهر الاولى . وبعد ببطء شتوي مميز حسب الاماكن يتواصل النمو تدريجيا الى السنة الثانية .

عينات Bourdigou المدروسة على طريقة هاردينق Harding متكونة من اربع مجموعات مختلفة النمو والسلوك . وجود هذه المجموعات وتحركاتها تمكن من وضع مشكل الطور المستنقي للنوع .

RESUME

La croissance linéaire d'*Atherina boyeri* est étudiée sur trois étangs du Roussillon après séparation des cohortes par analyse des écailles; les annuli sont reconnus et décrits. Les Athérines grandissent assez rapidement au cours des cinq premiers mois puis, après un ralentissement hivernal plus ou moins marqué selon les milieux, croissent plus lentement jusqu'à l'âge moyen de deux ans. L'échantillonnage du Bourdigou, étudié par la méthode de Harding est constitué de quatre groupes à croissances et à comportements différents. L'existence de ces groupes et leurs mouvements permettent de poser le problème de la phase lagunaire de l'espèce.

ABSTRACT

The study of the linear growth of the Silverside, *Atherina boyeri*, is carried out on three lagoons in the Roussillon after separating the year classes by means of scales examinations. The winter rings are described.

(*) Laboratoire de biologie marine, Université de Perpignan, Avenue de ville neuve, 66025 Perpignan Cedex, France.

The growth is very fast during the early five months, but it is almost stopped during the winter. The lifespan of this Silverside is about two years long. The samples of the Bourdigou is studied by means of the Harding's graphical analysis; it is shown that this population consists of four groups whose migrations allows us to set the question of the lagunar stade of this species.

INTRODUCTION

Atherina boyeri est un petit Téléostéen pélagique dont l'aire de répartition couvre essentiellement les zones côtières de la Méditerranée et le complexe Aralo-Pontique (Kiener et Spillmann 1969). Très euryhaline, l'espèce abonde en zone lagunaire (de Angelis 1960) et peut s'y reproduire (Berrebi et Britton-Davidian 1980, Marfin 1981), formant ainsi des populations autonomes dont le caractère polymorphe est lié aux conditions qui règnent dans les milieux colonisés.

La croissance linéaire de cette Athérine a été abordée par divers auteurs dont Boscolo (1970, lagune de Venise) Castel et Coll. (1977, bassin d'Arcachon) et Markevich (1977, mer d'Aral, mer Caspienne et mer Noire). En ce qui concerne les étangs méditerranéens, les travaux de Kohler (1976, étang du Prévost), puis de Herve (1978, étangs de Canet et de Salses-Leucate) ont un caractère partiel. Il nous a semblé utile de les compléter en étudiant un échantillonnage important (5 175) individus) récolté sur trois milieux roussillonnais : les étangs de Salses-Leucate et de Canet, et le Bourdigou, un petit estuaire.

Par ailleurs, aucune étude n'a encore été menée sur la genèse et l'identification des annuli chez *A. boyeri*. Nous proposons de combler cette lacune. L'expression des résultats comprend donc deux parties : d'une part, la description des écailles, de leurs annuli et de leur apparition, et d'autre part, l'étude de la croissance des Athérines des deux sexes par analyse de cohortes.

LES MILIEUX ECHANTILLONNES

A l'exception du Bourdigou, les plans d'eau prospectés ont déjà fait l'objet d'une abondante littérature sur des thèmes très divers. En ce qui concerne plus particulièrement l'ichthyologie, nous renvoyons le lecteur intéressé à la biographie lagunaire de Quignard et Zaouali (1980 et 1981).

Nous rappellerons donc simplement les grands traits de ces milieux qui, très proches les uns des autres (fig. 1), et donc soumis aux mêmes aléas climatiques, n'en constituent pas moins des ensembles très différents.

L'étang de Salses-Leucate (5 400 ha) est plus une baie marine peu profonde (1,50 m) qu'une véritable lagune saumâtre. Cette situation résulte de la permanence de la circulation des eaux, au niveau des graus, entre la mer et l'étang. C'est un milieu relativement stable.

L'étang de Canet (480 ha) est une lagune méditerranéenne type, en voie de comblement et à grau intermittent. C'est un milieu très peu profond (0,40 m) qui se caractérise par des variations brusques et importantes de la physicochimie de ses eaux.

Le Bourdigou (25 ha) est un petit estuaire qui communique en permanence avec la mer. Ce milieu, essentiellement sous influence continentale, se caractérise par une stratification verticale d'eaux salées profondes et d'eaux douces superficielles.

MATERIEL ET METHODES

Cette étude a été menée sur un échantillonnage à périodicité sensiblement mensuelle, d'avril 1978 à mai 1979. La majorité des captures ont été effectuées à l'aide d'une senne de plage à maille de 5mm; les pêches complémentaires ont été faites à la capêche.

Pour chaque poisson, nous avons noté les paramètres suivants :

- le sexe;
- la longueur standard (Lst), en mm;
- le nombre d'annuli sur les écailles;
- le rayon (R) d'une écaille du flanc (fig. 2);
- le rayon du dernier annulus r_1 d'une écaille du flanc.

Les écailles ont été examinées à la loupe binoculaire, en milieu aqueux après, parfois, une légère coloration au bleu de Toluidine à 1%. Après quelques essais, elles ont toujours été prélevées sur le flanc gauche, dans la rangée placée sous la bande argentée (planche 1), à partir de la septième en arrière de la nageoire pectorale. Les écailles de remplacement ont été systématiquement écartées.

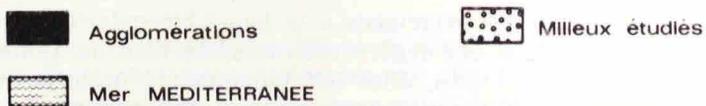
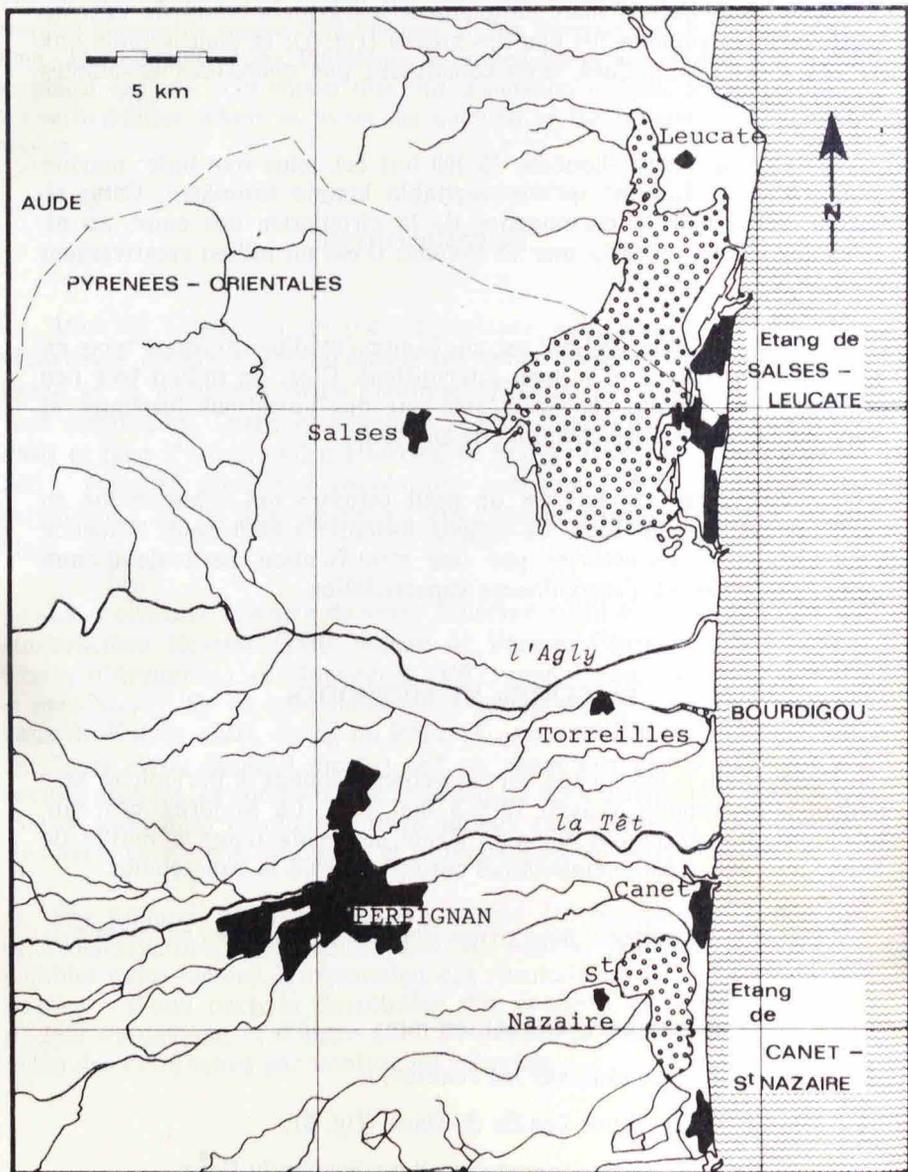


Fig. 1. : Situation géographique des milieux prospectés.

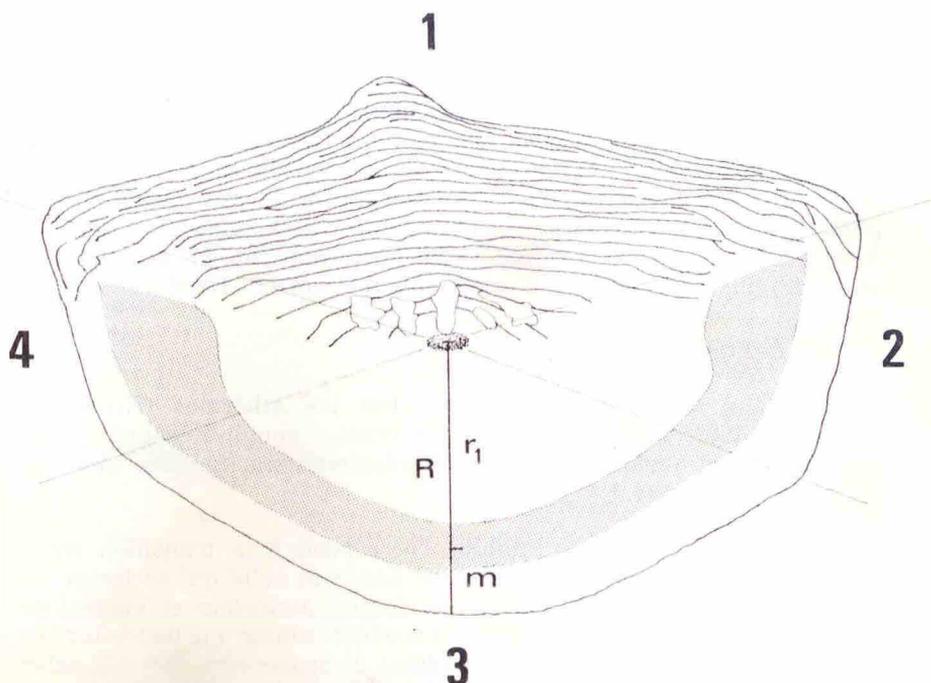


Fig. 2. : Définition des champs des écailles d'*A. boyeri* et emplacement des mesures. 1 - Champ antérieur; 2 - Champ dorsal; 3 - Champ postérieur; 4 - Champ ventral. R : rayon de l'écaille, r_1 : rayon du premier annulus (engrisé), m : marge de l'écaille.

Remarque : Pour différentes raisons, l'échantillonnage pratiqué sur l'étang de Canet n'a été fructueux que durant sept mois. Nos résultats, assez incomplets, sont donc présentés à titre documentaire avec beaucoup de réserves.

RESULTATS

Les écailles

Description

Les écailles d'*Atherina boyeri* sont cycloïdes et de petite taille. Dans la zone de prélèvement, elles ont une forme grossièrement pentagonale. Souvent dissymétriques, elles se composent de quatre

champs : antérieur, postérieur, dorsal et ventral (fig. 2). Il n'y a pas de radii. Les circuli, bien marqués, sont concentriques au nucléus et couvrent le champ antérieur; ils suivent le bord antérieur de l'écaille, l'annulus apparaît le plus souvent comme une bande limitée envahissant alors légèrement les champs dorsal et ventral. Le champ postérieur ne possède pas d'ornementation superficielle et se prête bien aux observations. Il convient enfin de mentionner que la partie centrale des écailles présente parfois des lacunes superficielles. A leur niveau, les reliefs de l'écaille disparaissent; le nucléus, qui sert d'origine aux mesures, n'est jamais totalement effacé.

Les annuli

Les faux annuli sont fréquents chez les Athérines (Kiener et Spillmann, 1969; Berrebi, 1978); les « vrais » annuli s'en distinguent cependant par quelques traits morphologiques particuliers que l'on retrouve constamment.

On admet que chaque annulus correspond à la transition entre la bande qui se forme au cours d'une année et celle qui se forme au cours de la suivante. Sur les champs dorsal, postérieur et ventral de l'écaille, l'annulus apparaît le plus souvent comme une bande limitée par deux calcs (ou bourrelets réfringents) d'espacement variable selon les individus : tous les cas intermédiaires entre les deux calcs accolés (annulus étroit) et l'annulus large ont été rencontrés. Quand les bourrelets ne sont pas confondus, leur espacement, réduit dans le champ postérieur, devient plus important dans les champs dorsal et ventral.

Les structures observées sur le champ antérieur correspondent et font suite à celles que nous venons de décrire. Selon les cas, l'annulus se manifeste :

- par une ligne où les circuli nouvellement formés recourent les anciens;
- par des circuli interrompus;
- par une bande à circuli largement espacés, encadrée par deux bandes à circuli resserrés. Ce cas, moins fréquent que les précédents, est souvent associé à des calcs assez écartés.

Cette liste est limitative et, quelle que soit l'origine des Athérines, tous les annuli observés présentent soit l'un, soit plusieurs des caractères énumérés. Il convient enfin de préciser que l'annulus, peu marqué lors de son apparition, se renforce en vieillissant et devient de plus en plus apparent.

Nous avons observé la genèse de l'annulus sur le Bourdigou; cette apparition suit sensiblement le même schéma sur les autres milieux.

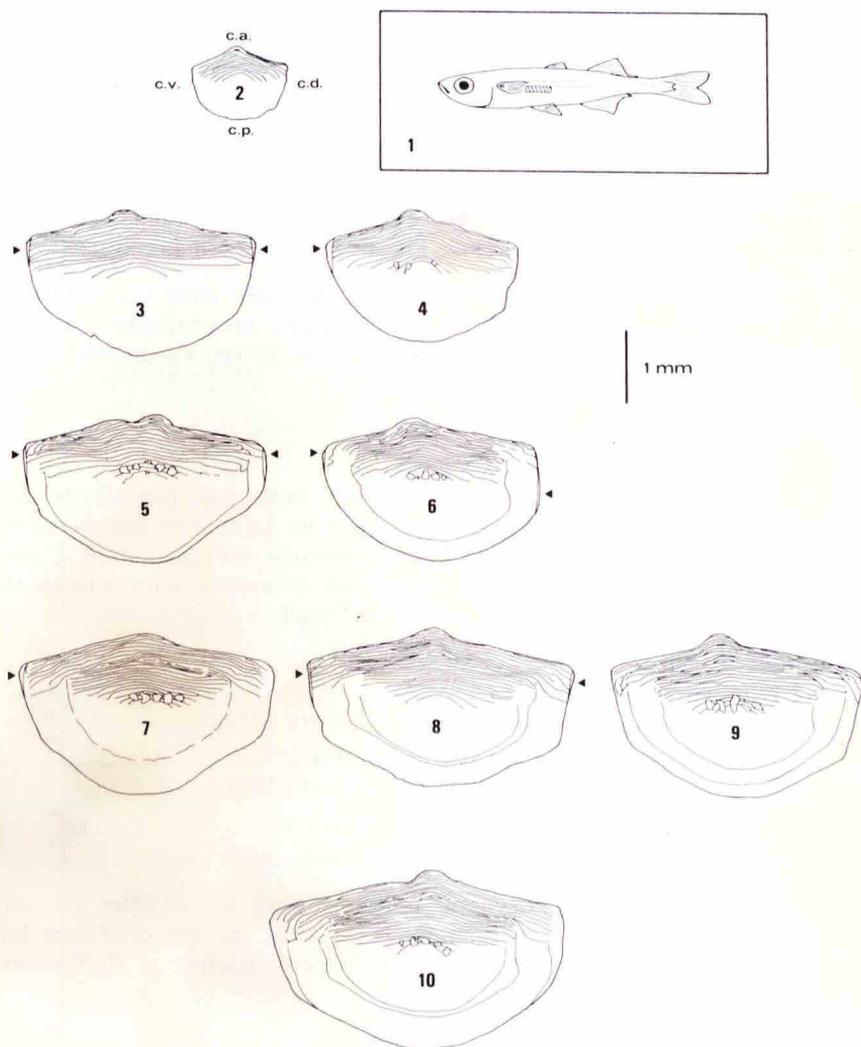


Planche 1 — Croissance de l'écaille et formation des annuli.

1 : Localisation de la zone de prélèvement des écailles; 2 à 10 : Formation de l'annulus; 2 : Jeune écaille (classe O) : c.a. côté antérieur, c.d. côté dorsal c.p. côté postérieur, c.v. côté ventral; 3 et 4 : Début de la formation du premier cal (classe O); 5 et 6 : Fin de la formation de l'annulus (classe 1 O); 7, 8 et 9 : Différents types d'annuli; 7 : Annulus étroit (classe 2°); 8 : Annulus ordinaire (classe 2°); 9 : Annulus large (classe 1 +); 10 : Formation du second annulus classe 2°. Les triangles indiquent les zones où apparaissent les structures formant l'annulus.

Les figures de la planche 1 en représentent les étapes les plus caractéristiques :

— le premier cal apparaît vers le mois de mars, soit au niveau des deux zones dorsale et ventrale, soit au niveau d'une seule;

— la zone médiane se dégage assez lentement; le processus est cependant achevé dans le courant du mois d'avril;

— le second cal apparaît, de la même manière que le premier, en mai; le dégagement complet de l'annulus intervient peu après.

Ces étapes sont celles que l'on peut observer chez les individus précoces formant leur premier annulus. Dans la pratique, certains annuli se dégagent en novembre (Leucate) et le retard dépend, dans une large mesure, de l'âge des poissons.

Définition des cohortes

Postulant que les annuli apparaissent avec une périodicité annuelle, ce qui est confirmé par l'évolution de la marge des écailles, les individus sont répartis en cohortes, chacune correspondant à leur année de naissance. On retient donc les dénominations suivantes, équivalentes durant la majeure partie de l'étude :

- pas d'annulus (classe 0) : cohorte 1978;
- 1 annulus en formation (classe 1°)
ou formé (classe 1+) : cohorte 1977;
- 2 annuli, le dernier en formation (classe 2°)
ou formé (classe 2+) : cohorte 1976;
- 3 annuli, le dernier en formation (classe 3°)
ou formé (classe 3+) : cohorte 1975.

Nous n'avons pas observé de poissons dont les écailles portent plus de trois annuli, catégorie déjà assez rare, ce qui confirme les données acquises sur la longévité d'*A. boyeri* (Kiener et Spillmann, 1969) : deux ans, rarement trois.

Croissance des écailles et formation des annuli

L'étude de l'évolution de deux paramètres :

— le pourcentage (p%) d'individus présentant un nouvel annulus;

— la valeur de la marge relative des écailles : $m\% = 100 \frac{m}{R}$

nous ont permis de préciser la période de formation des annuli et les modalités de la croissance saisonnière des cohortes.

Les résultats sont représentés, sexes confondus, sur les figures de la planche 2; pour des raisons d'effectifs, ils concernent surtout la cohorte 1977. On remarque surtout les points suivants :

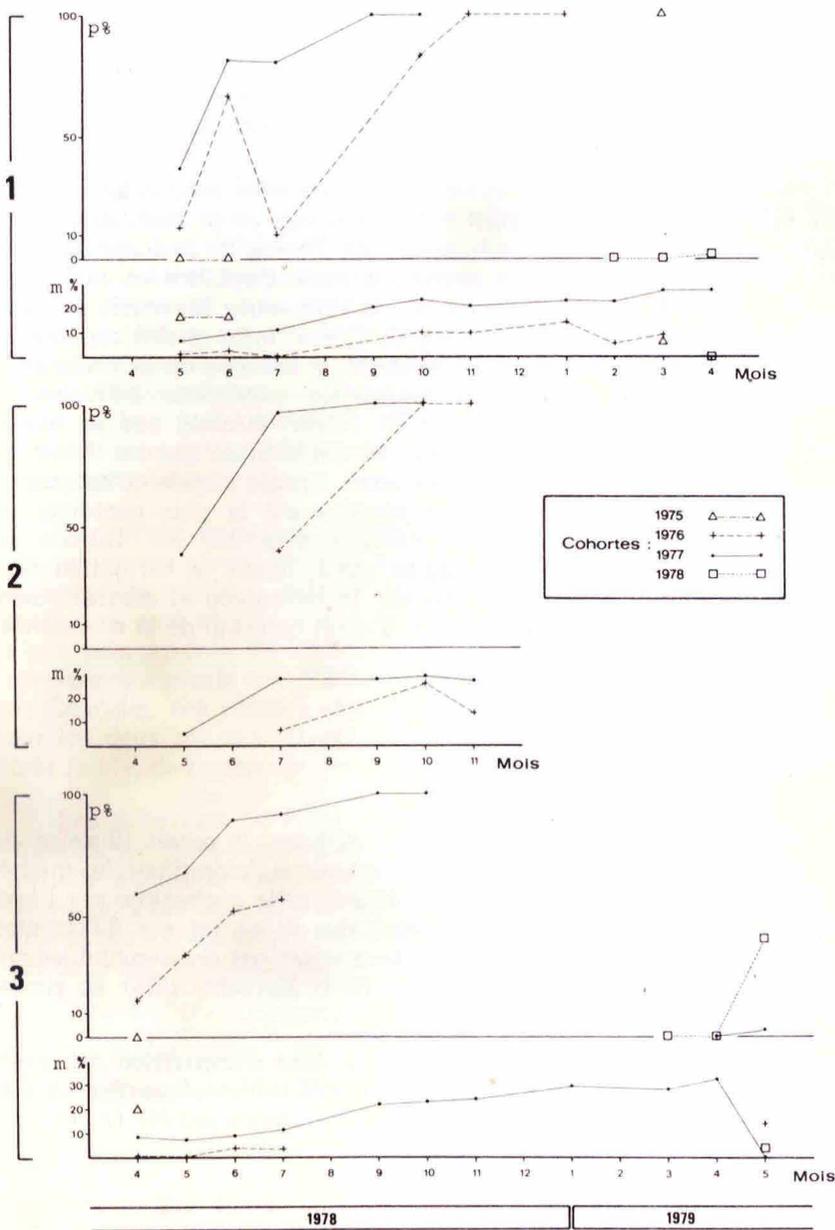


Planche 2 — Formation de l'annulus et accroissement saisonnier de la marge relative (m%) des écailles d'*A. boyeri*. 1 - Etang de Leucate; 2 : Etang de Canet; 3 - Bourdigou; p% : pourcentage d'individus présentant un nouvel annulus.

— la croissance reprend, selon les cohortes et les milieux, entre mars et avril et la majorité des annuli sont formés en septembre octobre; les différences entre les milieux sont faibles et, d'une façon générale, les jeunes Athérines sont les premières à former leur annulus; les poissons âgés présentent un retard qui s'accroît avec leur âge;

— les valeurs de $m\%$ évoluent en harmonie avec celles de $p\%$; les marges augmentent à partir du printemps et se stabilisent à des valeurs différentes selon les milieux; sur l'étang de Leucate, la croissance des écailles cesse à partir du mois d'octobre et $m\%$ reste stable à 23-26% jusqu'en mars-avril; la croissance hivernale est donc ici partiellement nulle. Sur l'étang de Canet, $m\%$ atteint rapidement (juillet) son plateau; ceci indique un arrêt précoce de la croissance, vraisemblablement à cause de mauvaises conditions estivales. Il convient cependant de noter que la valeur atteinte par la marge relative ($m = 28\%$) est importante, ce qui indique que les Athérines de l'étang de Canet ont une croissance initiale rapide. C'est sur le Bourdigou que la croissance des écailles est la plus continue; en effet, malgré un ralentissement automno-hivernal, les valeurs de $m\%$ ne cessent de croître jusqu'en avril, avant la formation d'un nouvel annulus. Il n'y a donc pas sur le Bourdigou et contrairement à ce que l'on observe sur les étangs, d'arrêt hivernal de la croissance; elle est seulement ralentie.

La croissance linéaire

Cas général

La longévité des Athérines étant réduite, il serait illusoire de vouloir décrire correctement leur croissance à l'aide d'une loi mathématique. Nous avons donc choisi de définir cette croissance par l'évolution saisonnière de la taille moyenne des Athérines des différentes cohortes. De plus, les individus des deux sexes ont vraisemblablement des croissances différentes (Kohler, 1976; Berrebi, 1978) et seront envisagés séparément.

En tenant compte, d'une part, de la date d'apparition des juvéniles dans les captures, et d'autre part, des tailles observées en élevage par Gogueheim (1974), les dates de naissance ont été fixées au :

- 1er juillet sur l'étang de Leucate;
- 15 juin sur l'étang de Canet;
- 15 juin sur le Bourdigou.

Ceci nous permettra d'effectuer des comparaisons entre les milieux

Les valeurs saisonnières de la longueur standard moyenne des différentes cohortes sont rassemblées, par sexe et par milieu, dans le

tableau 1. Elles sont représentées graphiquement sur la planche 3. Dans la mesure du possible, les échantillons ont été utilisés sans remaniements; quelques-uns, qui présentaient des effectifs trop faibles, ont été regroupés.

Au cours de la première année, la croissance d'*A. boyeri* présente un ralentissement hivernal plus ou moins marqué. A l'exception du Bourdigou, où les femelles ont tendance à grandir plus vite que les mâles, les individus des deux sexes n'ont pas des croissances très différentes. Les Athérines de l'étang de Leucate ont une croissance lente, mais assez régulière, et les individus mesurent environ 45 mm Lst. au terme de leur premier hiver. Les Athérines de l'étang de Canet cessent de grandir dès l'âge de trois mois, à la taille de 35 mm Lst. Quant aux individus du Bourdigou, ils présentent, après une croissance initiale très rapide, une stagnation, voire une diminution apparente de leur taille moyenne (46-51mm) en désaccord avec la continuité de la croissance hivernale des écailles. Ce point sera revu dans le paragraphe suivant.

Considérée dans son ensemble, la croissance des Athérines de chaque milieu s'accorde bien avec ce qui vient d'être vu au sujet de la première année. C'est sur le Bourdigou que la croissance est la meilleure ceci résulte d'une croissance initiale rapide. En effet, il n'y a pas, au-delà du sixième mois, de différence entre les taux de croissance annuels des Athérines du Bourdigou et de celles de l'étang de Leucate; ces valeurs sont de l'ordre de 13 à 14 mm en moyenne sur les deux milieux. Quant à l'étang de Canet, la croissance y est très faible, de l'ordre de 5 mm par an après les premiers mois.

Les Athérines femelles âgées de plus d'un an sont souvent plus grandes que leurs homologues mâles. Ce dimorphisme est d'autant plus difficile à chiffrer que l'évolution de la taille moyenne se fait irrégulièrement dans les captures. On peut cependant en avoir une première approximation au moyen des tailles maxima significativement présentes dans les captures (Lst. en mm).

	Leucate	Canet	Bourdigou
Mâles	69	62	75
Femelles	75	71	82

Les mâles sont donc de 8 à 13% plus petits que les femelles.

Cas du Bourdigou

La diminution hivernale de la taille moyenne des juvéniles résulte de divers facteurs parmi lesquels les mouvements, vers le milieu marin d'une partie de la population, jouent certainement un grand rôle. Ce point de vue est largement confirmé par les observations sur

TABLEAU 1

Croissance linéaire d'Atherina boyeri sur les milieux prospectés.

LEUCATE			CANET			BOURDIGOU		
Age (Mois)	Lst. Mâles (mm)	Lst. Femelles (mm)	Age (Mois)	Lst. Mâles (mm)	Lst. Femelles (mm)	Age (Mois)	Lst. Mâles (mm)	Lst. Femelles (mm)
0.59	18.54	20.30	1.05	28.98	29.44	1.05	29.14	30.54
0.79	21.23	21.70	2.96	34.98	34.43	2.89	45.18	46.75
2.47	29.36	32.40	3.91	35.44	26.28	3.95	50.10	51.03
3.81	34.14	34.47	5.00	35.19	34.48	5.00	50.84	50.90
4.73	36.11	40.50	10.95	/	47.41	6.87	46.25	48.29
7.00	41.14	45.27	11.01	50.00	/	8.78	47.62	50.84
8.02	46.58	46.61	13.05	44.64	/	9.90	48.28	50.15
9.44	45.14	45.21	13.12	/	48.63	10.13	52.02	55.22
10.06	42.29	44.62	14.89	/	54.29	10.62	48.74	50.48
10.55	49.90	51.94	14.96	48.52	/	11.01	52.24	56.47
11.64	49.05	/	15.91	48.36	53.15	12.00	54.40	57.29
11.70	/	50.45	17.00	55.09	55.25	13.05	56.28	59.25
12.76	/	45.41	25.18	/	58.40	14.89	60.25	65.00
12.79	49.32	/	27.91	/	52.50	15.95	/	66.00
15.81	52.73	54.38	29.00	/	59.43	17.00	63.60	65.20
16.73	53.00	52.00				18.87	58.67	/
19.00	59.36	64.12				20.78	60.00	68.50
20.02	57.81	58.59				21.90	64.33	/
21.44	60.00	63.67				22.00	/	67.84
22.32	63.00	/				22.19	66.41	/
22.49	/	68.90				22.26	/	70.00
23.64	/	63.33				22.88	67.60	/
24.76	/	64.57				22.98	/	70.97
24.79	63.67	/				23.01	/	69.36
27.81	63.00	60.25				24.00	66.14	68.42
28.73	/	73.00				25.05	68.33	69.31
31.00	/	75.00				34.13	69.50	/
32.00	65.75	73.33				34.29	/	74.50
34.55	/	75.00				34.92	/	75.43

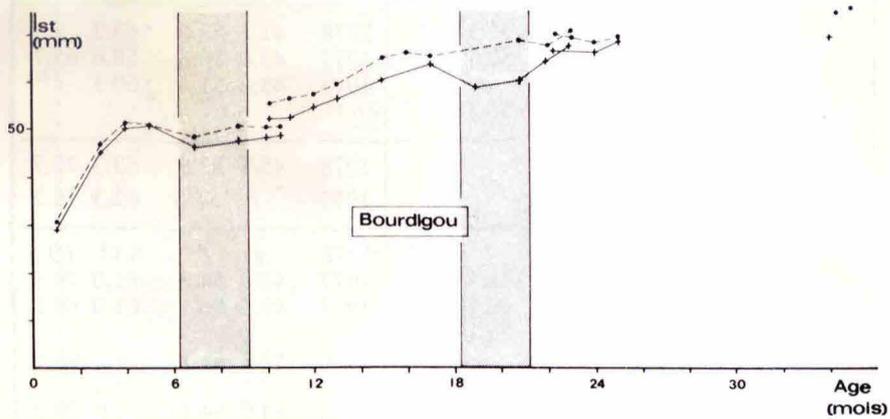
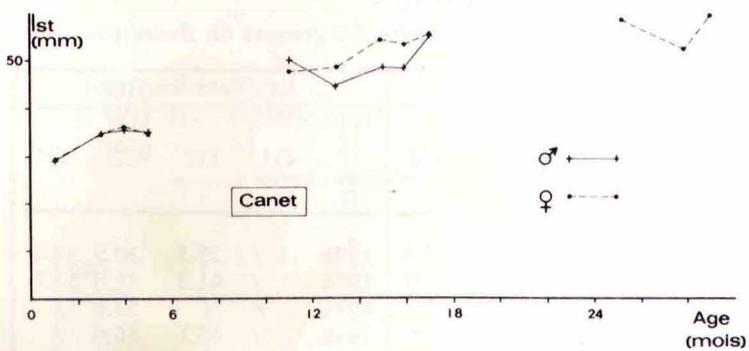
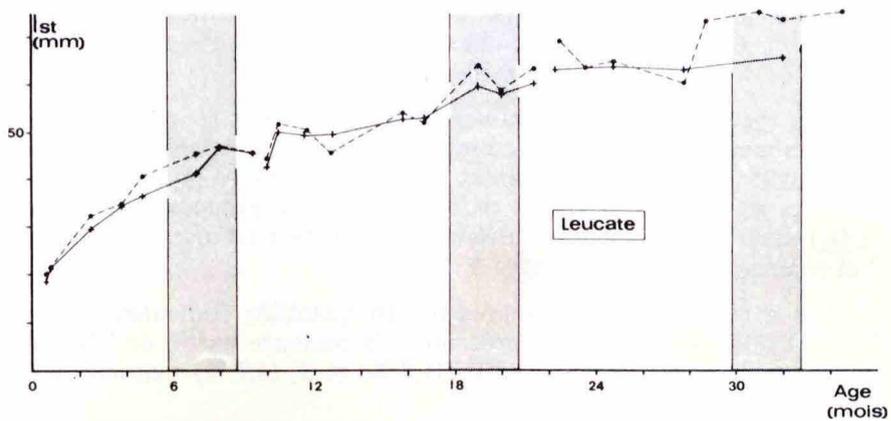


Planche 3 — Croissance linéaire d'*Atherina boyeri* sur les trois milieux prospectés. L'hiver est représenté en grisé.

la parasitologie et l'alimentation des individus (Marfin, 1981). L'échantillonnage du Bourdigou est assez important (3 378 individus) et nous avons étudié l'évolution des tailles moyennes des composantes normales des cohortes par la méthode de Harding.

Les résultats obtenus montrent qu'il faut le plus souvent trois, et au maximum quatre, composantes pour expliquer l'échantillonnage. Les moyennes de ces composantes ont été juxtaposées de façon à former des ensembles cohérents définissant quatre groupes (G₁, G₂, G₃ et G₄) dont les croissances, différentes, sont décrites dans le tableau 2 et représentées sur la planche 4.

Ces groupes ne sont pas présents en quantités équivalentes; les G₂ (45,3 %) et G₃ (30,1 %) représentent la majeure partie de l'échantillonnage sexes confondus. Les G₁ (11,9 %) et G₄ (4,7 %) sont mineurs,

TABLEAU 2

Etude détaillée de la croissance linéaire des groupes du Bourdigou.

Age (Mois)	Lst. Mâles (mm)				Lst. Femelles (mm)					
	Cohorte	G1	G2	G3	G4	Cohorte	G1	G2	G3	G4
1.05	1978	/	24.3	29.7	35.8	1978	/	25.5	30.9	39.4
2.89	1978	30.1	40.0	47.7	55.0	1978	/	41.3	48.8	57.7
3.95	1978	/	43.8	52.7	/	1978	/	/	53.8	/
5.00	1978	/	43.7	52.1	58.6	1978	/	46.1	56.0	/
6.87						1978	38.4	49.1	/	/
8.78	1978	37.9	47.0	/	60.2					
9.90	1978	40.1	49.4	57.1	64.7	1978	41.2	50.6	63.2	/
10.13	1977	44.2	51.3	57.1	62.3	1977	43.0	50.6	58.6	65.7
10.62	1978	42.3	51.8	/	/	1978	43.8	51.4	60.3	/
10.85	1978	/	50.1	55.1	63.3					
11.01						1978	45.7	53.9	63.3	72.7
						1977	/	51.6	62.3	70.3
11.21						1978	/	/	6,15	69,5
12.00	1977	44.8	51.5	58.7	65.3	1977	45.8	54.2	61.0	70.5
13.05	1977	47.2	54.5	60.3	65.7	1977	49.6	56.1	61.0	68.9
22.19	1976	58.4	63.5	71.1	75.9					
22.26						1976	58.3	65.1	73.2	83.6
22.59	1977	/	63.9	72.2	77.3					
22.98						1976	63.2	69.1	75.0	79.7
23.01						1977	65.5	69.0	73.8	79.7
24.00	1976	55.3	61.5	69.8	74.0					
25.05						1976	65.9	70.4	76.9	/

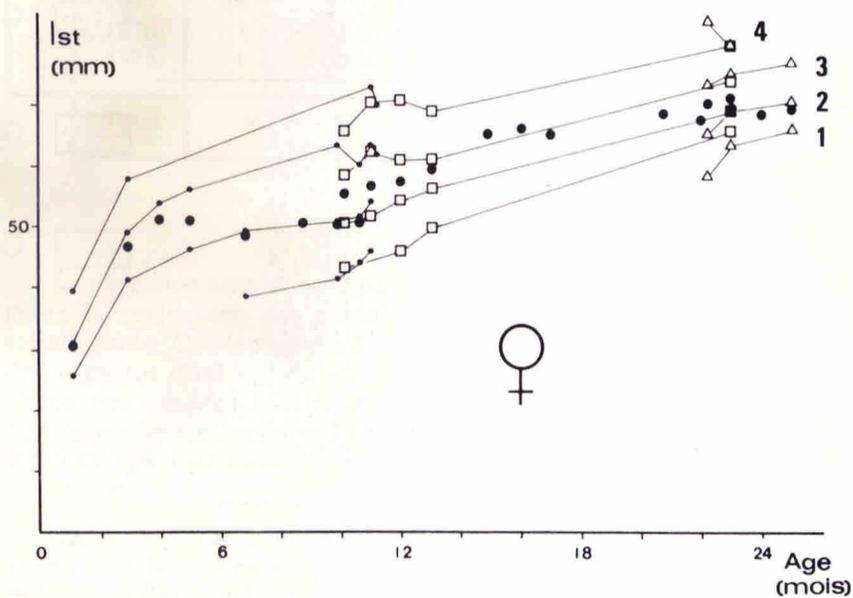
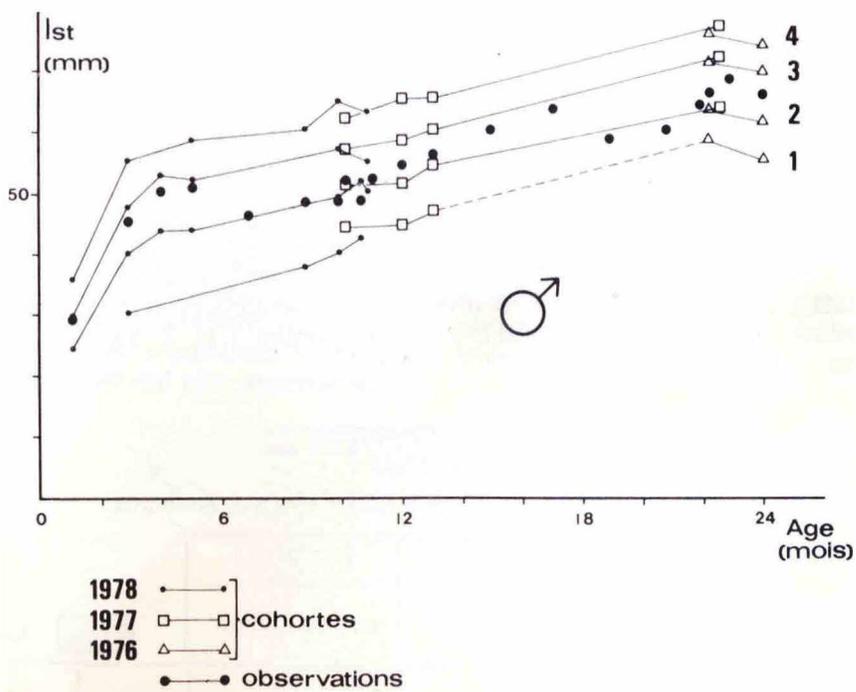


Planche 4 — Croissance linéaire des différents groupes du Bourdigou.

mais significatifs, dans la mesure où leurs évolutions chronologiques sont très cohérentes.

L'évolution de la composition des captures (fig. 3) montre que le groupe 3 est prépondérant de juillet à novembre pour la cohorte 1978; il est relayé par les groupes 1 et 2 jusqu'en mai, puis redevient dominant au cours du même mois. Dans l'ensemble, l'évolution générale aboutit à la disparition plus ou moins rapide du groupe 3 de l'aire d'échantillonnage, les éléments de ce groupe n'apparaissant plus dans les captures qu'en période de reproduction (avril à juillet; Marfin, 1981). Il en résulte que le Bourdigou est essentiellement peuplé, au cours de l'hiver, par les Athérines des groupes 1 et 2, qui sont en moyenne de petits individus.

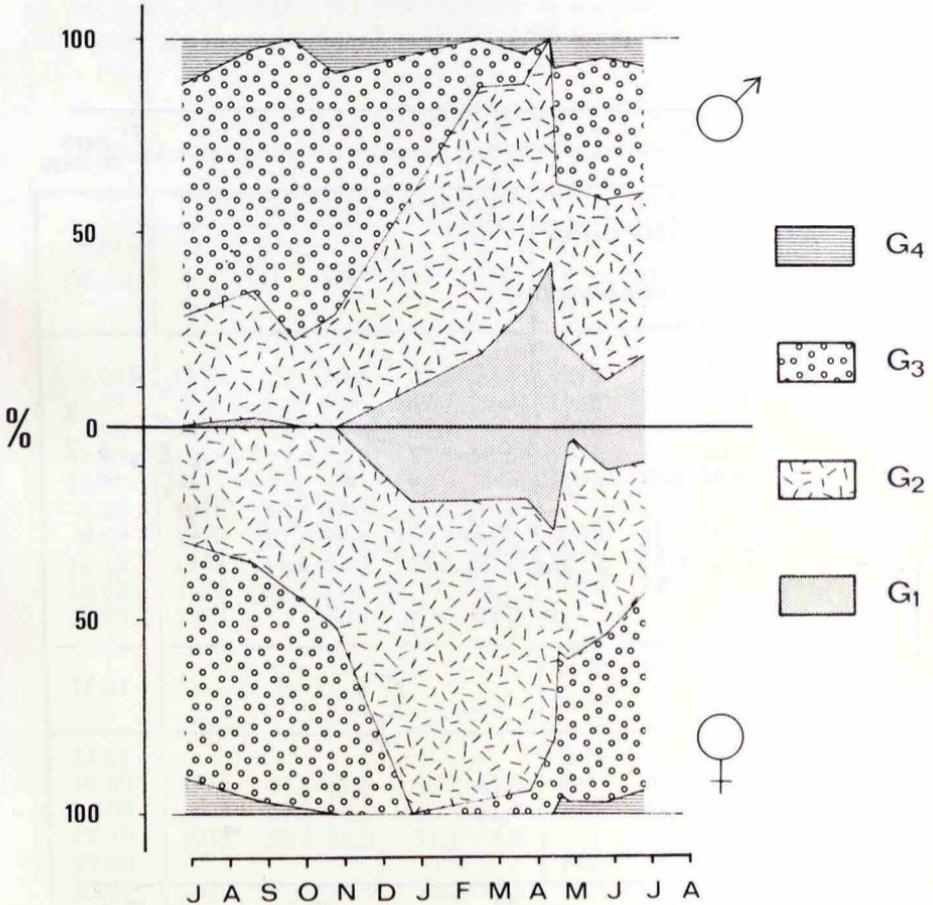


Fig. 3. : Composition des captures sur le Bourdigou : évolution des groupes au cours de la première année de croissance.

Structures de population

Nous les avons calculées à partir de l'apparition des poissons de la cohorte 1978 dans les captures. Les résultats du tableau 3 montrent que les diverses populations se composent toutes de plus de 95% d'Athérines de moins de deux ans. Les individus mâles ont une longévité un peu inférieure à celle des femelles et les populations des premiers comportent, en pourcentages, toujours plus d'animaux de l'année que les populations des secondes. Il convient enfin de remarquer que les croissances les plus rapides, comme celles que l'on observe sur le Bourdigou, semblent entraîner une réduction de la longévité. A l'inverse, les populations à croissance lente, comme celle de Canet, ont une longévité plus importante.

TABLEAU 3

Structures des populations d'*Atherina boyeri* (valeurs en %).

		LEUCATE		CANET		BOURDIGOU	
		Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Cohortes	1978	77.9	74.4	73.5	62.4	82.5	76.8
	1977	19.7	21.2	26.2	34.5	15.8	20.8
	1976	2.1	4.2	0.3	3.1	1.7	2.4
	1975	0.2	0.2	/	/	/	0.1
Total		467	453	321	449	867	1905

DISCUSSION-CONCLUSIONS

Les lagunes sont des milieux dont la complexité n'est plus à souligner; la croissance des poissons y est difficile à aborder de façon satisfaisante. Ces études nécessitent une connaissance précise de l'âge des captures qu'il est difficile d'obtenir par la voie statistique dans le cas des espèces à faible longévité et à longue période de reproduction comme *Atherina boyeri*. Il semble nécessaire, dans ce cas, d'identifier des marques naturelles et de vérifier la périodicité de leur apparition.

Les annuli que nous décrivons ont une grande constance typologique; leur formation semble résulter d'une brève phase de croissance en hauteur des écailles, suivie d'une reprise de la croissance approximativement isodiamétrique. L'apparition de cette structure scalaire, souvent double, n'a pu être reliée à un phénomène facile à apprécier

(élévation de la température de l'eau, maturation des produits génitaux...); d'autant que les Athérines forment leurs annuli de plus en plus tard à mesure qu'elles vieillissent. Il convient enfin de signaler que, quelle que soit leur taille, tous les individus marquent un annulus au cours de leur premier hiver.

La croissance des Athérines, essentiellement estivo-automnale, est pratiquement stoppée en période hivernale sur les étangs. La reprise de croissance se fait au cours du printemps pour les individus de l'année; elle se décale vers l'automne pour les Athérines plus âgées, dont la croissance est très réduite. Toutes ces modalités sont assez semblables à celles qu'observent Castel et coll. (1977) sur les *A. boyeri* du bassin d'Arcachon.

Les Athérines présentent un dimorphisme sexuel, déjà signalé par Boscolo (1970 : lagune de Venise) et Kohler (1976 : étang du Prévost), par lequel les individus femelles atteignent, à partir de l'âge d'un an et de façon de plus en plus accentuée en vieillissant, des tailles supérieures à celles des mâles. Ce dimorphisme est renforcé par une longévité moyenne un peu plus élevée chez les femelles que chez les mâles; en tout état de cause, cette longévité est de l'ordre de deux ans pour la majorité des populations.

La croissance des Athérines n'est pas identique sur tous les milieux prospectés. Elle est meilleure sur le Bourdigou que sur l'étang de Leucate, essentiellement à cause de la rapidité de la croissance sur l'estuaire au cours des premiers mois. Ceci tend à montrer que, dans des conditions naturelles, les possibilités de croissance de l'espèce sont fixées assez rapidement. L'étang de Canet ne semble pas favorable au bon développement d'*A. boyeri*; Herve (1978) et Roblin (1980) font d'ailleurs les mêmes observations sur la croissance de diverses espèces de poissons (Loups, Athérines et Syngnathes). Ces mauvaises conditions résultent très vraisemblablement du développement d'une phanérogame; *Ruppia maritima*, dont l'extension maximale (2/3 de la surface de l'étang sur toute la colonne d'eau) est estivale.

On ne connaît pas exactement l'origine de la formation des groupes du Bourdigou; il est cependant possible que les groupes 2, 3 et 4 soient issus de pontes synchrones et que le groupe 1 provienne d'une ou plusieurs pontes tardives. En effet, ce dernier groupe apparaît tardivement dans les captures. Par ailleurs, la croissance des groupes s'exprime bien par une fonction linéaire du temps, à partir de l'âge de trois mois, du type : $L_t = a.t + b$, avec : L_t taille au temps t , a et b : constantes.

L'examen des constantes de pente (tableau 4) montre que les groupes 2, 3 et 4 ont des croissances sensiblement identiques, quoique différentes pour les deux sexes; les groupes 1 ont des croissances plus rapides que les autres, ce qui leur permet, dans une certaine mesure, de rattraper leur retard initial.

TABLEAU 4

Formulation linéaire de la croissance des groupes du Bourdigou.

Sexe	Groupes	Période d'ajustement (Mois)	Pente de l'AMR	Ordonnées à l'origine (mm)	Variance de la pente	r
Mâles	1	2.89 - 24.00	1.30	28.03	0.016	0.967
	2	2.89 - 24.00	1.09	38.65	0.004	0.982
	3	2.89 - 24.00	1.09	45.89	0.005	0.982
	4	2.89 - 24.00	1.02	52.60	0.004	0.981
Femelles	1	6,87 - 25.05	1.54	27.51	0.007	0.987
	2	2.89 - 25.05	1.28	38,58	0.002	0.992
	3	2.89 - 25.05	1.14	48.49	0.005	0.978
	4	2.89 - 22.98	1.14	55.92	0.015	0.953

Selon Marfin (1981), la compétition intraspécifique est assez forte sur le Bourdigou; elle se traduit par une alimentation différentielle en fonction de la taille des individus. Cette compétition semble particulièrement liée au fait que le milieu, de superficie modeste (25 ha), se comporte comme une nurserie vis à vis des Athérines et en abrite d'importantes quantités en période de forte croissance. Il semble donc, en définitive, que ce rapide étalement des tailles soit, d'une part, un facteur de survie de la population du Bourdigou en lui permettant d'exploiter au mieux le potentiel trophique de l'estuaire, et d'autre part, une manifestation du potentiel adaptatif de l'espèce *A. boyeri*.

Compte tenu des méthodes d'étude, nos résultats s'intègrent bien à l'ensemble des données sur la croissance de l'espèce dans sa zone de répartition (tabl. 5). La croissance d'*A. boyeri* est susceptible de beaucoup varier d'un milieu à un autre sans que les causes de ces variations soient clairement établies; il semble toutefois que la quantité de nourriture et sa disponibilité jouent un grand rôle dans ces fluctuations.

L'existence de groupes à croissances et à déplacements différents montre que, sur le Bourdigou tout au moins, les Athérines ont une phase marine dont l'importance semble, à la fois, croître avec l'âge des individus et dépendre de leur taux de croissance. Ce phénomène n'a pu être mis en évidence que sur le Bourdigou; rien ne permet cependant de supposer qu'il ne se produit pas sur les étangs voisins. Ceci pourrait être démontré à l'aide d'un échantillonnage lagunaire important et suivi durant une assez longue période, et par une caractérisation précise — qui peut être biochimique — des stocks lagunaires et marins de l'espèce *Atherina boyeri*.

TABLEAU 5

Données de la littérature sur la croissance d'*Atherina boyeri*

Auteur (année)	Lieu	Lst. à 1 an (mm)	Lst. à 2 ans (mm)	Méthodes
BOSCOLO (1970)	Venise (Mer)	73	env. 100	Evaluation sur histogrammes
CASTEL et coll. (1977)	Bassin d'Arcachon	60	/	Evaluation sur histogrammes
MARKEVICH (1977)	Mer d'Aral	60	85	Analyse de cohortes
	Mer Caspienne et Mer Noire	40	/	
HERVE (1978)	Etang et Leucate	37.5	54.0	Rétrocalcul (LEA)
	Etang de Canet	39.4	51.5	
Présente étude	Etang et Leucate	49	63-64	Analyse de cohortes
	Etang de Canet	44-48	58	
	Bourdigou	54-57	66-68	

BIBLIOGRAPHIE

- BERREBI P. (1978) — Contribution à l'étude biologique des zones saumâtres littoral méditerranéen français. Biologie d'une Microsporidie : *Glugea atherinae* n. sp. parasite de l'Athérine : *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Poisson, Téléostéen) des étangs côtiers. *Thèse 3ème cycle U.S.T.L. Montpellier* : 196 p.
- BERREBI P. et BRITTON-DAVIDIAN J. (1980). — Enzymatic survey of four populations of *Atherina boyeri* based on electrophoresis and the occurrence of a microsporidiosis. *J. Fisch Biol.*, 16 : 149-157.
- BOSCOLO L. (1970). — Osservazioni sulla biologia e sulla pesca dell'*Atherina boyeri* Risso, 1810, vivente nelle acque dell'alto Adriatico. *Boll. Pesca Piscicult. Idrobiol.*, 25 (1) : 61-79.
- CASTEL J, CASSIFOUR P. et LABOURG P.J. (1977). — Croissance et modification du régime alimentaire d'un Téléostéen mugiliforme : *Atherina boyeri* Risso, 1810 dans les étangs saumâtres du bassin d'Arcachon. *Vie milieu*, 27 (3 A) : 385-410.
- DE ANGELIS R. (1960). — Exploitation et description des lagunes saumâtres de la Méditerranée. *Etudes et Revue C.G.P.M., FAO*, 12 : 1-46.
- GOGUENHEIM J. (1974). — Etudes préliminaires sur la reproduction d'*Atherina boyeri* Risso, 1810 du Bassin de Thau. *Bull. U.O.F.*, 6 (2) : 14.

- HERVE P. (1978). — Ichthyofaunes comparées de deux étangs littoraux du Roussillon : Salses-Leucate et Canet-Saint-Nazaire. *Thèse 3ème cycle Paris VI* : 253 p.
- KIENER A. et SPILLMANN C.J. (1969). — Contribution à l'étude systématique et écologique des Athérines des côtes françaises. *Mém. Mus. Hist. nat. Paris n.s. (A) Zool.*, 60 (2) : 1-74, 8 pl.
- KOHLER A., (1976). — Observations biologiques et biométriques sur *Atherina boyeri* Risso dans l'étang du Prévost à Palavas (Hérault). *Vie Milieu*, 26 (1) : 157-174.
- MARFIN J. P. (1981). — Biologie de l'Athérine : *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Poisson-Téléostéen) dans trois milieux saumâtres du Roussillon (Leucate, Canet, Bourdigou). *Thèse 3ème cycle Paris VI* : 238 p.
- MARKEVICH N.B. (1977). — Some morphophysiological indices of the Silverside, *Atherina mochon pontica* in the Aral sea in connection with the age structure of its population. *J. Ichthyol*, 17 (4) : 618-626.
- QUIGNARD J.P. et ZAOUALI J. (1980). — Les lagunes périméditerranéennes : bibliographie ichthyologique annotée, 1ère partie : les étangs français de Canet à Thau. *Bull. Off. natn. Pêche.*, Tunisie, 4 (2) : 293-360.
- QUIGNARD J.P. et ZAOUALI J. (1981). — Les lagunes périméditerranéennes : bibliographie ichthyologique annotée, 2ème partie : les étangs français d'Ingril à Porto-Vecchio. *Bull. Off. natn. Pêch.*, Tunisie, 5 (1) : 41-96.
- ROBLIN C. (1980). — Etude comparée de la biologie du développement (gonadogénèse, croissance, nutrition) du loup : *Dicentrarchus labrax* en milieu naturel et en élevage contrôlé. *Thèse 3ème cycle U.S.T.L. Montpellier* : 272 p.