

AGE ET CROISSANCE DE L'ALLACHE OU SARDINELLE RONDE (*SARDINELLA AURITA* VALENCIENNES, 1847) DANS LA REGION DU CAP BON (TUNISIE)

Adel Gaamour*, Missaoui Hachmi**, El Abed Amor * et Deniel Christian ***

* Institut National des Sciences et Technologies de la Mer Rue du 2 Mars 1934, 2025 Salammbô

** Institut National Agronomique de la Tunisie 43 avenue Charles Nicolle 1002 Tunis

*** Laboratoire des Ressources Halieutique "Poissons Marins" I. U. E. M 29200 Plouzané France

ملخص

دراسة عمر ونمو اللاتشة بجهة الوطن القبلي (تونس): قطعة كلسية جديدة، غطاء خياشيم الأذن، استخدمت لتقدير عمر 2099 سمكة من اللاتشة مصطادة بجهة الوطن القبلي. امتدت فترة أخذ العينات البيولوجية الشهرية من جوان 1994 إلى ديسمبر 1995 ومن جوان إلى سبتمبر 1996. علاقة طول السمكة بشعاع غشاء خياشيم الأذن التي حددت واستعملت في هذه الدراسة هي $LF = 22,25 RT^{0,994}$. قد تم التثبت من صحة الطريقة المستعملة لدراسة العمر بالاستناد على الامتداد الحافي لحاقيات النمو وعلى النسبة المئوية للأفراد ذي حلقات نمو حافية. أثبتت هذه الدراسة أن للاتشة دورتي نمو في السنة الواحدة. تحليل مفتاح العمر والطول يمكن من الاستنتاج بأن الإناث تفوق الذكور في أغلب مجموعات الأعمار. قد وقع استخراج المعطيات البيولوجية للنمو حسب الطول لنموذج فان برطلنفي باستعمال الطريقة المباشرة (تعداد حلقات النمو) وكذلك طريقة الحساب العكسي. المنحنيات البيانية المتحصل عليها باستعمال نتائج هذه الطريقة الأخيرة أكثر وصف لنمو اللاتشة بجهة الوطن القبلي. المفاتيح: المعطيات البيولوجية للنمو. اللاتشة. الوطن القبلي. تونس.

RESUME

Une nouvelle pièce osseuse, l'os operculaire, est utilisée pour l'estimation de l'âge de 2099 allaches (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) capturées dans la région du Cap Bon. La période de l'échantillonnage, avec un rythme mensuel, s'étale de juin 1994 à décembre 1995 et de juin à septembre 1996. La relation entre la longueur à la fourche du poisson (LF) et le rayon de l'operculaire (RT) retenue est $LF = 22,25 RT^{0,994}$. La validation de l'estimation de l'âge est réalisée directement par le suivi mensuel de l'allongement marginal moyen et du pourcentage d'individus à zone hyaline marginale. Cette étude a montré que l'allache possède un cycle de croissance double par an. L'analyse de la clé âge-longueur montre que les femelles dominent dans la plupart des groupes d'âges. Les paramètres de croissance en longueur selon le modèle de Von Bertalanffy sont estimés par dénombrement direct des zones hyalines et par retrocalcul. Les courbes de croissance obtenues par l'emploi des données retrocalculées décrivent mieux la croissance de l'allache dans la région du Cap Bon.

Mots clés : *Sardinella aurita*, allache, os operculaire, âge, croissance, validation, Cap Bon, Tunisie.

ABSTRACT

Age and growth of the round sardine (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) in the Cap Bon area (Tunisia)

A new osseous part, the opercula bone, is used to estimate the age of 2099 round sardine (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) captured in the Cape Bon area. The period of sampling, with a monthly rhythm, is spread out June 1994 at December 1995 and from June to September 1996. The relation between the length of fish (LF) and the ray of opercula (RT) is $LF = 22,25 RT^{0,994}$. The validation of the age estimate method is carried out directly by the monthly follow-up of average marginal lengthening and the percentage of individuals with marginal hyaline zone. This study showed that the round sardine has a double cycle of growth per year. The analysis of the key age-length shows that the females dominate in the majority of the age groups. The parameters of growth in length according to the model of Von Bertalanffy are estimated by direct enumeration of the hyaline zones and retrocalcul. The curves of growth obtained by employ retrocalculated data describe better the growth of the round sardine in the Cap Bon area.

Key words : *Sardinella aurita*, round sardine, opercula bone, age, growth, validation, Cap Bon, Tunisia.

INTRODUCTION

La croissance de l'allache ou sardinelle ronde (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) a fait l'objet de nombreuses études (Ananiades, 1952 ; Oliver et Navaro, 1952 ; Ben Tuvia, 1956 ; Dieuzeide et Roland 1957 ; El Magreby *et al.*, 1970 ; Ghéno, 1975 ; Kartas, 1981 ; Boely, 1979 ; Shuyuan et Tsongchion, 1983 ; Camarena, 1986 ; Fréon, 1988 ; ...). Dans tous ces travaux l'âge a été estimé par la lecture des écailles et/ou par la décomposition des fréquences de tailles. Ghéno (1975) a souligné l'impossibilité d'emploi des otolithes. Tous les auteurs s'accordent sur les grandes difficultés d'interprétation des écailles : faible netteté, irrégularité des marques, présence d'un grand nombre d'annuli supplémentaires qui peuvent être confondus avec ceux annuels ou saisonniers.

Les résultats des études de l'âge de l'allache divergent et la chronologie d'apparition des zones de croissance indispensable pour la détermination de l'âge (Beamish et McFarlane, 1983 et 1987 ; Ombredane et Baglinière, 1992) n'a pas été établie.

La détermination de l'âge des poissons est nécessaire à la connaissance de la biologie et de la dynamique des populations exploitées ou non (Daget et Le Guen, 1975). En Tunisie, l'allache est une espèce d'importances économique et sociale non négligeable. Néanmoins, les études de la croissance de l'espèce dans les eaux tunisiennes sont très rares. Il est donc indispensable d'estimer l'âge de l'allache afin la suite de déterminer les paramètres de croissance qui peuvent être intégrés dans les modèles d'évaluations des stocks de cette espèce.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude et prélèvement

Les allaches étudiées dans ce travail ont été échantillonnées au port de Kélibia, principal port de la région du Cap Bon (nord-est de la Tunisie), à partir des débarquements de la pêche au lamparo. Ces unités de pêche professionnelle fréquentent, pendant les nuits sans lune, la zone de transition entre les bassins occidental et oriental de la Méditerranée (Fig. 1). Celle-ci se caractérise par des fonds rocheux et un plateau continental assez restreint (Azzouz et Ben Othman, 1975). La température de l'eau en surface présente des variations intra-annuelles de grande amplitude ; l'écart entre le mois le plus chaud (août : 25°C) et le plus froid (février : 13,7°C) est de 11,3°C.

Au total 2099 allaches ont été échantillonnées mensuellement ; de juin 1994 à décembre 1995 et de juin à septembre 1996. Pour chaque individu ont été relevés : la longueur à la fourche LF (en mm) ; le sexe ; le stade

macroscopique de maturité sexuelle suivant une échelle composée de six stades (Le Duff, 1997 ; Gaamour, 1999) et l'os operculaire gauche.

Validation de l'estimation de l'âge

Ce sont les zones hyalines (sombres sur fond noir) de l'os operculaire qui ont été suivies, les observations de l'opercule étaient réalisées après un bain d'alcool 95°.

La validation de la détermination de l'âge a été réalisée directement par le suivi mensuel :

- du pourcentage moyen d'allache à zone hyaline marginale (% ZHM) : pour tous les individus échantillonnés de juin 1994 à décembre 1995 ;
- de l'allongement marginal moyen (AM) d'un sous échantillon d'une vingtaine de spécimens par mois pour la période allant de juin 1994 à décembre 1995.

Pour la détermination de AM, les mesures suivant deux axes ont été effectuées à l'aide d'un système d'analyse d'images et le logiciel Images - tools (Fig. 2). Le but de cette démarche est de choisir le meilleur axe de mesure en se basant sur la valeur du coefficient de détermination. La relation entre la longueur du poisson (LF en mm) et le rayon de l'operculaire (Rt en mm) a été établie suivant le modèle fonction puissance d'équation : $LF = a Rt^b$. La résolution de cette équation a été effectuée après transformation logarithmique et ajustement par la méthode des moindres carrés. Les âges à la formation de chacune des zones hyalines pour un individu donné ont été recalculés en se basant sur la formule suivante :

$$\text{Log}(LFi) = b \text{Log}(Ri / RT) + \text{Log}(LF)$$

avec :

- LFi : longueur à la fourche, en mm, à la formation de la ième zone hyaline ;
- LF : longueur à la fourche, en mm, à la date de capture du poisson ;
- Ri : rayon de l'opercule, en mm, à la formation de la ième zone hyaline ;
- RT : rayon de l'opercule, en mm, à la formation de la ième zone hyaline ;
- b : paramètre.

Modèle de croissance

En se basant sur la date de naissance moyenne établie par Gaamour en 1999 et le nombre de zones hyalines on a représenté sous forme de tableau une clé âge-longueur pour l'ensemble des individus dont l'âge a pu être déterminé.

Les équations de croissance en longueur selon le modèle de croissance de Von Bertalanffy ont été établies pour les mâles et les femelles en incorporant les individus de sexe non déterminable,

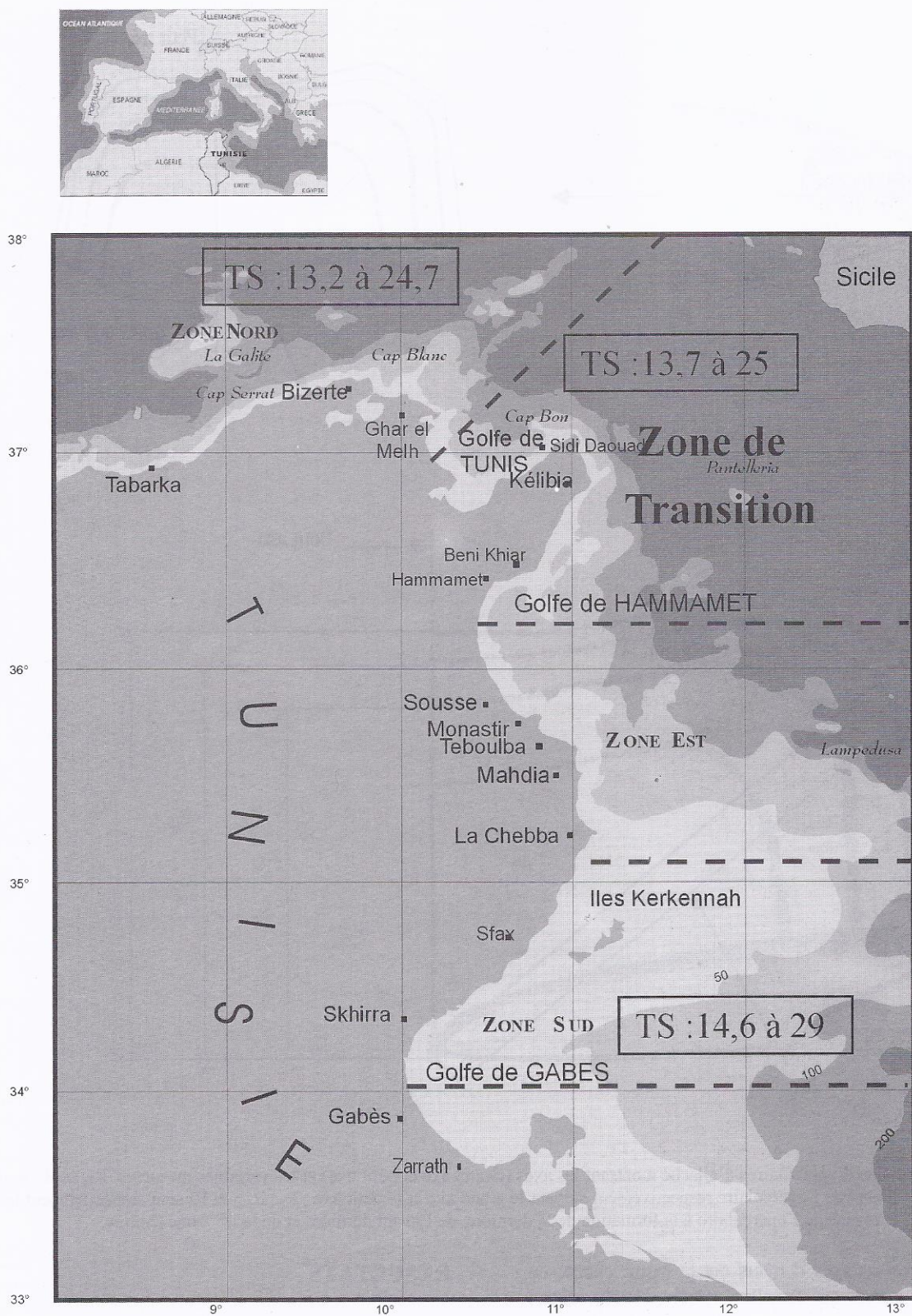


Fig. 1 : Carte et situation géographique de la Tunisie.

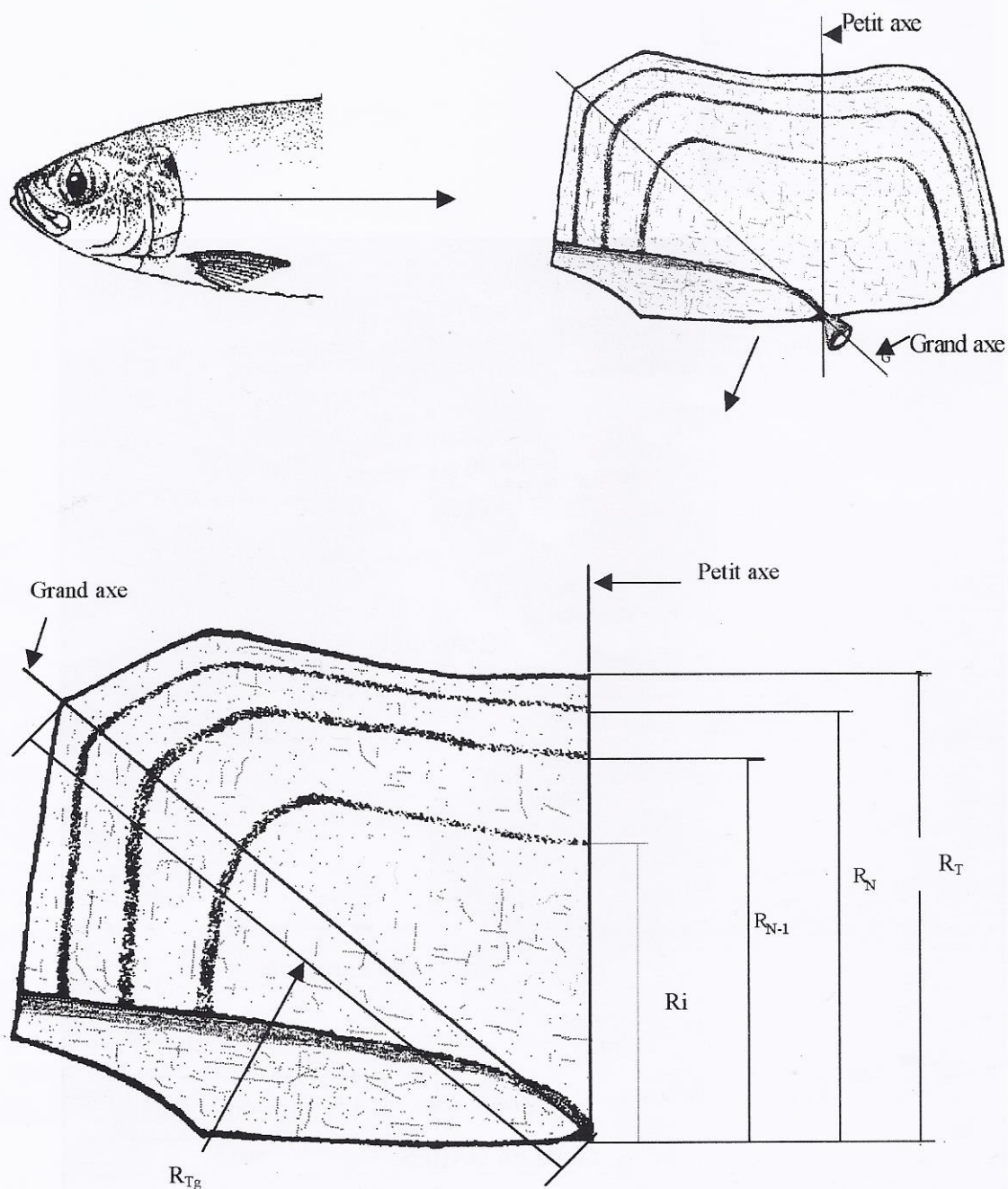


Fig. 2 : Schéma d'operculaires d'allache montrant les axes (Grand axe et petit axe) et les variables mesurées. R_{Tg} et R_T sont les rayons totaux de l'operculaire respectivement suivant le grand axe et le petit axe ; R_N , R_{N-1} et R_i sont respectivement les rayons de l'operculaire à la formation de la dernière, de l'avant dernière et de la $i^{\text{ème}}$ zone hyaline.

considérant que ces derniers ont la même chance de devenir mâles ou femelles (Boely, 1979). Deux types de données ont été ajustés : les données âge-longueur obtenues par retrocalcul et les données âge-longueur obtenues par dénombrement direct des zones hyalines. La résolution des équations a été réalisée par itération suivant le modèle de Quasi-Newton, à l'aide du logiciel Statistica.

RESULTATS

Distribution des fréquences des tailles (Fig. 3 , Tableau I)

Les longueurs à la fourche observées sont comprises entre 81 et 240 mm. Pour les femelles, les plus nombreuses dans l'échantillon, ces valeurs

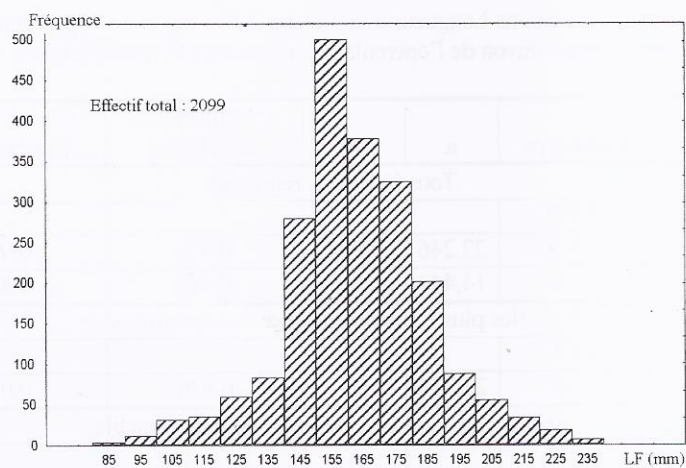


Fig. 3 : Distribution des fréquence des longueurs à la fourche (LF en mm) des allaches de la présente étude.

Tableau I : Valeurs extrêmes, moyennes et écart-types des longueurs à la fourche (en mm) et effectif par sexe des individus échantillonnés.

Longueur	Sexe		
	Femelles	Mâles	Non déterminable
Minimale	95	105	81
Moyenne	167	162	110
Maximale	240	236	140
Ecart type	22,4	17,6	13,1
Effectif	1133	909	57

sont respectivement de 95 et 240mm. La taille maximale observée chez les mâles est de 236 mm.

Relation longueur à la fourche (LF) - rayon de l'os operculaire (RT) (Tableau II)

Les relations entre LF et RT, suivant les deux axes de mesures sont hautement significatives. Le meilleur ajustement est obtenu en effectuant les mesures suivant le petit axe (coefficient de détermination plus élevé). Ce dernier est donc retenu comme axe de mesure. Les droites, $LF = f(RT)$, des individus des deux sexes séparés sont parfaitement confondues. L'équation liant LF à RT prise en compte est celle de tous les individus regroupés. Cette équation est la suivante : $LF = 22,25 RT^{0,994}$

Chronologie d'apparition des zones hyalines : validation

Les courbes d'évolution mensuelle du pourcentage d'individus à zones hyalines marginales (%ZHM) et de l'allongement marginal moyen (AM moyen) chez les mâles et les femelles séparés présentent le même profil (les minima et les

maxima coïncident). On a représenté dans les figures 4 et 5 les courbes de tous les individus regroupés.

La présence au cours de la même année de deux maxima du %ZHM et de deux minima de AM moyen prouve que l'allache possède un double cycle annuel de croissance par an. Chaque année se forment deux zones hyalines ; en moyenne en février et en août.

Clé âge - longueur

En prenant comme date de naissance moyenne le 15 août, connaissant la date de capture et le nombre de zones hyalines (n), l'âge en mois (Am) d'une allache donnée peut être déterminé grâce à l'équation suivante :

$Am = 6 n + P$

P est la période (en mois) étalée entre le mois de capture et :

- août si le poisson est capturé entre août et février (ce dernier mois est non compris) ;
- février si le poisson est capturé entre février et août (ce dernier mois est non compris).

Tableau II : Résultats des corrélations Longueur à la fourche (LF) - rayon de l'operculaire. Avec RTp et RTg respectivement rayon de l'operculaire suivant le petit axe et le grand axe.

	Moyenne	Ecart-type	a	b	Coefficient de corrélation	Coefficient de détermination	Nombre d'individus
Tous individus regroupés							
Log (LF)	5,100	0,152					
Log (RTp)	2,009	0,148	22,246	0,994	0,974	0,949	343
Log (RTg)	2,522	0,148	14,444	0,963	0,942	0,888	343
Femelles plus individus de sexe non déterminable							
Log (LF)	5,109	0,170					
Log (RTp)	2,013	0,169	22,714	0,987	0,976	0,953	190
Mâles plus individus de sexe non déterminable							
Log (LF)	5,065	0,148					
Log (RTp)	1,980	0,146	22,154	0,994	0,980	0,960	165

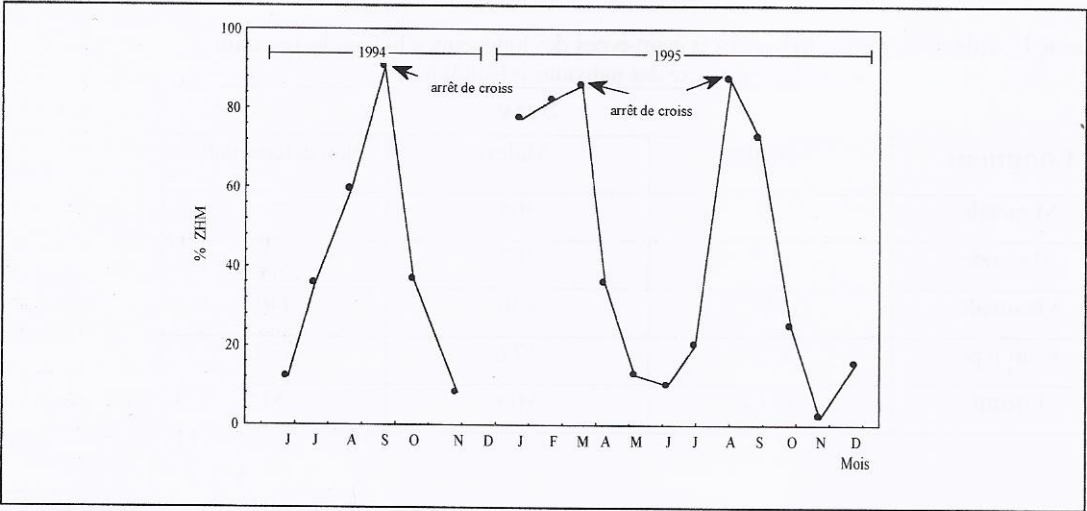


Fig. 4 : Evolution mensuelle du pourcentage d'individus à zones hyalines marginales (%ZHM).

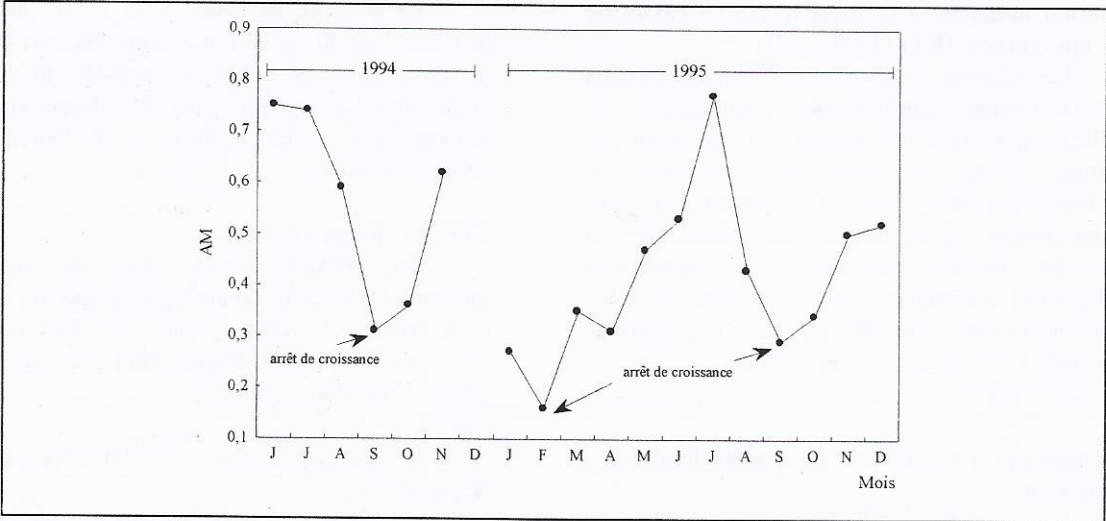


Fig. 5 : Evolution mensuelle de l'allongement marginal moyen (AM moyen).

L'application de cette égalité a permis d'établir la clé âge-longueur de l'allache dans la région du Cap Bon (Tableau III). L'analyse de cette clé permet de conclure que :

- les allaches exploitées dans la région du Cap Bon ont des âges allant de 5 à 84 mois ;
- le groupe 0 n'est pas exploité. Les groupes 1, 2 et 3 sont les plus représentés dans les débarquements des sennes tournantes et coulissantes, particulièrement le groupe 2 qui semble le plus exploité ;
- les allaches des groupes 6 et 7 n'apparaissent que dans les échantillons de juillet et août, celles du groupe 5 sont le mieux représentées. Il semble que les individus les plus âgés fréquentent les zones de pêche aux lamparo durant la période de reproduction ;
- les différents groupes d'âge présentent une grande variabilité de longueur ;
- les femelles dominent dans tous les groupes d'âges mis à part le groupe 1.

Paramètres et courbes de croissance

Les équations de croissance en longueur pour les deux séries de données (dénombrement direct et retrocalcul) et les LF à la formation de chaque zone hyaline sont récapitulées respectivement dans les tableaux IV et V.

Pour chaque groupe d'allaches, femelles et mâles séparés ou regroupés, il n'existe que peu ou pas de différences entre les LF (dénombrement direct ou retrocalcul) pour un âge donné. Les équations de croissance en longueur de Von Bertalanffy obtenues à partir des LF retrocalculées décrivent le mieux la croissance de l'allache de la région du Cap Bon.

Dans la région du Cap Bon, les allaches ont une croissance très rapide au cours des 6 premiers mois de vie : femelles et mâles atteignent environ 47 % de leur taille maximale observée. Jusqu'à l'âge de 2 ans les femelles et les mâles présentent la même croissance, au-delà les femelles grandissent plus vite (Fig. 6 a et b).

a : Croissance en longueur par dénombrement direct des zones hyalines.

b : Croissances en longueur par retrocalcul.

L'os operculaire de l'allache présente deux zones hyalines par an. La première est hivernale. La seconde est estivale, sa formation coïncide donc avec la période de reproduction (Gaamour, 1999). La reproduction serait-elle à l'origine de la formation de la zone hyaline estivale ? Ceci peut être vérifié par un suivi simultané des stades macroscopiques de maturité sexuelle et des zones hyalines marginales.

Pour les deux années 1994 et 1995, les allaches échantillonnées de juin à septembre ont été regroupées en fonction de leurs stades

macroscopiques de maturité sexuelle : le premier groupe (groupe 1) comprend les individus des stades 1 et 2 et le second (groupe 2) ceux des stades 3 à 6. Pour chaque groupe a été calculé, par mois, le %ZHM. Pour les deux périodes d'études le %ZHM n'est jamais nul chez les individus des deux groupes. Si la formation de la zone hyaline est induite par la reproduction, le %ZHM devrait être nul chez les individus du groupe 1 et proche de 100 chez ceux du groupe 2. Ce n'est pas le cas : il varie entre 8 et 91 % indépendamment de l'état de maturité sexuelle (Tableau VI). Ceci amène à conclure que la reproduction n'est pas à l'origine de la formation de la zone hyaline estivale.

DISCUSSION

Causalité de formation des zones hyalines

Il est admis que chez les poissons des zones tempérées la formation des zones de croissance sur les pièces osseuses et leur périodicité sont étroitement liées aux variations saisonnières de la température (Daget et Le Guen, 1975 ; Castanet et al ; 1992). En effet, les faibles températures durant la période hivernale engendrent une baisse du métabolisme général et par la suite un ralentissement de la vitesse de l'ostéogenèse (dépôt osseux). Ce ralentissement se traduit par la formation de zone hyaline (Castanet et al, 1970 ; Meunier, 1988). Dans la présente étude, la période de formation de la première zone hyaline s'étale de janvier à mars. Durant cette époque de l'année la température de l'eau en surface enregistre les plus faibles valeurs, de l'ordre de 13,5°C. Le premier arrêt de croissance de l'allache dans la région du Cap Bon peut être attribué à la diminution de la température.

La période de formation de la deuxième zone hyaline, août en moyenne, correspond à la période de l'année où la température est maximale (de l'ordre de 25°C). Elle coïncide avec la période de reproduction de l'espèce. Une interprétation simpliste conduirait à attribuer cet arrêt de croissance à la reproduction. Ceci ne semble cependant pas être le cas. Juillet-août correspond en fait à la période d'arrivée massive de l'allache dans la région du Cap Bon (Gaamour, 1999). Les individus entreraient alors en compétition pour la nourriture et la quantité d'aliment disponible pour chaque membre de la population serait minimisée alors que les dépenses énergétiques augmenteraient. Ce qui pourrait expliquer la formation de la deuxième zone hyaline. Cette hypothèse de compétition et de disponibilité de la nourriture a été mentionnée par Pauly (1997) qui a également signalé qu'une diminution du taux d'oxygène en raison d'une augmentation de la température peut

Tableau III : Clé âge – longueur de tous les individus regroupés de l'allache dans la région du Cap Bon. Avec LF longueur à la fourche en mm, GA groupe d'âge et TF taux de féminité.

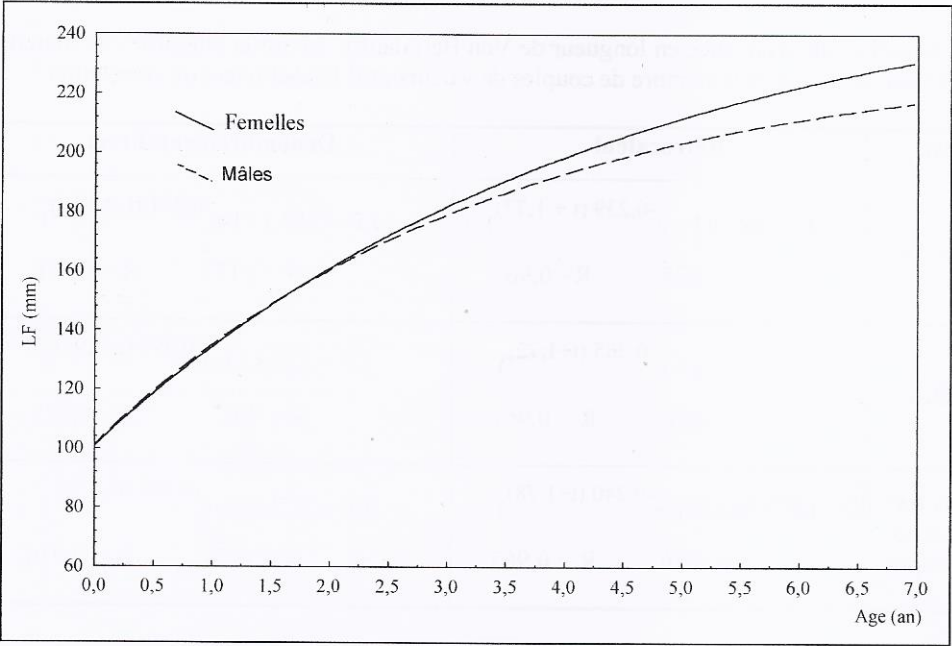
Mois	J A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	F M A J J A S	J A	J A
LF Age	1 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	2 3 4 6 7 8 9	7 8	7 8
80-84	1						
85-89	1						
90-94	3						
95-99	5 2						
100-104	7 2 1						
105-109	7 1 6						
110-114	13 3						
115-119	10 2 2 5						
120-124	9 2 1 9 2						
125-129	1 1 2 13 8 7						
130-134	2 1 22 2 7	2					
135-139	2 13 11 8 4	1 1					
140-144	7 9 4 4 20	4 12	7 10 2				
145-149	1 13 12 28 3 7	4 25	17 2 17 13 2 4 3				
150-154	3 9 15 34 11 9	20	6 8 24 21 23 18 9				
155-159	2 7 13 15	8 4 1 5 13 24 36 41 39 11 7 3	1 3				
160-164	1 3	3 3 2 12 20 24 21 19 21 27 18 11	2 6 2 8 1 1				
165-169		3 8 12 13 15 17 12 11	3 3 12 11 11 11 2 2 2				
170-174		3 1 18 8 27 25	5 2 14 4 5 21 23 12 6 1 3	1			
175-179		1 1 5 9 2	2 3 15 9 5 26 20 10 19 2 5	1 4			
180-184		1 2 5 1	1 3 3 4 1 26 17 5 17 6 18	14 1 1 1			
185-189		1	2 13 11 5 11 1 11 3	1 11 2 4 3 1			
190-194			3 3 8 6 3 10 3	4 1 1 8 8 6 6 1	1		
195-199			1 2 3 1	1 1 1 12 6 2 3			
200-204				1	2 6 7 10 4 1	1	1 1
205-209					2 2 9	1	1 4 1
210-214					2 2 1		1 3 11 1
215-219							1 1 2 8
220-224							5
225-229							
230-234						1	5
235-239						2	9
240-244							1
Total	57 10 19 70 36 48 33 93 28 34	20 67 3 50 43 107 109 100 116 82 79 53	14 14 50 32 30 101 78 44 65 13 48 7	2 2 34 7 2 33 26 29 14 3 1 1	2 1 1 3 6 29 2	1 16	1 5
GR âge	1 : 428	2 : 829	3 : 496	4 : 154	5 : 44	6 : 17	7 : 6
T F (%)	45	52	58	62	82	100	67

Tableau IV : Equations de croissance en longueur de Von Bertalanffy. LF est la longueur à la fourche en mm, t l'âge en année, N le nombre de couples de valeurs et R le coefficient de corrélation.

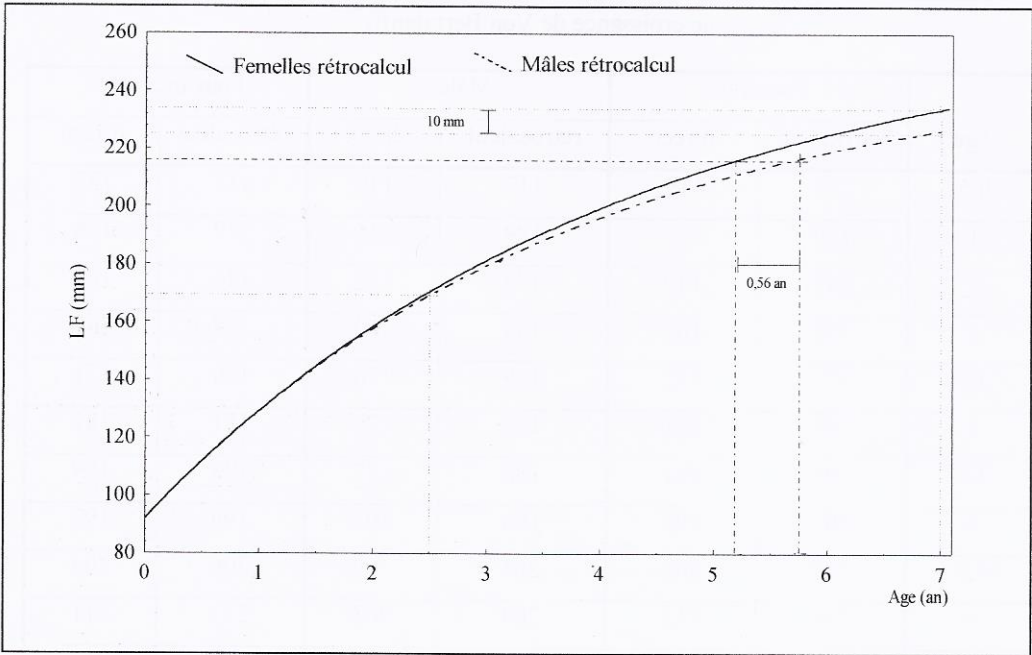
Sexe	Rétrocalcul	Dénombrement direct
Femelles	$LF = 266,7(1 - e^{-0,239(t + 1,77)})$ N = 878 R = 0,964	$LF = 263,1(1 - e^{-0,231(t + 2,10)})$ N = 1127 R = 0,948
Mâles	$LF = 251,5(1 - e^{-0,265(t + 1,72)})$ N = 651 R = 0,961	$LF = 233,8(1 - e^{-0,295(t + 1,92)})$ N = 903 R = 0,922
Tous les individus regroupés	$LF = 264,8(1 - e^{-0,240(t + 1,78)})$ N = 1516 R = 0,963	$LF = 277,2(1 - e^{-0,189(t + 2,58)})$ N = 1974 R = 0,936

Tableau V : Longueurs à la fourche (en mm) aux âges calculées à partir des équations de croissance de Von Bertalanffy.

Age	Femelles		Mâles		Tous individus	
	rétrocalcul	direct	rétrocalcul	direct	rétrocalcul	direct
0,5	112	119	112	119	112	122
1	129	135	129	135	129	136
1,5	145	149	144	149	144	149
2	158	161	158	160	158	161
2,5	171	172	169	170	170	171
3	181	181	180	179	181	181
3,5	191	191	188	187	190	189
4	200	199	196	193	199	197
4,5	207	206	203	199	206	204
5	214	212	209	203	213	211
5,5	220	218	214	208	219	217
6	225	223	219	211	224	222
6,5	230	227	223	214	229	227
7	234	231	226	217	233	232



a : Croissance en longueur par dénombrement direct des zones hyalines.



b : Croissances en longueur par retrocalcul.

Fig. 6 : Croissances en longueur des d'allaches capturées dans la région du Cap Bon.

Tableau VI : Pourcentage des individus qui possèdent une zone hyaline marginale (Z%) et effectif total (Nt) des allaches du groupe 1 (stades macroscopiques 1 et 2) et du groupe 2 (stades macroscopiques 3 à 6) par date de capture.

Groupe	Date															
	08/06/94		05/07/94		10/08/94		12/09/94		22/06/95		19/07/95		21/08/95		23/09/96	
	Z%	Nt	Z%	Nt	Z%	Nt	Z%	Nt	Z%	Nt	Z%	Nt	Z%	Nt	Z%	Nt
Groupe 1	8,7	69	27,8	18	66,7	3	80	5	8	25		0	83,3	18	76,5	17
Groupe 2	23,1	26	38,3	81	59,4	101	90,9	99	11	73	20,2	89	88,8	77	71,6	67

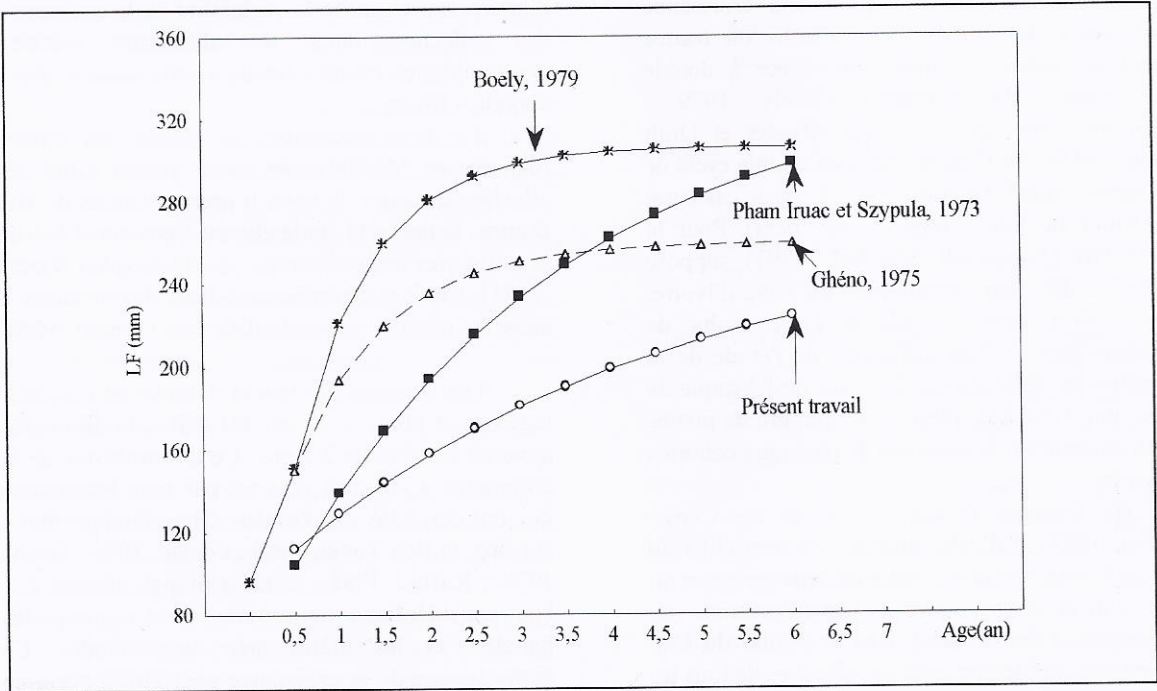


Fig. 7 : Comparaison des croissances en longueur de l'allache calculées par différents auteurs.

Tableau VII : Longueur totale (mm) de l'allache à la formation des cinq premiers anneaux annuels (Ann.), d'après différents auteurs en Méditerranée. Les nombres en Italique sont les longueurs au moment des arrêts de croissance estivaux.

Auteur	Zone	Ann. 1		Ann. 2		Ann. 3		Ann. 4		Ann. 5	
Ben Tuvia, 1956	Israël	112		158		192		217		234	
El Magreby <i>et al.</i> , 1970	Egypte	133		185		216		234			
Kartas, 1981	Tunisie	117		170		206		232			
Présent travail	Tunisie	123	142	160	174	189	201	211	221	229	237
Oliver et Navaro, 1952	Baléares	129		182		218		238			

aussi engendrer un arrêt de croissance.

Comparaison avec les travaux antérieurs

Pour les populations d'allaches ouest africaines des divergences apparaissent au niveau des résultats de recherche de la détermination de l'âge. Pour le stock "sénégal-mauritanien" Fréon (1994) mentionne "La différence dans les résultats provient, non pas du nombre d'anneaux lus sur un poisson de longueur donnée, mais des différentes hypothèses quant au nombre d'anneaux qui se formerait chaque année : deux dans le cas d'une croissance rapide, un seul pour une croissance lente". Ainsi dans cette zone l'allache est traitée suivant les auteurs comme une espèce à double cycle annuel de croissance (Boely, 1979 ; Camarena, 1986) ou à un seul (Biester et Dinh Chung, 1975). Au Congo, elle a un double cycle de croissance annuel (Ghéno, 1975). C'est le cas aussi en Afrique de Sud (Fréon, *comm. pers.*). Pour la zone ivoiro-ghanéenne, Marchal (1991) suppose l'existence des deux possibilités. En Côte d'Ivoire, N'Da (1995) pense qu'elle a deux arrêts de croissance par an. Les difficultés de l'étude de la croissance de l'allache sur les côtes de l'Afrique de l'ouest sont liées à la durée et au nombre de pontes par an engendrant la présence de plusieurs cohortes annuelles.

Au Sénégal (Boely, 1979) et au Congo (Ghéno, 1975), l'allache atteint 120 mm (LF) au bout de 4 mois ; valeur proche de celle observée au premier arrêt de croissance du travail présenté ici. La croissance de l'allache dans la région du Cap Bon est plus faible que celle des allaches de tous les secteurs de l'Atlantique, hormis la Côte d'Ivoire pour la forme naine. Les tailles maximales sont atteintes au Sénégal (Boely *et al.*, 1982) et au Congo (Ghéno, 1975) vers l'âge de trois ans. Au Cap Bon la vitesse de croissance est plus faible, mais plus continue. Les différences qui s'observent entre les allaches des deux zones s'expliquent par les conditions du milieu plus favorables en Afrique de l'ouest ; les périodes d'arrêts de croissance de l'espèce semblent plus étalées dans la région du Cap Bon (Fig. 7).

Dans toutes les études antérieures réalisées en Méditerranée il est mentionné que l'allache n'a qu'un seul cycle de croissance par an ; dans la région du Cap Bon d'après les résultats de l'étude présentée ici elle devrait avoir une croissance deux fois plus rapide qu'ailleurs. Ce n'est pas le cas : la différence dans les résultats provient du nombre d'anneaux lus et retenus pour un poisson d'une longueur donnée (Tableau VII). D'après Ben Tuvia (1960) la zone d'arrêt de croissance, unique dans l'année, en Israël se forme juste avant ou au début de la période de reproduction (mai). En Egypte

pour El Magreby *et al* (1970) elle est hivernale (février). Oliver et Navaro (1952) aux Baléares arrivent à la même conclusion. En Tunisie, Kartas (1981) admet, en se basant sur les observations de ces derniers auteurs qu'elle est également hivernale (février).

En Méditerranée les croissances décrites par les différents auteurs ne peuvent être comparées car chacun d'eux a apparemment choisi des anneaux, qui peuvent être hivernaux ou estivaux. La comparaison n'aurait donc aucune signification : il est difficile de faire la part des erreurs d'interprétation et de la variabilité de la croissance des allaches dans les différents secteurs géographiques ou au sein du même secteur d'une époque à l'autre.

Le point commun de toutes les études réalisées en Méditerranée est la grande taille des allaches au cours de leurs 6 premiers mois de vie. D'après la présente étude elle est d'environ 47 % de la taille maximale observée ; de 40 % selon Kartas (1981). Ce taux de croissance élevé des juvéniles a aussi été observé en bassin d'élevage (Fréon, 1988).

Les femelles ont une croissance en longueur légèrement plus élevée que les mâles, la différence apparaît au-delà de 2,5 ans. Ce dimorphisme de la croissance a été déjà observé par tous les auteurs qui ont travaillé sur l'espèce (Ben Tuvia, 1960 ; Navaro, *in* Ben Tuvia, 1960 ; Ghéno, 1975 ; Boely, 1979 ; Kartas, 1981 ; ...). La plupart d'entre eux l'ont considéré comme minime et ont regroupé les femelles et les mâles pour leurs études. Ce dimorphisme de la croissance peut être à l'origine de la dominance des femelles dans la plupart des groupes d'âges.

Les allaches des groupes 6 et 7 ne sont capturées que pendant la période de ponte, celles des groupes 4 et 5 sont quasi absentes en dehors de juillet-octobre. Ceci pourrait être lié à une migration ou à un comportement différent des poissons vis à vis de l'engin de capture. Cette dernière hypothèse peut être appuyée par les remarques de Sara (1962) qui a observé que les jeunes allaches se rapprochent des sources lumineuses tandis que les grandes restent éloignées.

CONCLUSION

L'élimination de l'erreur dans la détermination de l'âge des poissons est d'une grande importance pour les études halieutiques, l'erreur d'une année peut affecter sérieusement les analyses des captures par groupe d'âge (Beamish et MacFarlane, 1995). Cette erreur peut être minimisée et même supprimée par le choix de la pièce osseuse adéquate et par la validation de

l'estimation de l'âge. Il était indispensable pour *Sardinella aurita* de la région du Cap Bon d'établir la chronologie d'apparition des marques de croissance de l'os operculaire (utilisé pour la première fois) pour pouvoir déterminer son âge. Contrairement aux travaux antérieurs en Tunisie et ailleurs en Méditerranée on a montré que *Sardinella aurita* possède deux cycles de croissance par an. *Sardinella aurita* dans la région du Cap Bon atteint en moyenne la moitié de sa longueur maximale observée (240 mm de longueur à la fourche) à un âge moyen de 6 mois. Elle est confrontée ensuite à un hiver prolongé qui arrête une première fois sa croissance, en moyenne au mois de février ; celle-ci est à nouveau arrêtée en été, en moyenne au mois d'août, pour des causes inconnues mais pas la reproduction. La plasticité de *Sardinella aurita* et son adaptabilité aux conditions du milieu (Cury et Fontana, 1988) ne permettent pas, dans l'éventualité de l'existence de plusieurs populations, de généraliser les paramètres de croissance obtenues dans la présente étude à l'ensemble des côtes tunisiennes, particulièrement à celle de la région sud (Golfe de Gabès) où les conditions environnementales sont différentes.

BIBLIOGRAPHIE

- Ananiades C. I., 1952 - Quelques considérations biométriques sur l'allache (*Sardinella aurita* C. V.) des eaux grecques. *Prakt. Hellen. Hydrobiol. Inst.*, 5 : 5-45.
- Azzouz A. et Ben Othman S., 1975 - Les fonds chalutables de la région est de la Tunisie (de Kélibia à Mahdia). Premiers résultats. *Bull. Inst. Natn. Scient. Téch. Pêche Salammbô*, 4 (1) : 49-59.
- Beamish R. J. And Mc Farlane G. A., 1983 - The forgotten requirement for age validation in fishery biology. *Trans. of Am. fish Soc.*, 112 : 735-743.
- Beamish R. J. And Mc Farlane G. A., 1987 - Current trends in age determination methodology. In " The age and growth of fish". Summerfield R. C., Hall G. E. Eds. *The Iowa State Univ. Press* : 15-42.
- Beamish R. J. And Mc Farlane G. A., 1994 - A discussion of the importance of aging Errors, and an application to Walley Pollock : The world's Largest Fishery. In Recent Developments in Fish Otolith Research. Edited by David H. Secor, John M. Dean and Steven E. Campana : 545-565.
- Ben Tuvia A., 1956 - The biology of *Sardinella aurita* with a systematic account of the family Clupeidae of the Mediterranean coast of Israel. *Fish. Bull. Haifa*, 7 : 20-24.
- Ben Tuvia A., 1960 - Synopsis of biological data on *Sardinella aurita* of The Mediterranean Sea and others Waters. *FAO. Fish. Biol. Synopsis*, 14 : 287-312.
- Biester E. And Din Chung B., 1975 - Age and growth of *Sardinella aurita* off N. W. Afric. *Int. Cons. Explor. Mer. J.*, (17) *Pelagic committee* : 6 p
- Boely T., 1979 - Biologie de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* Valenciennes 1847 et *Sardinella Maderensis* Lowe, 1841). *Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université de Paris VI et Muséum National d'Histoire Naturelle* : 219 p.
- Boely T., Chabanne J., Freon P. Et Stequert B., 1982 - Cycle sexuel et migrations de *Sardinella aurita* sur le plateau continental ouest-africain des îles Bissagos à la Mauritanie. *Rapp. Pv. Réun. Con.Int. Mer.*, 180 : 350-355.
- Botros G. A., El Maghraby A. M. And Soliman I. A. M., 1970 - Biometric studies on *Sardinella maderensis* Lowe and *Sardinella aurita* Cuv. Val. from the Mediterranean Sea at Alexandria (U.A.R.). *Bul. Inst. Oceanogr. Fish. Alexandria*, 1 : 83-128.
- Camarena Luhers T., 1986 - Les principales espèces de poissons pélagiques côtiers au Sénégal : Biologie et évaluation des ressources. *Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale* : 187 p.
- Castanet J., Gasc J. P., Meunier F. Et De Ricqlès A., 1970 - Calcium et nature des zones de croissance cyclique dans l'os des Vertébrés poïkilothermes. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 270 *série D* : 2853-2856.
- Castanet J., Meunier F. J. Et Francillon-Vieillot H., 1992 - Squeletteochronologie à partir des os et des dents chez les vertébrés. In "Tissus durs et âge individuel des vertébrés" Colloque national, Bondy, France, 4-6 mars 1991. Baglinière J. L., Castanet J., Conand F., Meunier F. J. Eds. *Colloques et séminaires ORSTOM-INRA* : 257-280.
- Cury P., Et Fontana A., 1988 : Compétition et stratégie démographiques comparées de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes ouest africaines. *Aquat. Living. Res.*, 1 : 165-180.
- Daget J. Et Le Guen J. C., 1975 - Les critères d'âge chez les poissons. In "Problèmes d'écologie : la démographie des populations de vertébrés". Lamotte M. et Bourlinière F. Eds, Masson et Cie, Paris : 253-289.
- Dieuzeide R. Et Roland J., 1957 - Etude biométrique de *sardina pilchardus* Walb. et de *Sardinella aurita* C.V capturées dans la baie de Castiglione. *Bull. Stn. Aquic. Pêche. Castiglione.*, 8 : 111-125.
- El Magreby A. M., Botros G. A. And Soliman I. A. M., 1970 - Age and growth studies on the *Sardinella maderensis* Lowe and *Sardinella*

- aurita* Cuv. and Val. from the Mediterranean sea at Alexandria (U. A. R.). *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Alexandria.*, 1 : 48-82.
- Freon P., 1988 - Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation : Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *Collection Etudes et Thèses Eds. ORTOM* : 287 P.
- Freon P., 1994 - Simulation du cycle de *Sardinella aurita* au Sénégal : comment concilier croissance rapide, stabilités des tailles modales et absence d'un mode. *Do Chi T. Eds. Fao. COPACE/PACE-SER.* 94/58 : 181-219.
- Gaamour A., 1999 - La sardinelle ronde (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) dans les eaux tunisiennes : Reproduction, Croissance et pêche dans la région du Cap Bon. *Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale* : 246p.
- Ghenou Y., 1975 - Nouvelle étude sur la détermination de l'âge et de la croissance de *Sardinella aurita* Val. dans la région de Pointe Noire. *Cah. ORSTOM. sér. Océanogr. Vol XIII (3)* : 251-262.
- Kartas F., 1981 - Les clupéidés de Tunisie. Caractères biométriques et biologiques : Etudes comparées des populations de l'Atlantique et de la Méditerranée. *Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université de Tunis. Facultés des sciences de Tunis* : 608 p.
- Kimura S., 1984 - Age and growth of threeline grunt, *Parapristipoma trilineatum*, estimated by otolith reading. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific fisheries* 50 : 1843-1848.
- Le Duff M., 1997 - Cinétique de l'ovogenèse et stratégies de ponte chez les poissons Téléostéens en milieu tempéré. *Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale* : 170 p.
- Marchal E., 1991 - Nanisme et sédentarité chez certaines espèces de poissons pélagiques : deux aspects d'une même réponse à des conditions défavorables. In "Pêcheries ouest-africaines. Variabilité, instabilité et changement". *Cury. P. et Roy. C. Eds. Colloques et Séminaires ORSTOM Paris* : 201-207.
- Meunier F. J., 1988 - Détermination de l'âge individuel chez les ostéichthyens à l'aide de la squeletteochronologie. *Acta Ecologica/Ecol. Gener.*, 9 (3) : 299-329.
- Mouneimne N., 1981 - Remarques sur la relation longueur/poids et le facteur de condition chez les poissons. *Cybiurn, 3e série*, 5 (4) : 77-85.
- Navaro F. P., 1948 - Los clupeidos y la anchoa de las costas españolas en el invierno 1948-1949. Observaciones biometricas y biologicas de los laboratorios oceanograficos. *Boln Inst. esp. Oceanogr.*, 10 : 36 p.
- N'da k., 1995 - Age determination and the hypothesis of annual double cycle of growth in *sardinella aurita*. In "Dynamique et usage des ressources en sardinelles de l'upwelling côtier du Ghana et de la Côte d'Ivoire". *Bard F. X. et Koranteg K. A. Eds. Colloques et séminaires ORSTOM* : 305-308.
- Nedelec C., 1958 - Biologie et pêche du maquereau. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 22 (2) : 121-133.
- Oliver M. Y Navaro F., 1952 - La alacha y la sardina de Baléares. Investigaciones en 1950 y 1951. *Boln. Inst. esp. océanogr.*, 58 : 49 p.
- Ombredane D. Et Bagliniere J. L., 1992 - Les écailles et leurs utilisations en écologie halieutique. In "Tissus durs et âge individuel des vertébrés" Colloque national, Bondy, France, 4-6 mars 1991. *Baglinière J. L., Castanet J., Conand F., Meunier F. J., Eds. Colloque et Séminaire ORSTOM-INRA* : 151-193.
- Pauly D. P., 1997 - Méthodes pour l'évaluations des ressources halieutiques. *Adaptation française Moreau J., Eds. Cepadues* : 288 p.
- Sara R., 1962 - Pêche au feu. *Stud. Rev. Fish. Coun. Medit.* 19 : 33 p + annexes.
- Shuyuan Q. And Tsongchion H., 1983 - On the biology and fishery of the Golden Sardine (*Sardinella aurita* Val.) along southern Fijian and eastern Guangdong coastal waters., *FAO. FIRM/R295.*, 2 : 95-100.
- Soliman I. A. M., Botros G. A. And El Magrheby A. M., 1970 - Lengh-weigth relation ship and coefficient of condition for *Sardinella maderensis* Lowe and *Sardinella aurita* Cuv. Val. from the Mediterranean sea at Alexandria (U.A.R.). *Bull. Inst. Oceanogr. Alexandria.*, 1 : 28-45.
- Sturm M. G. L. And Salter P., 1990 - Age, growth and reproduction of the king mackerel, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), in Trinidad waters. *U. S. Fishery Bulletin* 88 : 361-370.