

Etudes de la biologie et de l'exploitation des petits pélagiques en Tunisie

A. Gaamour *, L. Ben Abdallah, S. Khemiri et S. Mili

Résumé

Dans les eaux tunisiennes cohabitent plusieurs espèces de petits pélagiques. Celles qui présentent un intérêt commercial sont la sardine *Sardina pilchardus*, l'allache ou sardinelle ronde *Sardinella aurita*, la bogue *Boops boops* et l'anchois *Engraulis encrasicolus*. Pour assurer une exploitation rationnelle de ces richesses nationales, le Groupe de Travail des Petits Pélagiques du Laboratoire des Ressources Marines Vivantes de l'INSTM, s'est intéressé à l'évaluation de la biomasse exploitable (par la méthode directe), à l'étude de la distribution géographique et à la détermination des principaux paramètres biologiques de ces espèces ainsi qu'à l'analyse de leur exploitation. Dans le présent travail, on expose les méthodes d'études et les principaux résultats relatifs à la biologie et à l'exploitation des petits pélagiques des eaux tunisiennes.

Abstract

Studies of the biology and the exploitation of small-pelagic fish species in Tunisia.

Several small-pelagic species cohabit in Tunisian water. Those of commercial interest are the sardine (*Sardina pilchardus*), the allache or round sardinella (*Sardinella aurita*), the bogue (*Boops boops*) and the anchovy (*Engraulis encrasicolus*). To ensure a rational exploitation of these national resources, the Working Group on Small Pelagics, of the INSTM Laboratory of Marine Living Resources, became interested in the evaluation of the exploitable biomass (by the direct method), in the establishment of the geographical distribution and in the determination of the principal biological parameters of these species, as well as the analysis of their exploitation by the fisheries. In this work, we explain the methods of study and the principal results relating to the biology and the exploitation of small-pelagic fishes of the Tunisian coastal seas.

1. Introduction

Le groupe des petits pélagiques est constitué par l'ensemble des poissons de petite taille qui passent la plus grande partie sinon la quasi-totalité de leur phase adulte en surface ou en pleine eau. Ces espèces sont totalement libres à l'égard du fond et sont indépendantes de la nature du substrat (Laloë et Samba, 1990 ; Collignon, 1991). L'influence de l'environnement sur leur biologie et les fluctuations de leur disponibilité et leur abondance a été mise en évidence dans des nombreuses pêcheries du globe (Belvèze, 1984 ; Cury et Fontana, 1988 ; Fréon, 1988 ; Binet, 1995 ; Csirke, 1995 ; Pauly, 1997). L'analyse de la dynamique des petits pélagiques nécessite donc des programmes de recherche à long terme et pluridisciplinaires

* Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM), 28 Rue 2 Mars 1934, 2025 Salammbô, Tunisia ; Tel: 00216 71 735848; Fax: 00216 71 735848 ; e-mail: gaamoura8@instm.rnrt.tn

combinant éco-biologie, halieutique et hydrologie (Gaamour, 1999). Ça n'a pas été le cas en Tunisie, les études antérieures des petits pélagiques sont rares et se sont intéressées soit à la détermination de quelques paramètres biologiques et la description de l'exploitation (Quignard et Kartas, 1976 ; Hattour, 1979 ; Kartas, 1981 ; Anato *et al.*, 1983 ; Turki, 1987 ; Ben Salem, 1990 ; Gharred 1993 ; Missaoui, 1996) soit à l'étude de la distribution spatiale et l'évaluation des biomasses (Rijavec et Zarra, 1974 ; Rijavec et Gueblaoui 1975 ; Rijavec *et al.*, 1977). Pour assurer une exploitation durable et rentable des petits pélagiques, qualifiés de ressources instables, le Groupe de Travail des Petits Pélagiques du Laboratoire des Ressources Marines Vivantes de l'INSTM a élaboré (depuis 1996) un programme de recherche pluridisciplinaire et à long terme. Dans le présent travail on présente les méthodes d'études et les principaux résultats, de ce programme de recherche, relatifs à la biologie et à l'exploitation de la sardine, de la sardinelle ronde, de la bogue ainsi que de l'anchois.

2. Zone d'étude

La Tunisie occupe une position stratégique en Méditerranée en s'ouvrant sur les deux bassins, l'oriental et l'occidental. Par cette position ses 1.300 km de côtes (88.000 km² de plateau continental) se caractérisent par une variabilité des biotopes. Les trois régions tunisiennes considérées dans la présente étude, correspondent à celles définies dans le Journal Officiel pour la gestion de l'effort de pêche (Figure. 1):

- la région Nord s'étend de la frontière tuniso-algérienne au parallèle passant par le phare de Borj Kélibia ;
- la région Est s'étend du parallèle passant par le phare de Borj Kélibia au parallèle passant par Ras Kapoudia ;
- la région Sud est limitée au nord par le parallèle passant par Ras Kapoudia et au sud par la frontière tuniso-libyenne.

Un aperçu des conditions climatiques et hydrologiques des côtes tunisiennes met en évidence l'opposition qui existe entre la région Nord, caractérisée par des fonds rocheux et des conditions hydrologiques complexes et les régions Est et Sud dont les conditions climatiques et hydrologiques sont de plus en plus modérées en allant du Nord au Sud (Gaamour, 1999). En effet, d'après les études faites par Lubet et Azzouz (1969), Ben Othman (1971), Ktari-Chakroun et Azzouz (1971), Azzouz (1973), Brandhorst (1977) et Gharbi *et al.* (1986) le long des côtes tunisiennes :

- le plateau continental s'élargit du Nord au Sud : l'isobathe des 200 m situé à 8,5 milles nautiques au niveau de Borj Kélibia s'en écarte de 135 milles nautiques à Gabès ;
- le courant atlantique s'atténue du Nord au Sud tout en s'écartant du littoral ;
- la masse d'eau atlantique a des mouvements variables suivant les saisons : elle est proche des côtes en début d'été, s'en éloigne vers l'Est en septembre et octobre ;
- la distribution de la salinité est zonale et saisonnière : en avril et mai elle est en moyenne de 37 au Nord et 38,3 dans le golfe de Gabès ; en septembre et octobre elle y est respectivement de 37,4 et 39 en moyenne ;
- la température de l'eau en surface présente une distribution zonale et saisonnière, avec généralement des valeurs croissantes du nord-ouest au sud-est. En hiver, elle est de 13,6°C au Nord et de 14,6°C au Sud en moyenne ; en été elle atteint 24,8°C au Nord et 29,1°C au Sud.

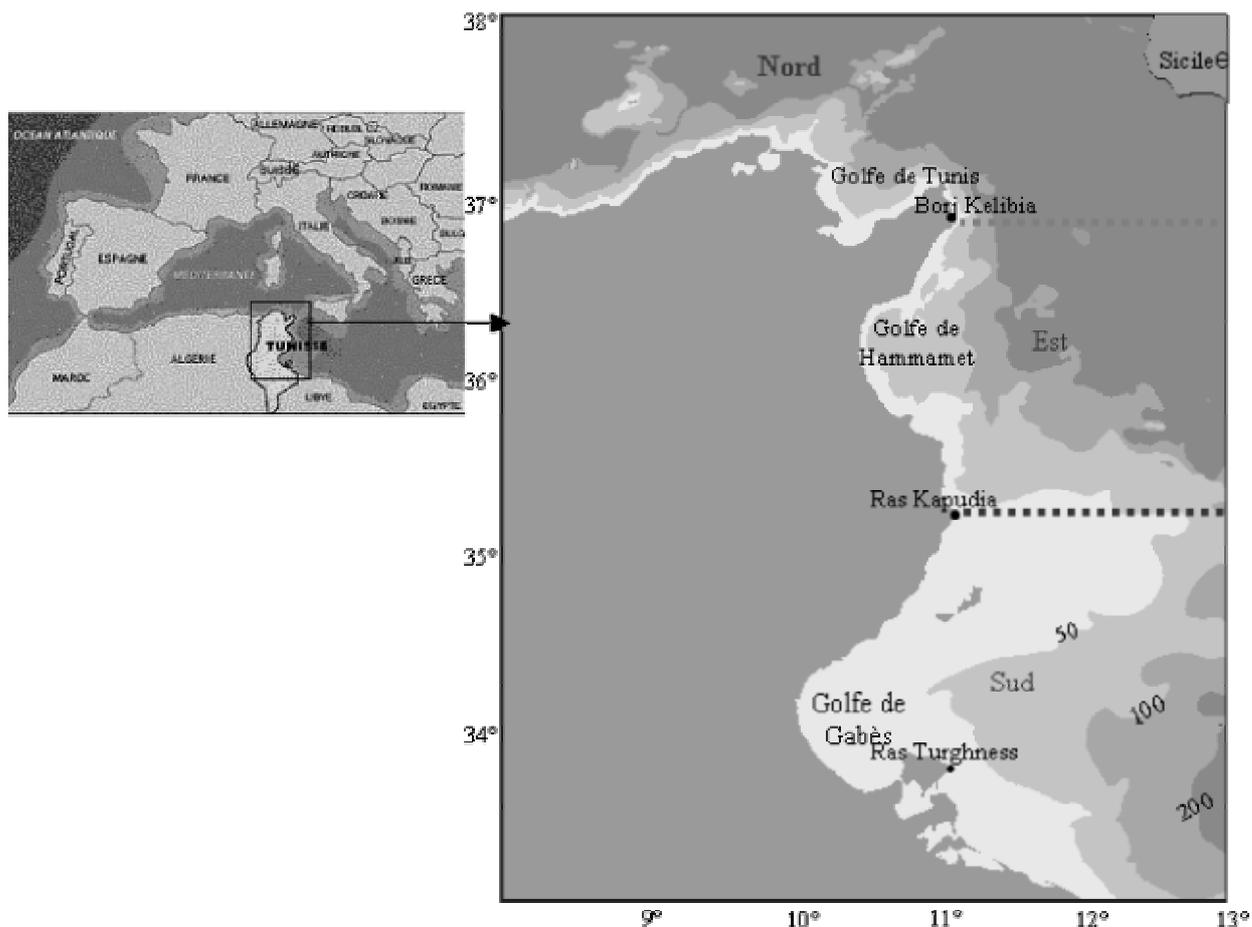


Figure 1. Cadre géographique (les isobathes de 50 m, de 100 m et de 200 m sont indiqués).

2. Matériels et méthodes

L'étude couvre toutes les régions tunisiennes. Pour la sardine, la boguette et l'anchois les échantillons sont collectés au cours de la période 2000–2002, ils proviennent aussi bien des captures des pêches expérimentales réalisées lors des campagnes de prospection hydroacoustique que des débarquements de la pêche professionnelle au niveau des principaux ports de la pêche sardinière tunisienne. Pour l'allache, à côté des individus prélevés suivant le même protocole que les trois autres espèces, les spécimens qui ont servi à l'étude de l'âge et de la stratégie de reproduction sont prélevés au cours de la période 1994–1996 à partir des captures des lamparos travaillant dans la région du Cap Bon. Les histogrammes des fréquences des tailles des différents échantillons sont représentés dans l'annexe 1.

Pour chacune des espèces étudiées, les relations entre la longueur totale (Lt en millimètres) et la longueur à la fourche (LF en millimètres) sont établies.

Les paramètres a et b de la relation taille–poids sont déterminés après transformation logarithmique et application de la méthode des moindres rectangles (Ricker, 1973 ; Do Chi, 1978). L'emploi de la méthode statistique pour la détermination de l'âge des poissons bleus est délicat et hasardeux (Fréon, 1988 ; Gaamour, 1999). La méthode adoptée par le Groupe de Travail des Petits Pélagiques de l'INSTM pour l'estimation de l'âge est la méthode individuelle qui se base sur l'analyse des pièces calcifiées. Le choix parmi plusieurs structures squelettiques de la meilleure pièce minéralisée et de son meilleur mode de préparation

constitue une étape préliminaire pour toute étude de l'âge et de la croissance d'une nouvelle espèce (Beamish et McFarlane, 1983 et 1987 ; Castanet *et al.*, 1992). Pour les quatre espèces de la présente étude les pièces analysées sont les écailles (*in toto*), les otolithes (*in toto* et en tranche), l'os operculaire (*in toto*) et les rayons de la nageoire dorsale (tranches). Le choix de la meilleure pièce et de son mode de préparation est fondé sur la combinaison de plusieurs critères dont la facilité d'interprétation des marques de croissance, de préparation de la pièce et à l'investissement accordé à l'étude (Panfili et Loubens, 1992). La validation bien qu'ignorée par pas mal d'études (Beamish et McFarlane, 1983), constitue une étape fondamentale pour une estimation d'âge la plus fiable et la plus proche de l'âge réel. La validation consiste essentiellement à déterminer la chronologie de formation des marques de croissance sur la pièce osseuse. Il existe plusieurs méthodes de validation, celle retenue par le Groupe de Travail est la méthode semi-directe basée sur le suivi mensuel de la formation de la marque de croissance marginale Allongement marginal AM et % d'individus ayant une zone hyaline marginale %ZHM. Avec $AM = (R_t - R_n) / (R_n - R_{n-1})$ où R_t est le rayon de la pièce calcifiée et R_n le rayon de la nième zone hyaline. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un système d'analyse d'image et le logiciel OPTIMAS. Les équations de croissance en longueur selon le modèle de croissance de Von Bertalanffy sont établies. En se basant sur la date de naissance moyenne 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.

La taille de première maturité sexuelle est définie dans la plupart des études comme celle à laquelle 50% des individus sont matures (Lm50). Pour son calcul les individus de chaque espèce échantillonnés pendant la période de reproduction ont été rangés par classe de taille de 10 mm. Dans chaque classe a été calculé le pourcentage des individus dont le stade macroscopique de maturité sexuelle était supérieur ou égal au stade 3, suivant une échelle à six stades (Gaamour, 1999). Les données ont été ajustées par une courbe logistique (King, 1995) dont la formule est la suivante :

$P = 1 / (1 + e^{-r(L - Lm50)})$ où P est la proportion des matures ; r est la pente ; L est la longueur.

Le rapport gonadosomatique moyen RGS est suivi mensuellement afin d'établir la période moyenne de reproduction des quatre espèces.

$RGS = 100 * Pg / Pev$ où Pg est le poids des gonades et Pev celui du poisson éviscéré

Pour la sardinelle ronde et l'anchois, le suivi du RGS est amélioré par l'étude de l'histologie ovarienne de quelques femelles sélectionnées à différentes périodes de l'année. Les coupes d'ovaires de 5 μ m d'épaisseur sont colorées au Trichrome de Masson modifiée (Déniel, 1981). La cinétique de l'ovogenèse qui traduit en terme de fréquence relative la manière dont les ovocytes, suivant une échelle microscopique de développement ovocytaires (Gaamour, 1999), évoluent vers la maturité est étudiée. Celle-ci est complétée par l'analyse de la distribution des diamètres ovocytaires des échantillons d'ovaires fixés dans le liquide de Gilson. La manière dont les ovocytes sont émis ou la stratégie de ponte (Le Duff, 1997 ; Gaamour, 1999) est déterminée. La fécondité par lot qui correspond au nombre d'ovocytes susceptibles d'être émis par acte de ponte est estimée, elle est corrélée à la longueur.

En Tunisie, les petits pélagiques sont débarqués essentiellement par les sardinières (technique de la pêche au feu et à la petite senne). L'engin de pêche est une senne tournante et coulissante. Une analyse de l'activité de la flottille sardinière, par région, est réalisée. A côté du suivi de l'évolution annuelle et saisonnière des débarquements par région on s'est intéressé

à la comparaison des captures annuelles et de la biomasse exploitable par espèce, cette dernière est évaluée par la méthode directe d'hydroacoustique.

3. Résultats et discussion

La relation longueur totale–longueur à la fourche utilisée est de la forme $L_t = x + yLF$ (L_t et LF en millimètres). Les paramètres x et y obtenus pour chaque région (Nord, Est et Sud) ne montrent pas de différence significative, les valeurs moyennes pour toutes les eaux tunisiennes sont récapitulées dans le Tableau 1.

Tableau 1. Relation longueur totale–longueur à la fourche par espèce.

Espèce	Sardine	Allache	Anchois	Bogue
x	0,47	-0,25	0,34	-0,11
y	1,06	1,13	1,05	1,12
Effectif	2.011	2.458	2.503	1.699
Coefficient de corrélation	0.99	0.99	0.99	0.99

Les valeurs des paramètres a et b de la relation taille–poids par espèce et par région sont récapitulées dans le Tableau 2. Une comparaison statistique entre les relations obtenues dans les différentes régions, pour une même espèce, ne peut être réalisée car les paramètres a et b sont très sensibles aux nombres d'échantillons mensuels et à la composition en taille de chacun (Fréon, 1988 ; Mouneimne, 1981). Néanmoins, pour l'ensemble des espèces étudiées les nuages des points des courbes $P_t = f(L_t)$ par région se couvrent ce qui permet de conclure que les différences entre les régions ne sont pas significatives. Les valeurs moyennes, pour l'ensemble des eaux tunisiennes, des paramètres a et b peuvent être utilisées dans les études dynamiques de l'une ou l'autre des espèces pour les différentes régions. Pour la sardine, l'allache et l'anchois l'allométrie est majorante ($b > 3$) ; le poids croît proportionnellement plus vite que la longueur. Alors que pour la bogue la croissance peut être considérée comme isométrique car $b \approx 3$.

Tableau 2. Paramètres a et b des relations taille–poids par espèce et par région.

Région	Espèce	Sardine	Allache	Anchois	Bogue
Nord	a	0,0029	0,0042	0,003	0,0128
	b	3,44	3,2	3,28	2,92
Est	a	0,0047	0,0043	0,0031	0,0076
	b	3,16	3,06	3,27	3,086
Sud	a	0,0065	0,0061	0,0042	0,0074
	b	3,056	2,93	3,16	3,11
Tunisie	a	0,0036	0,0052	0,0038	0,0078
	b	3,28	3,13	3,19	3,086

L'étude comparative entre les écailles, les otolithes, l'os operculaire et les rayons de la nageoire dorsale pour l'estimation de l'âge individuel a montré que chez l'allache c'est l'os operculaire qui est susceptible de donner les meilleurs résultats. Pour l'anchois et la sardine l'otolithe *in toto* peut être utilisé pour l'estimation de l'âge individuel de la plupart des

individus, chez quelques spécimens on est amené à utiliser des coupes transversales des otolithes. Pour la bogue l'otolithe en coupe transversale est le meilleur mode de préparation pour l'estimation de l'âge (Planche 1). Cette étude comparative, pour chacune des espèces, est réalisée pour la première fois en Tunisie. Chez l'allache, la courbe de l'évolution mensuelle de l'AM moyen montre deux maxima et deux minima dans l'année (Figure. 2A). Chaque année se forme deux zones hyalines, en moyenne en février et août. Pour la bogue, l'évolution mensuelle du %ZHM présente un seul maximum et un seul minimum dans l'année (Figure. 2B). Le cycle de croissance de cette espèce est donc annuel, la période d'arrêt et/ou de ralentissement de croissance est hivernale. Pour l'anchois et la sardine les analyses sont encore en cours.

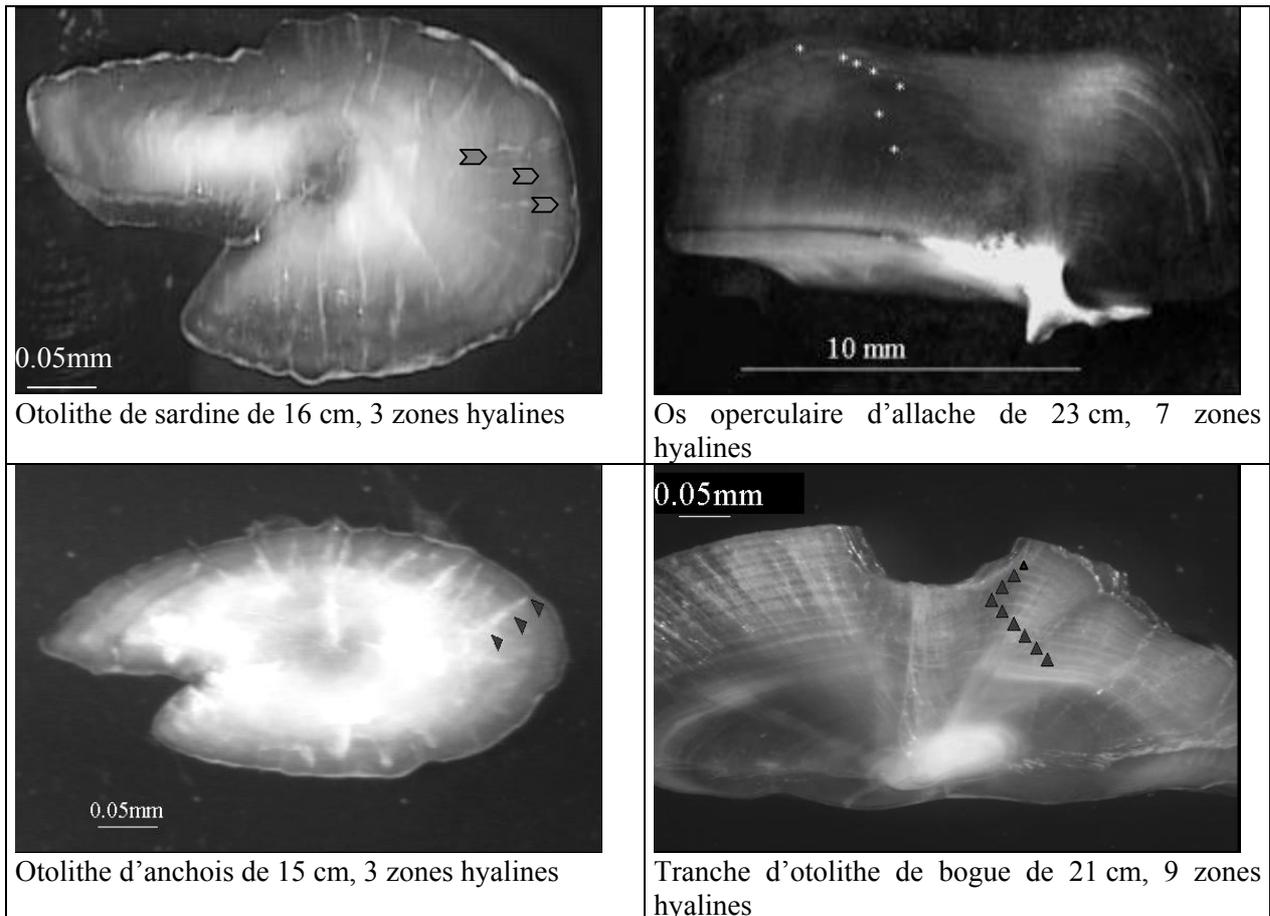
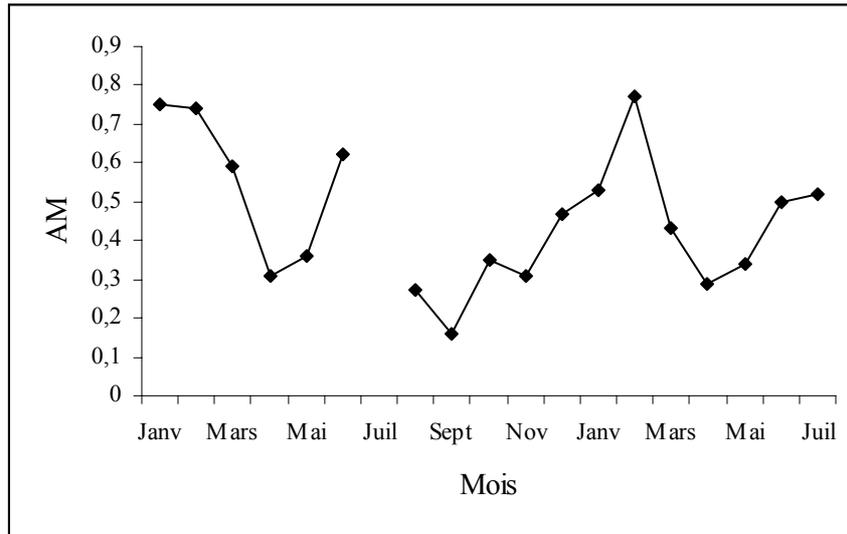
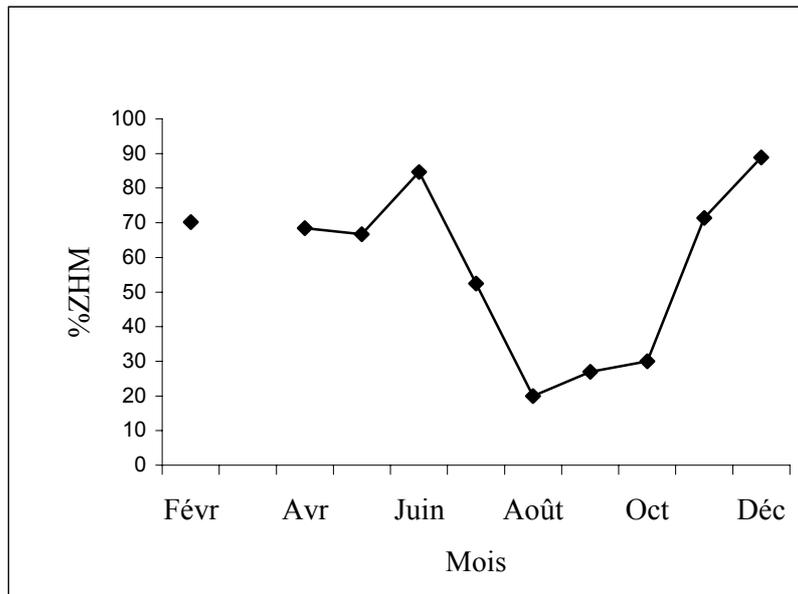


Planche 1 : Pièce calcifiée et mode de préparation choisie pour l'étude de l'âge individuel.



A : Evolution mensuelle de l'allongement marginale moyen ($AM=(R_t-R_n)/(R_t-R_{n-1})$) chez l'allache.



B : Evolution mensuelle du % d'individus à zone hyaline marginale (%ZHM) chez la bogue

Figure 2. Chronologie d'apparition des marques de croissance chez l'allache (A) et la bogue (B).

Pour la sardinelle ronde, les équations de croissance en longueur des mâles et des femelles, suivant le modèle de Von Bertalanffy sont :

Mâles : $L_t=234 \{1-\exp[-0.295(t+1.9)]\}$

Femelles : $L_t=263 \{1-\exp[-0.231(t+2.1)]\}$

Où L_t est la longueur à la fourche en millimètres.

La croissance des femelles est plus rapide que celle des mâles. Les différences commencent à apparaître à partir de l'âge de 2,5 ans (Figure. 3). Une nouvelle représentation de la clé âge-

longueur est réalisée et adoptée par le Groupe de Travail des Petits Pélagiques de l'INSTM (Annexe 2).

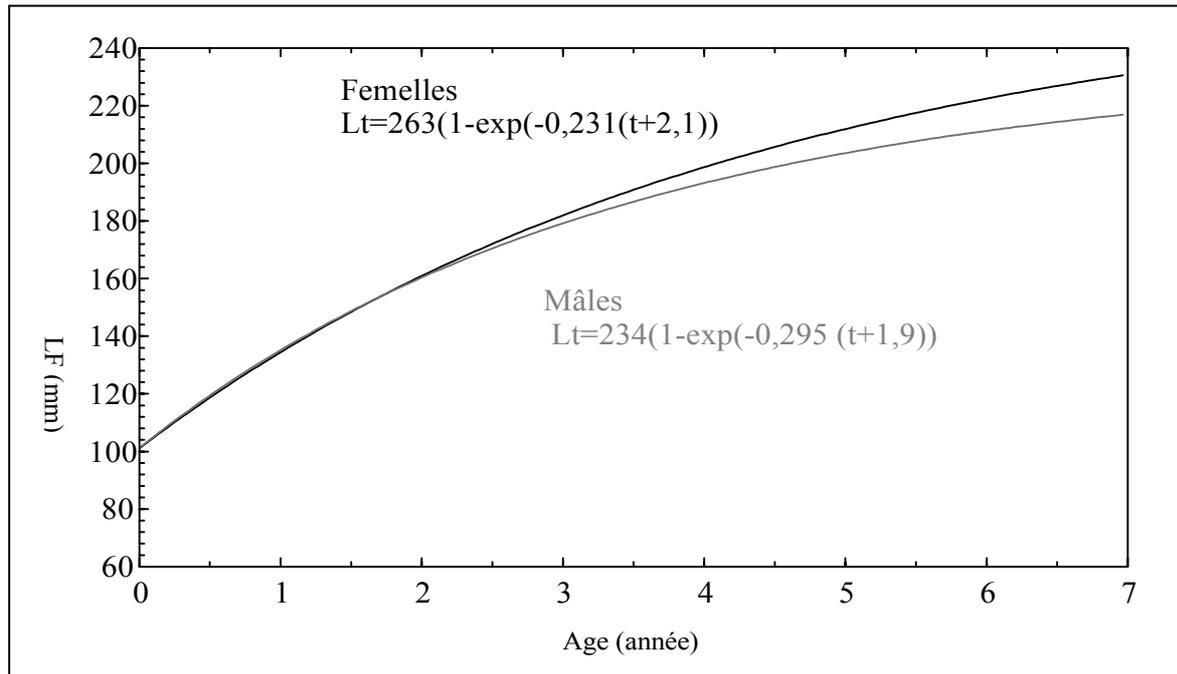


Figure 3. Courbe de croissance en longueur des mâles et des femelles d'allache.

Les tailles de première maturité sexuelle (L50) obtenues pour chaque espèce dans chaque région (Nord, Est et Sud) ne présentent pas de différence significative. On signale que pour la plupart des espèces les L50 relatives à la région Est sont légèrement supérieures à celles de la région Nord et celles de la région Sud sont les plus faibles (Tableau 3).

Tableau 3. Taille de première maturité sexuelle (longueur totale en centimètres) par espèce.

Espèce	Sardine	Allache	Anchois	Bogue
L50 (mm)	125	143	80	130

Le suivi mensuel de l'évolution du RGS moyen et des stades macroscopiques de maturité sexuelle (Tableau 4), permettent de conclure que :

- les périodes de reproduction moyenne de l'allache et de l'anchois sont estivales, elles correspondent respectivement à juin–septembre et mai–octobre ;
- la sardine se reproduit de décembre à mars et la bogue de février à mai ;
- indépendamment de la région et à n'importe quelle période de l'année on trouve des juvéniles de l'une ou de l'autre de ces espèces particulièrement dans les zones de faible profondeur, inférieure à 30 m.

Tableau 4. Période de reproduction moyenne par espèce.

Espèce	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc.
Sardine												
Allache												
Anchois												
Bogue												

Chez l'allache et l'anchois, la période de reproduction établie par le suivi du RGS et des stades macroscopiques est confirmée par l'étude histologique des ovaires (Figure. 4). Chez l'allache, la cinétique de l'ovogenèse chez une femelle type est illustrée par la Figure 5. Au cours de la période de ponte une femelle passe par une boucle qui se répète (n-1) fois le nombre (n) de séries de pontes. Ce système de boucle s'achève avec la diminution de la fréquence des ovocytes vitellogéniques et l'augmentation de la fréquence des ovocytes atrétiques. Les femelles types d'anchois ont la même cinétique de l'ovogenèse que celle de l'allache, quelques différences s'observent au niveau des fréquences des différents stades ovocytaires pour quelques types histologiques ovariens. La présence simultanée d'ovocytes à différents stades de développement et de follicules post-ovulatoires, témoins d'une ponte antérieure, permet de classer l'allache et l'anchois parmi les espèces à pontes sériées. Ceci est validé par l'absence d'hiatus dans les distributions de la fréquence des diamètres ovocytaires : le recrutement des ovocytes en vitellogenèse primaire est donc continu dès le début jusqu'à la fin de la période de reproduction (Figure. 6). Chez de telles espèces la fécondité annuelle n'est accessible qu'après la détermination du nombre n de séries de pontes. Pour l'allache, ce nombre a pu être estimé, il est égal à 4. La fécondité annuelle de l'allache est donc égale à quatre fois sa fécondité par lot.

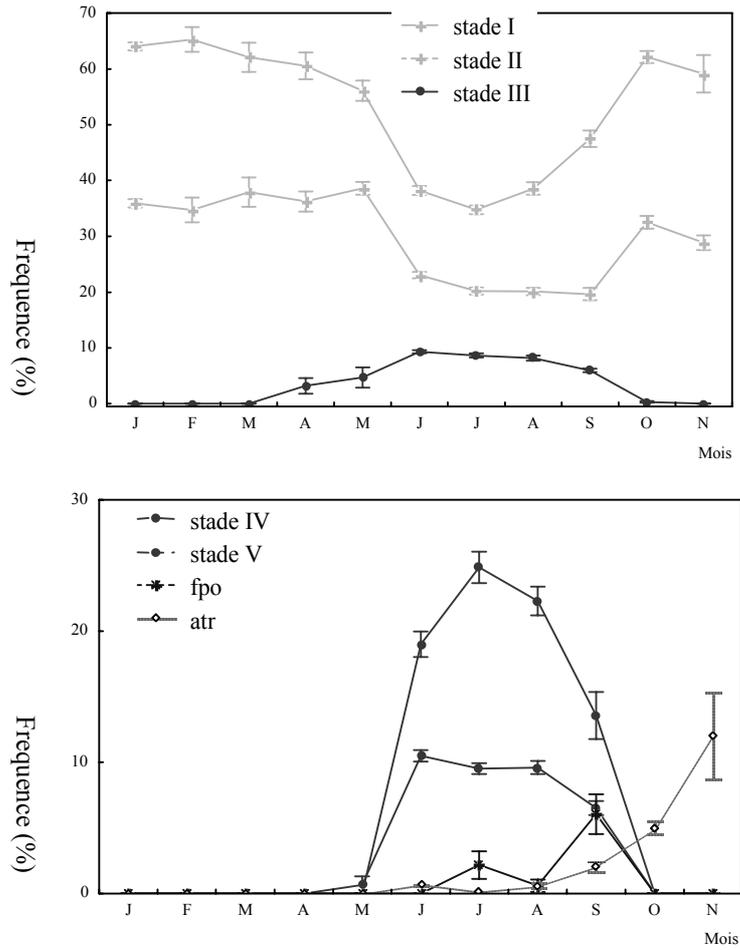


Figure 4. Evolution mensuelle de la fréquence des stades ovocytaires chez l’allache ; *fpo* follicules post-ovulatoires ; *atr* ovocytes atrétiques.

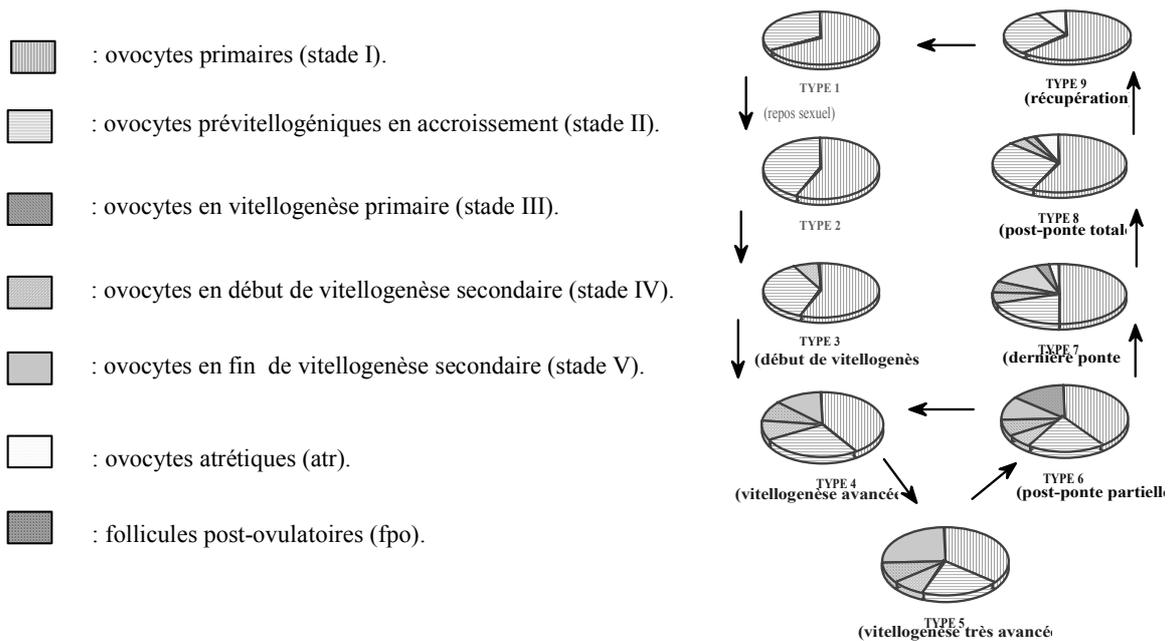


Figure 5. Cinétique de l’ovogénèse chez une femelle type d’allache.

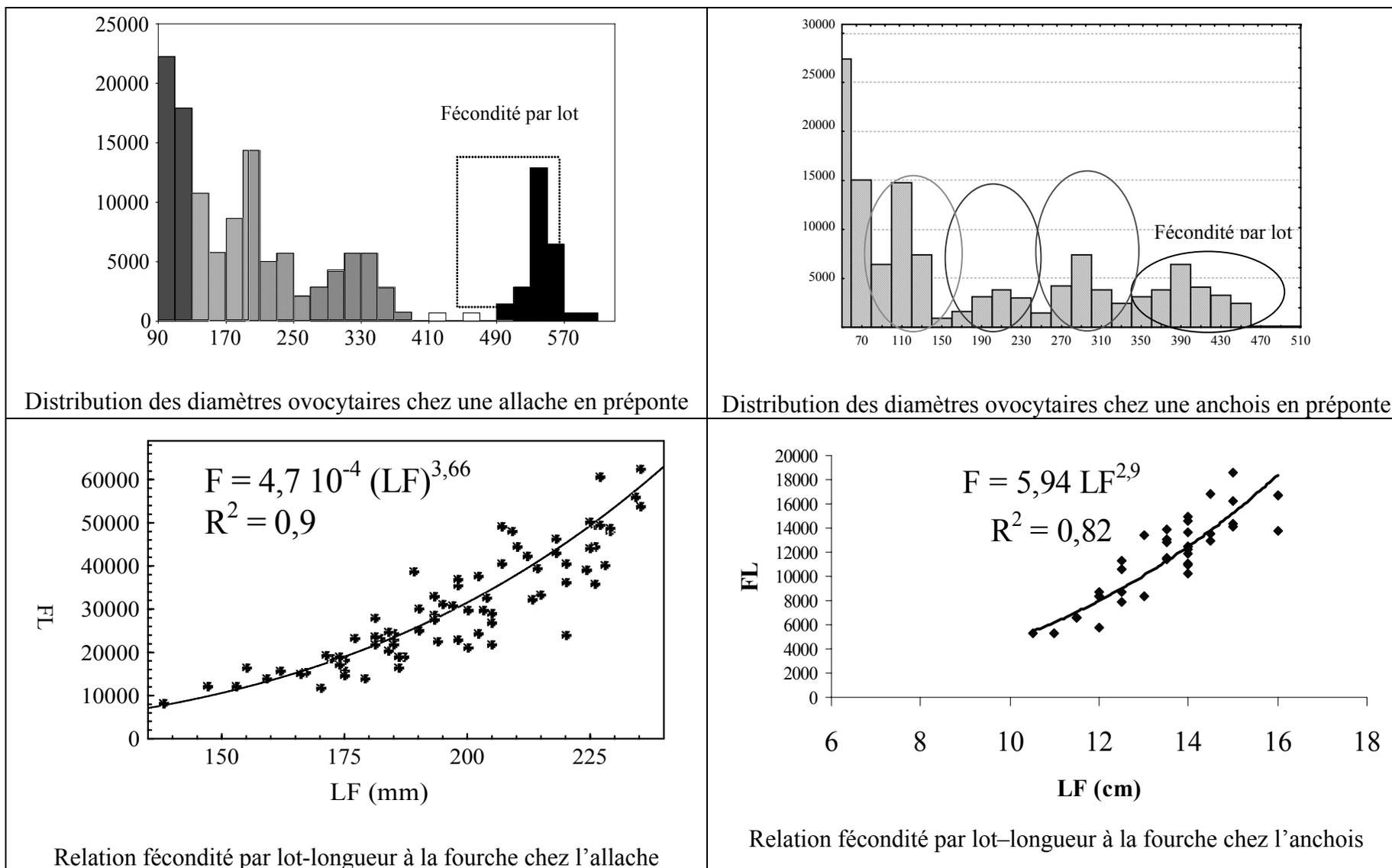


Figure 6. Distributions des diamètres ovocytaires et relation fécondité par lot (FL) longueur à la fourche (LF) chez l'allache et l'anchois.

Les débarquements des petits pélagiques dans les ports de pêche tunisiens sont assurés essentiellement par les techniques de la pêche au feu ou pêche au lamparo et la pêche à la petite senne ou pêche du jour. Le nombre moyen d'unités actives est de 318 unités, ce qui correspond à 7% du nombre total d'unités de pêche en Tunisie (Tableau 5). La région Est est la plus fréquentée par les pêcheurs professionnels des petits pélagiques, viennent ensuite les régions Nord et Sud.

Tableau 5. Nombre d'unités actives et nombre de sorties par région, année 2000.

	Nord	Est	Sud	Total
Nombre d'unités actives	87	129	102	318
% unités actives	27	41	32	100
Nombre de sorties par an	10.193	10.657	9.820	30.670

Dans les trois régions Nord, Est et Sud, l'activité des unités de pêche des petits pélagiques peut être établie entre avril et octobre. Cette saisonnalité de la pêche est liée aux conditions météorologiques, à l'état des unités de pêche et au changement d'activité de certaines unités particulièrement dans la région Sud (Figure. 7).

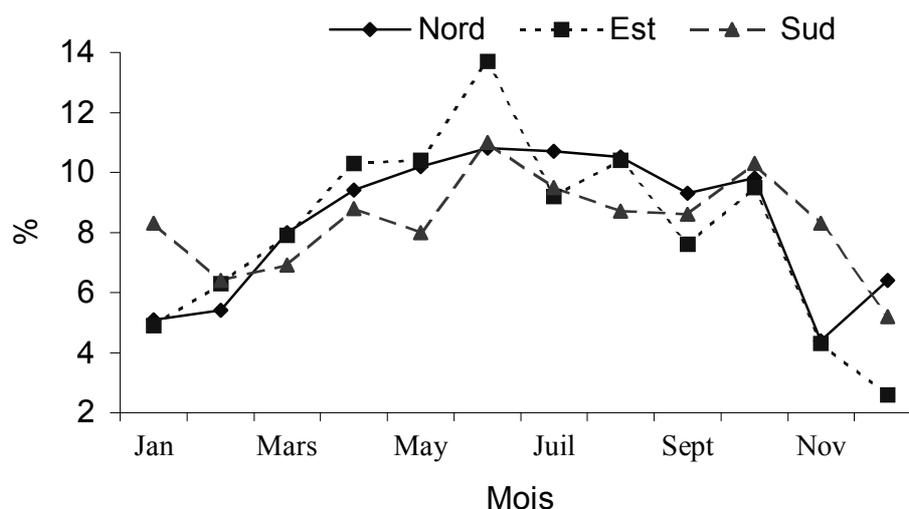


Figure 7. Evolution du pourcentage mensuel moyen du nombre de sorties par région.

Les débarquements des petits pélagiques sont en augmentation continue depuis 1995 (Figure. 8). Cette augmentation est le résultat des encouragements de l'Etat tunisien pour investir dans le secteur de la pêche aux poissons bleus et par l'augmentation de l'effort effectif de pêche suite à l'amélioration du savoir faire des pêcheurs et l'acquisition de nouvelles unités plus performantes.

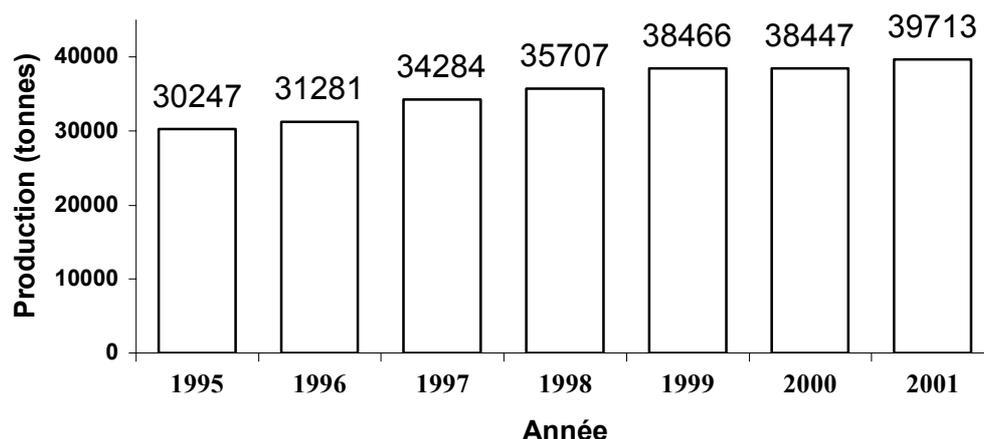


Figure 8. Evolution annuelle de la production des petits pélagiques en Tunisie.

Les captures des petits pélagiques sont composées essentiellement de sardine et d'allache (Tableau 6).

Tableau 6. Composition spécifique des débarquements des petits pélagiques en Tunisie.

Espèce	Sardine	Allache	Bogue	Anchois	Saurels	Maquereaux
Part (%)	39	31	9	1,5	12,8	5,7

Les captures de l'allache sont débarquées essentiellement dans la région Sud. Pour les autres espèces les débarquements sont réalisés en grande partie dans les régions Nord et Est (Tableau 7).

Tableau 7. Part relative (%) de chaque espèce dans les débarquements par région.

Espèce	Sardine	Allache	Anchois	Bogue
Nord	31,5	16,0	95,3	40,0
Est	40,0	26,0	4,7	51,8
Sud	28,5	58,0	0	8,2

En Tunisie, indépendamment de la région, la production des petits pélagiques est saisonnière (Figure. 9) :

- dans la région Sud la période de forte production s'étale de juillet à septembre avec un maximum en août. Le minimum de la production est atteint en avril.
- dans les régions Est et Nord, la période de forte production est estivale, elle s'étale de mai à août. La production minimale est enregistrée en hiver.

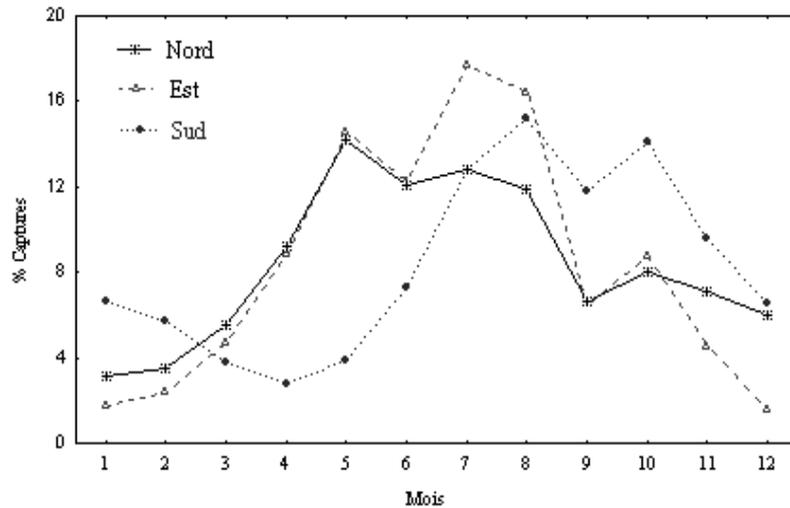


Figure. 9. Evolution du pourcentage mensuel moyen des captures des petits pélagiques par région.

Cette saisonnalité des débarquements des petits pélagiques est liée d’une part à la saisonnalité de l’activité de la flottille de pêche des petits pélagiques et d’autre part à la disponibilité de la ressource. En effet, les poissons bleus effectuent des déplacements à la recherche des frayères et des conditions optimales du milieu (Rijavec et Zarra, 1974 ; Rijavec et Gueblaoui, 1975 ; Boely, 1979 ; Belvèze, 1984 ; Cury et Fontana, 1988 ; Fréon, 1988 ; Marchal, 1991 ; Roy, 1992 ; Csirke, 1995 ; Binet, 1995 ; Pauly, 1997) ainsi une partie de la biomasse (généralement les individus de grande taille donc les adultes) en dehors de la période de reproduction devient inaccessible aux pêcheurs qui fréquentent les zones de pêche traditionnelles (franges côtières de faible profondeur).

Pour l’année 2000, la biomasse exploitable de la sardine, de l’allache, de la bogue et de l’anchois des eaux tunisiennes est évaluée, suivant la méthode directe d’hydroacoustique, à 67.000 tonnes, ce qui représente à peu près 2,2 fois les débarquements de ces espèces. On peut donc multiplier par 2,2 l’effort effectif actuel de pêche sans risque de surexploitation (Figure. 10).

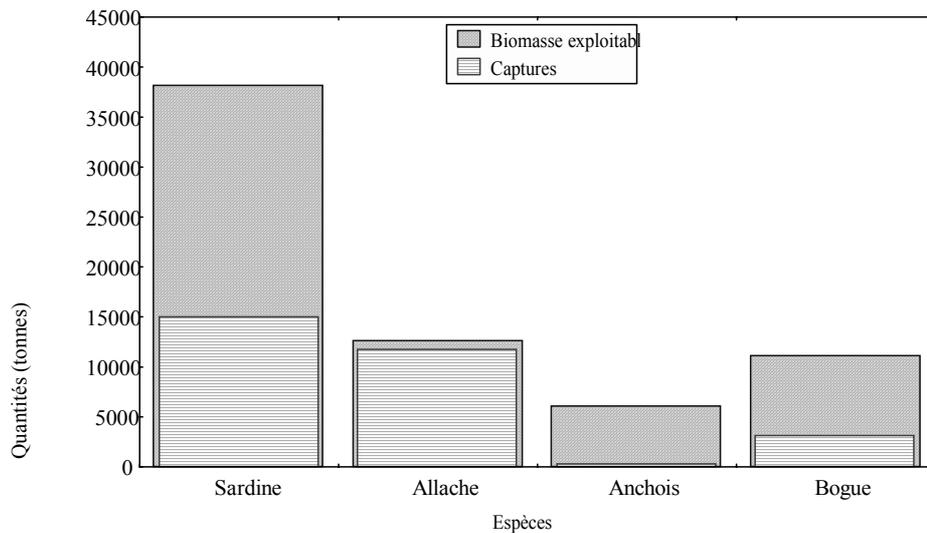


Figure. 10 : Biomasse exploitable et captures des petits pélagiques par espèce au cours de l’année 2000.

4. Conclusion et remerciements

Ce travail constitue un rapport de synthèse de la méthodologie employée et des principaux résultats obtenus, relatifs à la biologie et à l'exploitation des petits pélagiques des eaux tunisiennes, par le Groupe de Travail des Petits Pélagiques de l'INSTM dans le cadre des projets d'évaluation des ressources halieutiques tunisiennes. Le groupe de travail adresse ses remerciements aux Pr. A. El Abed et Dr O. Jarboui pour leur aide continue et leurs conseils fructueux au Groupe de Travail des Petits Pélagiques.

5. Références

- Anato, C.B., Ktari, M.H., et Kammoun, M.N. (1983) La bogue et la saupe dans les pêcheries tunisiennes. *Bull. Inst. Nat. Sci. Tech. Océanogr. Pêche*, Salammbô, 10: 99-106 pp.
- Azzouz, A. (1973) Les fonds chalutables de la région nord de la Tunisie. 1. Cadre physique et biocénoses benthiques. *Bull. Inst. Nat. Sci. Tech. Pêche*, Salammbô, 2(4):473-563.
- Beamish, R.J., et McFarlane, G.A. (1983) The forgotten requirement for age validation in fishery biology. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112: 735-743 pp.
- Beamish, R.J., and McFarlane, G.A. (1987) Current trends in age determination methodology. Dans: *The age and growth of fish*. Summerfelt, R.C., and Hall, G.E. (eds.) Iowa State University Press, Madison. 15-42 pp.
- Belvèze, H. (1984) Biologie et dynamique des populations de sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum) peuplant les côtes atlantiques marocaines et propositions pour un aménagement des pêcheries. Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université de Bretagne Occidentale. 532 pp.
- Ben Othman, S. (1971) Observations hydrologiques, dragages et chalutages dans le sud-est tunisien. *Bull. Inst. Nat. Sci. Tech. Pêche*, Salammbô, 2(2): 103-120 pp.
- Ben Salem, M. (1990) Révision du genre *Trachurus* Rafinesque 1810, biologie et génétique des espèces tunisiennes. Thèses de doctorat d'Etat ès-sciences biologiques, Faculté des sciences de Tunis. 351 pp.
- Binet, D. (1995) Hypotheses accounting for the variability of sardinella abundance in the northern Gulf of Guinea. Dans: *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. (éds.) ORSTOM, Paris. 98-133 pp.
- 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 Museum National d'Histoire Naturelle, Paris. 219pp.
- Brandhorst, W. (1977) Les conditions du milieu au large de la côte tunisienne. *Bull. Inst. Nat. Sci. Tech. Pêche*, Salammbô, 4(2-4): 129-220 pp.
- Castanet, J., Meunier, F.J., et Francillon-Vieillot, H. (1992) Squelettochronologie à partir des os et des dents chez les vertébrés. Dans: *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. (éds.) Colloque et séminaire ORSTOM-INRA. 257-280 pp.
- Collignon, J. (1991) Ecologie et biologie marines : introduction à l'halieutique. Masson, Paris. 298 pp.
- Csirke, J. (1995) Fluctuations in abundance of small and mid-size pelagics. *Sci. Mar.*, 59(3-4): 481-490 pp.

- 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. Liv. Resour.*, 1: 165-180 pp.
- Déniel, C. (1981) Les poissons plats (Téléostéens, Pleuronectiformes) en Baie de Douarnanez : Reproduction, croissance et migrations des Bothidae, des Scophthalmidae, Pleuronectidae et Solidae. Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université de Bretagne Occidentale. 476 pp.
- DoChi, T. (1978) Modèles cinétiques et structuraux en dynamiques des populations exploitées. Applications aux Squilles, *Squilla mantis* (L.) (Crustacés, Stomatopodes) du golfe de Lion. Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 272 pp.
- Fréon, 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*, ORSTOM. 287 pp.
- 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. 246 pp.
- Gharbi, H., Abdelkader, B., Zaaah, Y. (1986) Résultats des campagnes de prospection par chalutage dans la région Nord de la Tunisie (janvier-juin, 1984). *Bull. Inst. Nat. Tech. Océanogr. Pêche*, Salammbô, 13:123-139 pp.
- Gharred, T. (1993) Contribution à la connaissance de l'état de la pêche et à l'étude de l'écobiologie de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) dans le secteur de Mahdia. DEA de la Faculté des Science de Tunis. 165 pp.
- Hattour, A. (1979) Contribution à l'étude des scombridés en Tunisie. Rapport de Stage de DEA de la Faculté des Sciences de Tunis.
- 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 pp.
- King, M. (1995) Fisheries biology: assesment and management. Fishing News Books, Oxford. 341 pp.
- Ktari-Chakroun, F., et Azzouz, A. (1971) Les fonds chalutables de la région sud-est de la Tunisie (golfe de Gabès). *Bull. Inst. Nat. Sci. Téch. Pêche*, Salammbô, 2(1):5-47.
- Laloë, F., et Samba, A. (1990) La pêche artisanale au Sénégal : Ressources et stratégies de pêche. *Collection Etud. Thèses.*, ORSTOM. 395 pp + annexes.
- 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 pp.
- Lubet, P., et Azzouz A. (1969) Etude des fonds chalutables du golfe de Tunis. *Bull. Inst. Nat. Sci. Téch. Pêche*, Salammbô, 1(3): 87-111 pp.
- Marchal, E. (1991) Nanisme et sédentarité chez certaines espèces de poissons pélagiques : deux aspects d'une même réponse à des conditions défavorables. Dans: Pêcheries ouest-africaines. Variabilité, instabilité et changement. Cury, P., et Roy, C. (éds.) *Colloque et Séminaire* ORSTOM, Paris. 201-207 pp.
- Missaoui, H. (1996) Les ressources halieutiques de la Méditerranée sud centrale. Dans: Consultation technique sur l'évaluation des stocks dans la Méditerranée centrale. FAO, FIPL/R533 (suppl.), FAO, Rome. 191-229 pp.
- Mouneimne, N. (1981) Remarques sur la relation longueur/poids et le facteur de condition chez les poissons., *Cybium* (3e série), 5(4): 77-85 pp.
- Panfili, J., et Loubens, G. (1992) Mise en évidence des structures de croissance pour l'estimation de l'âge individuel des poissons. Exemples *Prochilodus nigricans*

- (Prochilodidae, Characiformes). Dans: 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. (éds.) *Colloque et Séminaire ORSTOM–INRA*, Paris. 335-340 pp.
- Pauly, D.P. (1997) Méthodes pour l'évaluations des ressources halieutiques. Adaptation française Moreau J. Cepadues, Paris. 288 pp.
- Quignard, J.P., et Kartas, F. (1976) Observations sur les sardinelles (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 et *S. maderensis* (Lowe, 1839) Poissons Téléostéens) des côtes tunisiennes durant l'hiver 1973–1974 (caractères numériques ; relation taille–poids; état sexuel). *Rapp. Comm. Int. Explor. Sci. Mer. Médit.*, 23(8): 27-31 pp.
- Ricker, W.E. (1973) Linear regressions in fishery research. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30: 409-434 pp.
- Rijavec, L., et Zaara, Y. (1974) Distribution et abondance relative des stocks de poissons pélagiques dans les eaux tunisiennes en 1972. *Bull. Pêches*, 1: 86-132 pp.
- Rijavec, L., et Gueblaoui, M. (1975) Distribution, abondance relative et identification des stocks au large de la Tunisie en 1973., *Bull. Pêches*, 2: 1-68 pp.
- Rijavec, L., Johannesson, K., Gueblaoui, M. (1977) Estimation de l'abondance absolue des stocks des poissons pélagiques dans les eaux tunisiennes. *Bull. Inst. Nat. Sci. Tech. Oceanogr. Pêche*, Salammbô, 4(2–4): 221-262 pp.
- Roy, C. (1992) Réponses des stocks de poissons pélagiques à la dynamiques des upwelling en Afrique de l'ouest : Analyse et modélisation. *Etudes et Thèses*, ORSTOM, Paris. 146 pp.
- Turki, B. (1987) Etude de la répartition de *Trachurus trachurus* (Linné, 1758) dans les eaux tunisiennes. *Bull. Inst. Nat. Sci. Tech. Océanogr. Pêche*, Salammbô, 14: 47-57 pp.

Annexe 1. Histogrammes des fréquences des tailles par espèces. Les abscisses correspondent à la longueur à la fourche en centimètres.

