

ETUDE PRELIMINAIRE DE L'AGE ET DE LA CROISSANCE DE L'ESPADON (*Xiphias gladius*) DES EAUX TUNISIENNES.

Abdallah HATTOUR^{1*} A. GAAMOUR¹ et M.A. BEN SMIDA²

1-Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 28 rue 2 Mars 1934 Salammbô, Tunisie.

2- Faculté des Sciences de Tunis

*abdallah.hattour@instm.nrnt.tn

ملخص

دراسة أولية لعمر ونمو سمك بوسيف بالمياه التونسية : إتمدت هذه الدراسة القطع العربي للشوكة الثانية للزعنفة الشرجية لعينات من أسماك بوسيف المصطادة بالمياه التونسية من مارس إلى سبتمبر 2004. يتراوح طول هذه الأسماك ما بين 60 و 173 صم، أما وزنها فيتراوح بين 15 كغ إلى 55 كغ. بينت النتائج المتحصل عليها أن عمر الأسماك المصطادة يتراوح ما بين أقل من السنة الأولى و 5 سنوات وأن معظمها لم يبلغ النضج الجنسي. الكلمات المفتاحية: بوسيف، شوكة الزعنفة الشرجية، العمر، مفتاح العمر والطول.

RESUME

Une clé préliminaire âge taille et âge poids est présentée à partir d'un échantillonnage mené sur 212 espadon (*Xiphias gladius L.*) pêchés le long des côtes tunisiennes entre mars et septembre 2004. les tailles des poissons sont rangées de 60 cm à 173 cm, correspondant à des poids variant de 1,5 kg à 55 kg. L'analyse des coupes de la 2^{ème} épine de la nageoire anale des espadons échantillonnés ont révélé que les âges sont rangés entre 0 et 5 années.

Mots clés : Espadon, épine de la nageoire anale, âge, clé âge taille

ABSTRACT

Preliminary study of the age and growth of the swordfish (*Xiphias gladius*) of Tunisian water :

A preliminary age length and weight key is presented based on 212 swordfish (*Xiphias gladius L.*) samples caught along the Tunisian coast by longline fishing between Mars and September 2004. The length of the swordfish ranged from 60 cm to 173 cm, while the weight ranged from 1.5 kg to 55 kg.

Spine analysis of the sampled sword fish revealed that the age ranges from 0 to 5 years.

Key word : Swordfish, spine of the anal fin, age, age-size key

INTRODUCTION

L'espadon *Xiphias gladius L.* est une espèce cosmopolite présente dans l'Océan Atlantique et en Méditerranée. Plusieurs études génétiques récentes ont montré que l'espadon de la Méditerranée constitue un stock unique isolé des stocks atlantiques du point de vue de la reproduction. Des déplacements limités entre la Méditerranée et les zones nord atlantiques qui l'avoisinent sont signalés (SCRS, 2004).

En Tunisie, l'espadon est débarqué le long de toutes les côtes tunisiennes. La palangre flottante est l'engin principal de capture de l'espèce. Au cours des dix dernières années, la prise annuelle d'espadon est en augmentation. Elle a atteint un maximum de 1138 tonnes en 2002.

L'importance économique de cette espèce a suscité l'intérêt de plusieurs scientifiques à mener différentes investigations biologiques et écologiques aussi bien en Méditerranée que dans les autres mers et océans.

Parmi ces investigations la détermination de l'âge qui constitue l'élément clé pour des éventuelles gestion de cette ressource. Les pièces calcifiées les plus utilisées pour l'estimation de l'âge de l'espadon, dans son aire de répartition, sont les épines des nageoires (anale et dorsale), les vertèbres et les otolithes (Artüz, 1964; Berkeley et Houde, 1983; Wilson et Dean, 1983; Megalofonou et De Metrio, 1989; Porter et Smith, 1991; Chalabi et Ifrene, 1992; Ehrhard, 1995; Tserpes et Tsimenides, 1995; Aliçli et Oray, 1999 et 2001). Néanmoins, les épines restent les plus utilisées. En effet, Porter et Smith (1992) ont bien affirmé que les épines de la nageoire anale, les otolithes et les vertèbres constituent les pièces squelettiques de choix pour la détermination de l'âge. Ces structures continuent à être utilisées différemment selon leur disponibilité et la facilité de leurs interprétations et de préparation. Par ailleurs, les otolithes sont souvent rejetés suite à leur petite taille et à la difficulté de leur manipulation (Megalofonou et al. 1995). Les écailles

n'ont pas été utilisées pour l'étude de l'âge de l'espadon car seuls les juvéniles en sont pourvus (Nakamura, 1985).

Enfin signalons que plusieurs investigations ont touché certains aspects biologiques de cette espèce en Méditerranée, De Metrio et al. 1988, Cavallaro et al. 1991, Megalofonou et al. 1995, Chalabi, 1993, Chalabi et al. 1993,1995, Mejuto et la De Serna, 1993, Orsi Relini et al. (1993,1995 et 1996), Sion 1993, la De la Serna et al. 1993 et Hattour (1996 et 2004), Aliçli et Oray, 1996 et 2001 et Macias et al. 2005.

Malgré sa haute valeur marchande, cette espèce n'a suscité en Tunisie l'intérêt des biologistes que récemment. Ce travail est en fait une contribution à l'étude de l'âge et de la croissance de l'espadon des eaux tunisiennes.

MATERIELS ET METHODES

Au total, 212 épines d'espadons ont été collectées à partir des débarquements de la pêche professionnelle. La période de l'échantillonnage correspond à mars - novembre 2003. Les tailles maxillaires fourches des individus collectés se rangent dans l'intervalle 60-173 cm correspondant à des poids des poissons éviscérés allant de 1,5 à 55 kg (Tableau I)

Tableau I : Nombre d'individus, classes de taille et de masse des espadons échantillonnés.

Mois	Nombre d'individus	Lmf (cm)	Wev (kg)
mars	21	110-130	9-26
juin	34	77 - 115	4,0 - 15
juillet	86	83 - 146	4,0 - 48
août	23	60 - 173	1,5 - 55
octobre	23	112-125	11,5-27
novembre	25	60-115	1,5-18
Total	212	60 - 173	1,5 - 55

L'étude fût menée sur des coupes du deuxième rayon de la nageoire anale dont les anneaux concentriques pouvant être interprétés comme des marques de croissance. Les marques de croissance observées, peuvent être traduites en terme de durée et donc en terme d'âge (Poisson et Taquet, 2001).

Pour l'ensemble des individus échantillonnés, le deuxième rayon de la nageoire anale est extrait, nettoyé puis conservé à sec dans des enveloppes référencées. Les tranches des épines sont confectionnées à l'aide d'une tronçonneuse Isomet à vitesse lente suivant la méthode décrite par Ehrhardt et al. En 1996 (Fig. 1).

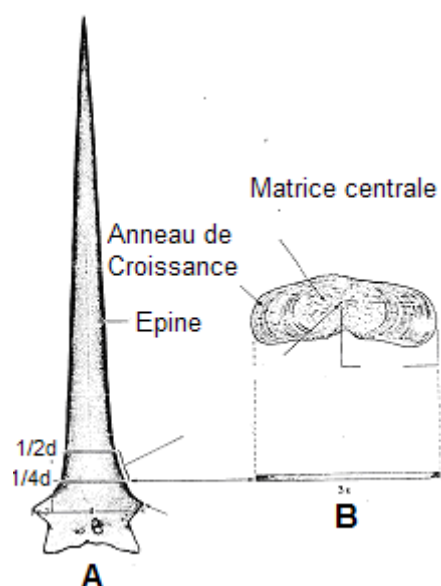


Fig. 1- Schéma du second rayon de la nageoire anale (A) et structure interne du rayon après section transversale (B) (Ehrhardt et al. 1996)

Les coupes sont réalisées L'épaisseur moyenne des tranches est de 450µ. Ces sections sont d'abord polies sur les deux faces puis fixées par l'Euckitt sur une lame référencée. L'observation est réalisée en lumière transmise à l'aide d'un système d'analyse d'image composé d'une loupe, d'une caméra, d'un PC et du logiciel Optimas 6.5.

Le rayons total des tranches (Rt) et les rayons à la formation de chaque zone hyaline (Ri) sont mesurés (Fig. 2). On a retenue le nombre de zones hyalines pour l'estimation de l'âge de l'espadon tout en supposant qu'une seule zone se forme chaque année.

Relation taille du poisson – taille de l'otolithe et rétro calcul

La croissance des structures minéralisées est proportionnelle à la croissance en longueur du poisson (Lea, 1910). La relation liant la taille du poisson à celle de la pièce calcifiée peut être de type linéaire, exponentiel ou puissance. Celle retenue dans la présente étude est la forme linéaire dont la formulation mathématique est la suivante : $Lmf = c + d R$ avec c et d paramètres; Lmf : longueur maxillaire fourche à la capture et R : rayon total de la section de l'épine.

Pour rétro calculer la taille du poisson à la formation de chaque zone hyaline le modèle de Lee (1920) est utilisée. Si Lmfi est la longueur du poisson à la formation de la i^{ème} zone hyaline on a :

$$Lmfi = \frac{Ri}{R}(Lmf - c) + c$$

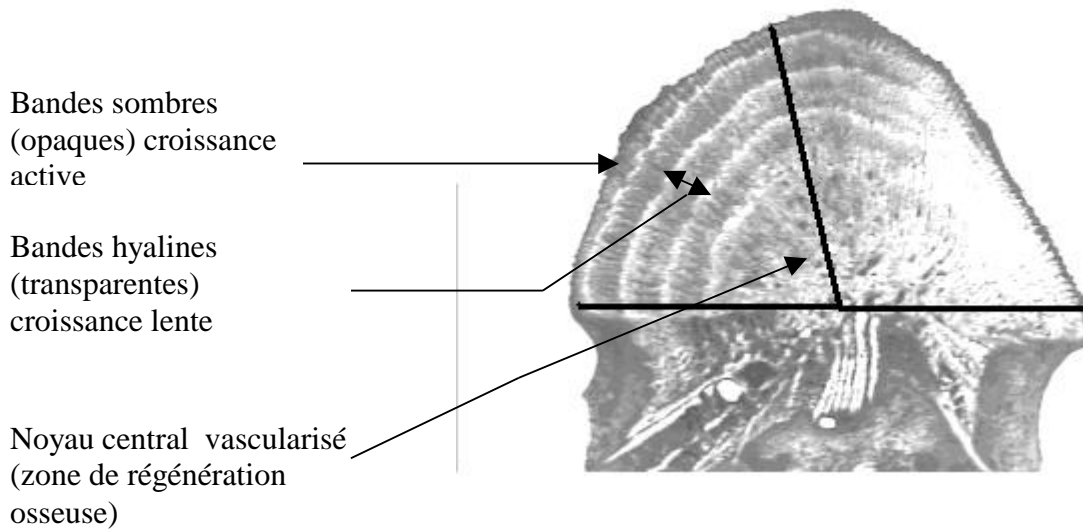


Fig. 2 : Section transversale du deuxième rayon de la nageoire anale (observée en lumière transmise) de *Xiphias gladius* montrant la zonation caractéristique, et la détermination du focus.

L_{mfi} = Longueur du poisson à la formation de la $i^{ème}$ zone hyaline;

L_{mf} = longueur du poisson à la capture.

R_i = Rayon de la $i^{ème}$ zone hyaline

R = Rayon total de la tranche de l'épine

c : ordonnée à l'origine de la relation liant la taille du poisson à celle de l'épine.

Les moyennes des longueurs rétro calculées à chaque âge sont déterminées. Elles sont utilisées pour l'étude de la croissance en longueur suivant le modèle de croissance de Von Bertalanffy. Ce modèle présente l'avantage d'être simple et facilement intégré dans les modèles d'évaluations des stocks. Si L_t est la longueur à l'âge (t), la fonction décrite par Von Bertalanffy est :

$$L_t = L_{\infty}(1 - \exp(-K(t - t_0)))$$

L : longueur asymptotique que peut atteindre l'espèce si elle croit indéfiniment

K = constante qui traduit la vitesse de la croissance de l'espèce

t_0 = âge théorique auquel la longueur du poisson est nulle.

La relation taille poids $W = aL^b$ de l'espadon est établie par zone de débarquement (zones sud et Nord) et pour l'ensemble des eaux tunisiennes (tabl. II).

Tableau II : Relation taille-masse par zone et pour les espadons débarqués dans les ports tunisiens.

Zone	Engin	N	R ²	Equation
Sud (Zarzis)	Palangre	109	0,8758	$W_{ev} = 8E-07(L_{mf})^{3,5475}$
Sud (Zarzis)	Palangre	112	0,8397	$W_t = 4E-07(L_{mf})^{3,689}$
Nord (Kélibia)	Palangre	148	0,8913	$W_{ev} = 1E-06(L_{mf})^{3,4448}$
Nord (Kélibia)	Palangre	122	0,9102	$W_t = 1E-06(L_{mf})^{3,4354}$
Toute la Tunisie	Palangre	301	0,9153	$W_{ev} = 5E-07(L_{mf})^{3,6199}$

Cette équation combinée avec celle de la croissance en longueur a permis d'établir l'équation de croissance en poids de Von Bertalanffy :

$$W_t = W_{\infty} [(1 - e^{-K(t-t_0)})^b]$$

Avec : $W_{\infty} = a L_{\infty}^b$

L_{∞} , K et t_0 : paramètres de l'équation de croissance en longueur

a et b : paramètres de la relation taille-poids

RESULTATS ET DISCUSSION

1- Distribution des fréquences de taille et de poids

La structure en taille des débarquements de la pêche professionnelle de l'espadon, en Tunisie au cours de 2003, est illustrée par la figure 3.

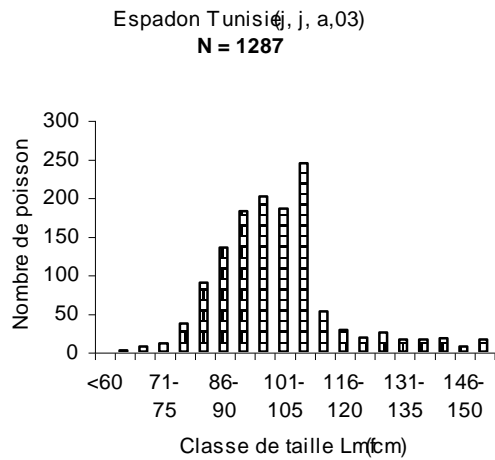
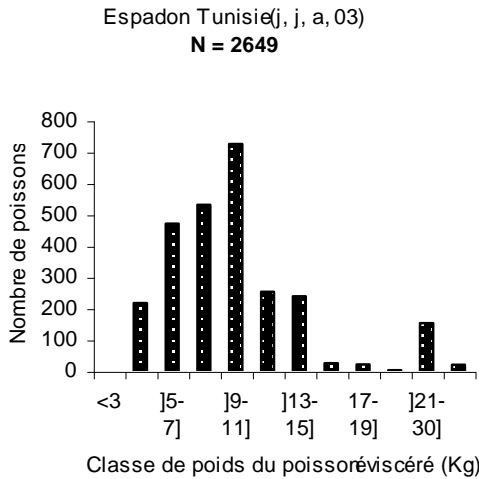


Fig. 3– Répartition de la masse totale et de la taille des espadons échantillonnés dans les principaux ports tunisiens de débarquements en 2003

La plupart des poissons débarqués ont des L_{mf} comprises entre 90 et 105 cm correspondant à des poids du poisson éviscéré de 6 à 13 kg. Les espadons éviscérés dont le poids est inférieur à 9Kg représentent de l'ordre de 62% des débarquements. En revanche les espadons éviscérés de plus de 20Kg ne représentent qu'environ 5% de la prise nationale de cette espèce.

2- Estimation de l'âge et Relation taille du poisson - rayon de l'épine

Sur les 212 individus l'âge a pu être estimé chez 172 ; soit un pourcentage de détermination de l'ordre de 82%. Les difficultés d'interprétation des zones de croissance des épines des nageoires anales sont liées particulièrement à

Pour les spécimens retenus, l'âge varie entre 0 et 5 ans. Le groupe d'âge le plus représenté est le groupe 1 (Tabl. III).

Tableau III:-Clé Taille âge théorique d'après l'équation de Von Bertalanffy et valeurs expérimentales des classes d'âge de l'espadon

Age (an) ou groupe d'âge Longueur (mm)	0	1	2	3	4	5
Equation théorique	586	946	1173	1316	1406	1462
Rétro calcul	693	947	1171	1320	1407	1461
Taille moyenne de capture	693	944	1029	1166	1415	1653
Effectif	8	124	18	11	8	3

La relation liant la taille du poisson à celle de l'épine obtenue est $L_{mf} = 208,6 \cdot R + 529$ avec un coefficient de corrélation de 0,81 traduisant une corrélation significative entre la L_{mf} et le R (Fig. 4).

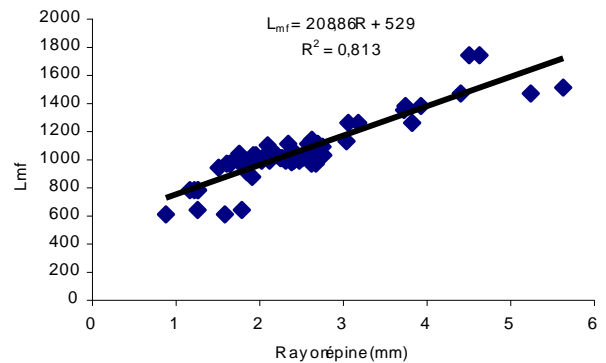


Fig. 4 : Relation linéaire entre LMF et rayon de l'épine

3- Relation taille poids

Nous groupons dans le tableau II les relations que nous avons calculé à parti des échantillonnages réalisés aussi bien à Zarzis qu'à Kélibia, mais pour la présente étude, nous utilisons la relations taille masse éviscérée disponible.

4- Croissance

Les tailles moyennes calculées pour une classe d'âge estimée sont déterminées sans distinction du sexe.

Ces données ont servi pour le calcul des paramètres de croissance du modèle de Von Bertalanffy dont l'équation est :

$$L_{jII} = 1557,65 (1 - e^{-0,464 (t + 1,017)})$$

Avec

$$L_{\infty} = 1557,65 \text{ mm} ; K = 0,4639 ; t_0 = -1,017$$

5- Croissance pondérale.

Si on introduit la valeur de $L_{\infty} = 1557,8$ mm dans l'équation déduite à partir de la relation taille poids des poissons éviscérés de 2003 (tabl. II), W_{∞} serait 43,8 kg.

$$W_{ev} = 43,8 [1 - e^{-0,4639 (t + 1,0169)}]^{3,6199}$$

Exprimé en poids total (tabl. IV) en empruntant le facteur de conversion d'Amorin et al. (1979), l'équation devient :

$$W_{total} = 50,1 [1 - e^{-0,4639 (t + 1,0169)}]^{3,6199}$$

Tableau IV-: Clé âge – poids théorique de l'espadon

Age (an)	0	1	2	3	4	5
W _{ev} (kg)	<7,131	7,131	15,474	23,467	29,817	34,344
W _t (kg)	<8,285	8,285	17,981	27,267	34,645	39,906

6- Discussion

La pêche tunisienne d'espadon, à l'instar de ce qui se passe dans toute la Méditerranée, cible les poissons juvéniles. En effet, la taille de première maturité sexuelle de l'espadon est 140cm.

L'étude a révélé la domination de la classe d'âge I, comme on doit bien s'attendre étant donné l'histogramme de la répartition des tailles des poissons débarqués. La proportion du groupe d'âge I a représenté 72,1% des poissons échantillonnés, en revanche la classe 0 n'en représente que 4,65%. La proportion des classes d'âge supérieur à 3 n'est que de 6,4%, ce qui signifie que la pêche tunisienne, à l'image d'ailleurs de ce qui se passe dans toute la Méditerranée, cible plutôt des poissons qui n'ont pas encore atteint leur première maturité (il est probable que les femelles atteignent la première maturité sexuelle pendant la troisième année de leur cycle vital, lorsqu'elles mesurent environ 125 cm, et la moitié des femelles sont matures lorsqu'elles atteignent 140 cm (Macias et al. 2005).

Cette étude nous a également montré que les espadons juvéniles grandissent très rapidement, et mesurent plus de 94 cm avant la fin de la première année de leur cycle vital (classe d'âge I).

Enfin, pour les paramètres de croissance de l'espadon, déterminés par rétro calcul à partir des tailles moyennes des différents groupes d'âge, et utilisé dans le modèle mathématique de Von Bertalanffy, il faut souligner que L_{∞} nous a semblé

assez faible(155,8) même si cette dernière est sujette d'une variabilité spatio-temporelle importante. Cette remarque se trouve justifiée en passant en revue les valeurs trouvées par d'autres auteurs : 243,8 cm (De Metrio et Megalofonou, 1989); 237,1 dans le golfe de Taranto (Sion, 1993) ; 238,6 dans la mer d'Egée (Tserpes et Tsimendies, 1995) et 237,1 dans la Méditerranée italienne et Grecque. 252,2 dans les eaux turques (Aliçli et Oray, 1999).

BIBLIOGRAPHIE

- Aliçli, T.Z. Oray, I.K. 1999- Age and growth of swordfish (*Xiphias gladius* L., 1758) in the Eastern Mediterranean sea, *Scrs/99/47*.
- Aliçli, T.Z., Et Oray, I.K. 2001- Age and growth of swordfish (*Xiphias gladius* L., 1758) in the eastern Mediterranean sea . *SCRS /00/47 Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52: 698-707. (2001)*
- Amorin, A., Arfelli, C., Garces, A., 1979- Estudio comparativo sobre la biología y pesca del pez espada, *Xiphias gladius* L (1758) obtenidos por las flotas Espanola y Brasilena. *ICCAT, SCRS 78/51(8): 496– 503.*
- Artüz, M.I. (1964) : Contribution to the knowledge of the biology of the swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the sea of Marmara. *FAO, G.F.C.M., Proceedings and Technical Papers. No.4, 459-471*
- Berkeley, S., Houde, E.D. (1983) : Age determination of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the straits of Florida using anal fin spine sections. *U.S. Dep. Commers., NOAA Tech. Rep. NMFS 8: 137-143.*
- Cavallaro, G., Cefali, A., Potoschi, A. (1991): Aspetti biologici di *Xiphias gladius* L. Dei Mar Meridionali Italiani. *GFCM-ICCAT. Report of the GFCM-ICCAT Expert Consultation on Evaluation of Stocks of large pelagic fishes in the Mediterranean area. FAO Fisheries Report no. 449, 126-143.*
- Chalabi, A. (1993): Approche de la croissance de l'Espadon *Xiphias gladius* en Baies de Beni-saf et de bou Ismail. *ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. Vol XL (1), 158-161.*
- Chalabi, A., Cherrak, I., Hamida, S., Sail, M. (1995): La croissance de l'Espadon peche pres des cotes Algeriennes. *ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. Vol XLIV (1), 305-308.*
- Chalabi, A., Dib, H., Ourdani, A., Rahmoun, S. M. (1993): Approche de la croissance de l'Espadon *Xiphias gladius* en Méditerranée Algérienne. *ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. Vol XL (1), 157.*
- Chalabi, A., Ifrene, F. (1992): Détermination de l'âge de L'Espadon *Xiphias gladius* a partir de l'observation du second rayon épineux de la

- nageoire anale. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, 33, 289
- De La Serna, J.M., Alot, E., Godoy, D. (1993): Analisis preliminar del sex-ratio por clase de talla del pez espada *Xiphias gladius* capturado con palangre de superficie en el Mediterraneo occidental. *ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. Vol XL (1)*, 141-148.
- De Metrio, G. et Megalofonou, P., 1989- Stima delle catture e di alcuni parametri di popolazione del pesce spada *Xiphias gladius* in alcuni distretti del Mediterraneo orientale. *Nova Thalassia vol.10, suppl. 1*, 425-435.
- De Metrio, G., Megalofonou, P., Tselas, S., Tsimenides, N. (1988): Fishery and biology of the swordfish *Xiphias gladius*, L., 1758 in Greek waters. *FAO Fishery report no. 494*, 139-145.
- Ehrhard, N.M., Robbins, R.J., Arocha, F., 1996- Age validation and growth of swordfish, *Xiphias gladius*, in the Northwest Atlantic. *ICCAT*, . *XLV (2)*, *SCRS/95/99* : 358-367.
- Ehrhard, N.M. (1995): On the age and growth of swordfish in the northwest Atlantic ocean. *ICCAT, Coll. Vol. Sci. Pap. Vol. XXIV (2)*, 84-88.
- Gulland, J. A., 1969- Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques, première partie, Analyse des populations, *Man. FAO. de Sci. hal.*, (4) 160 p.
- Hattour, A. 1996- La pêche de l'espadon *Xiphias gladius* en Tunisie : Analyse préliminaire de la relation taille-poids. *ICCAT, Coll. Vol. Sci. Pap. Vol. XLV(1)*, 145-151.
- Hattour, A., 2004- Activités de pêche et de recherches des grands pélagiques des eaux tunisiennes, *rapport annuel du projet COPEMED « Research on fishing biology of blue fin tuna (Thunnus thynnus) and swordfish (Xiphias gladius) in the Mediterranean sea »*.
- Lea, E., 1910- On the methods used in the herrings investigations, *Publ. Circ. Const. Int. Exp. Mer, Copenhagen*, (53) 7-175.
- Lee, R.M., 1920- A review of methods of age and growth determination in fishes by mean of scale fisheries, *Fish. Invest. London*, 2 (4) 32p.
- Macias, D., Hattour, A., J.M. De La Serna, M.J. Gomez-Vives, 2005- Reproductive characteristics of swordfish (*Xiphias gladius*) caught in the south-western Mediterranean during 2003. *SCRS/2004/068 Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*,
- Megalofonou, P., De Metrio, G. (1989): Stima dell'accrescimento di *Xiphias gladius* L. Del Mar Egeo mediante lo studio dei raggi spiniformi della pinna anale. *Nova thalassia vol. 10. Suppl. 1*, 437-446
- Megalofonou, P., Dean, J.M., De Metrio, G., Wilson, C., Berkeley, S. (1995): Age and growth of juvenile swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus, from the Mediterranean Sea. *Jor. Exp. Marine Bio. And Ecology*. 188 (1995) 79-88.
- Mejuto, J., De La Serna, J.M. (1993): A preliminary analysis to obtain a size weight relationship for the Mediterranean swordfish *Xiphias gladius*. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap. Vol. XL(1)*, 113-115.
- Nakamura, I. (1985): Billfishes of the World. *FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 5. pp 65*.
- Orsi Relini L., Garibaldi, F., Cima, C., Palandri, G. (1995): Feeding of the swordfish, the bluefin and other pelagic nekton in the western Ligurian sea. *ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. Vol. XLIV (1)*, 283-286.
- Orsi Relini L., Garibaldi, F., Palandri, G. (1993): Notes about the structure of the fished stock of swordfish from the Ligurian Sea. *ICCAT, Coll. Vol. Sci. Pap. Vol. XL (1)*, 400-403.
- Orsi Relini L., Garibaldi, F., Palandri, G. (1996): A tentative VPA for the Mediterranean swordfish. *GFCM -ICCAT/95/7*.
- Poisson, F., et Taquet, M., 2001- L'espadon : de la recherche à l'exploitation. *Programme palangre, Réunionnais, Ifremer éditions, Rapport final : 1-249*
- Porter, J.M., Smith, S.C. (1991): Literature review of differential growth and mortality in Atlantic swordfish, *Xiphias gladius*. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap. Vol. XXXV(2)*, 445-448.
- SCRS, (2004) : Rapport de la réunion de 2004 du comité permanent pour la recherche et les statistiques (SCRS) (*Madrid, 4 – 8 octobre 2004*)
- Sion, L. (1993): Biologia e pesce del pesce spada *Xiphias gladius* L. 1758 nell' Adriatico meridionale e nel golfo di Taranto. *Un'iversita degi' studi di Bari. Facolta' di Medicina Veterinaria. Scuola di Specializzazione in Biochimica Marina. Tesi di specializzazione in biologia marina pp, 17*.
- Tserpes, G., et Tsimenides, N., 1995- Determination of age and growth of sword fish, *Xiphias gladius*, 1758, in the Eastern Mediterranean using anal-fin-spines. *Fishery Bulletin* 93, 594-602.
- Wilson, C.A., Dean, J.M. (1983): the potential use of sagittae for estimating age of Atlantic swordfish, *Xiphias gladius*. Proceedings of the International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: Tunas, Billfishes, and Sharks. *NOAA Tech. Rep. NMFS* 8, 151-156.