



<b>CHAPITRE 2.1.9:</b> <b>ESPADON</b>	<b>AUTEURS:</b> <b>N. ABID et M. IDRISSE</b>	<b>DERNIÈRE MISE À JOUR :</b> <b>13 nov. 2006</b>
--	---	--

## 2.1.9 Description de l'espadon (SWO)

### 1. Noms

#### 1.a. Classification et taxonomie

**Nom de l'espèce :** *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758)

**Synonymes** (Nakamura, 1985) :

*Xiphias gladius* (Bloch, 1786)  
*Xiphias imperator* (Bloch & Schneider, 1801)  
*Xiphias rondeletti* (Leach, 1818)  
*Phaethonichthys tuberculatus* (Nichols, 1923)  
*Xiphias estara* (Phillips, 1932)  
*Tetrapterus imperator* (Rohl, 1942)  
*Xiphias thermaicus* (Serbetis, 1951)  
*Xiphias gladius estara* (Whitley, 1964)

**Code espèce ICCAT:** SWO

**Noms ICCAT :** Espadon (français), Swordfish (anglais), Pez espada (espagnol)

Selon Hureau et Monod (1973), l'espadon est classé comme suit :

- Embranchement : Vertébrés
- Sous embranchement : Gnathostomes
- Superclasse : Poissons
- Classe : Osteichthyens
- Sous classe : Actinopterygiens
- Superordre : Teleosteens
- Ordre : Perciformes
- Sous ordre : Scombroïdes
- Famille : Xiphiidae
- Genre : Xiphias
- Espèce : Xiphias gladius

#### 1.b. Noms communs

La liste des noms vernaculaires selon la FAO est présentée ci-dessous. Cette liste n'est pas exhaustive et certains noms locaux pourraient ne pas y être inclus.

**Afrique du Sud:** Swaardvis, Broadbill, Swordfish,

**Albanie :** Peshku shtize

**Algérie :** Pez espada

**Allemagne :** Schwertfisch

**Angola :** Agulha, Agulhão, Espadarte, Peixe-agulha

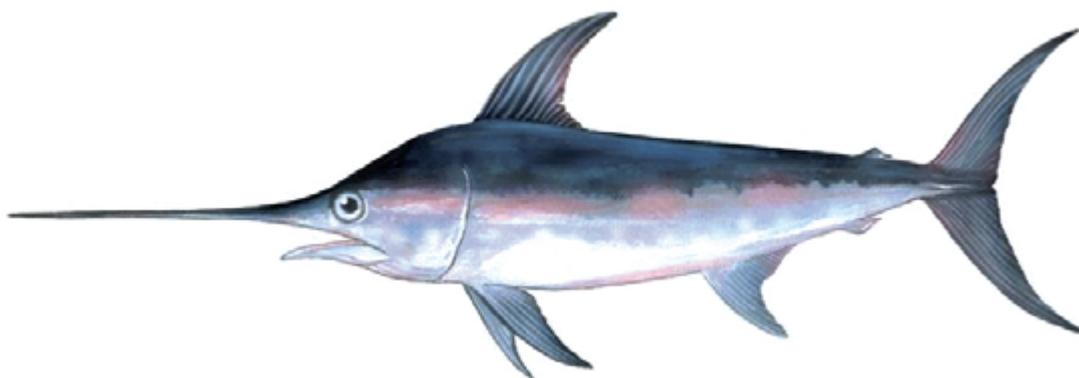
**Argentine:** Pez espada

**Australie:** Broadbill, Broadbill swordfish, Swordfish

**Belgique** : Espadon  
**Brésil**: Aguilhão, Espadarte, Espadarte-meca, Meka, Peixe espada  
**Can Br Colum**: Swordfish  
**Canada**: Broadbill swordfish, Swordfish, Espadon  
**Cap-Vert** : Espadarte, Furão, Peixe ferro , Peixe-ferro, Espadon, Espadão, Espadarte, Espadim-azul, Peixe-agulha  
**Chilie**: Albacora, Pez espada  
**Chine** :Chien-chi-yu , Ki-hi-khu , Tinmankhu  
**Corée**: Whang-sae-chi  
**Cuba**: Emperador, Pez espada  
**Danemark**: Sværdfisk  
**Djibouti**: Sword fish, Espadon  
**Equateur**: Pez espada  
**Espagne** : Emperador, Aja para, Chichi spada, Espada, Espardarte, Pez espada  
**Estonie**: Swordfish  
**Etats-Unis**: Broadbill, Broadbill swordfish, Swordfish  
**Finlande**: Miekkakala  
**Ex- USSR**: Mech-ryba, Mechenos, Meshvenosouiyé  
**France**: Espadon  
**Grèce**: Xífiás, Xiphías  
**Hawaii**: Broad-bill sword-fish, A'u ku  
**Iles Açores**: Swordfish, Agulhão, Espadarte  
**Iles Féroé**: Svørðfiskur  
**Iles Madère** : Peixe-agulha  
**Iles Marshall** : Lokjan  
**Iles Tuamotu** : Hakura  
**Inde**: Sword fish, Kunga, Tadmachhi, Mas-hibaru, Kuthirameen, Tadmasa  
**Indonésie**: Toda Todak  
**Irlande**: Swordfish, An colgán  
**Islande**: Sverðfiskur  
**Italie**: Pei spa, Pesce spada, Pesce spate, Pesse spada, Pesci spada, Pesci spata, Pesci spatu, Puddicinedda, Spadon, Spadottu, Spateddu  
**Japon** : Meka, Mekajiki  
**Kiribati**: Te rakuika, Te sakula  
**Liban**: Sankeh  
**Libye** : Abucef  
**Malte** : Pixxispad, Spada  
**Martinique** : Varé, Espadon  
**Mauritanie** : Sword fish Espadon Poisson porte-épée  
**Maurice** : Swordfish Espadon  
**Mexique** : Pez espada  
**Mozambique** : Espadarte  
**Namibie** : Swaardvis, Schwertfisch  
**Nouvelle Zélande** : Broadbill, Broadbill swordfish, Swordfish, Paea  
**Nicaragua** : Pez espada  
**Niue** : Swordfish, Haku  
**Norvège** : Sverdfisk  
**Oman**: Kheil al bahar  
**Papuasie N Guinée** : Broadbill swordfish, Swordfish  
**Pays bas** : Zwaardvis  
**Pérou** : Pez espada  
**Philippines** : Big-ho, Big-ho', Bigo, Bigok, Dugso, Malasugi Malasugi, Malasugi, Dugho, Swordfish, Sibingan, Malasugi, Malasugue, Manumbuk, Palmbela, Dogso, Lumod, Malasugi, Mayas-pas  
**Pologne** : Wlócznik  
**Portugal** : Agulha, Agulhao, Catana, Espada, Espadarte, Peixe agulha, Peixe espada, Peixe-agulha  
**Royaume-uni (UK)**: Broadbill, Swordfish  
**Roumanie** : Peste cu spada, Peste-spada  
**Seychelles** : Swordfish, Espadron  
**Slovénie** : Meëarica  
**Somalie**: Daanbeeri

**Sri Lanka** : Kadu kpooara  
**Ste Hélène** : Swordfish  
**Su ede** : Sv ardfisk  
**Tahiti** : Ha'ura  
**Tanzanie** : Nduwalo, Sansuli  
**Togo**: Hatalikofi, Espadon  
**Tunisie**: Bou sif .  
**Turquie**: Kili  baligi  
**Ukraine**: Mech--ryba  
**Venezuela** : Pez espada  
**Viet Nam**: Broadbill swordfish, C  M i ki m, Ho c  mui ki m

## 2. Identification



**Figure 1.** Dessin d'un espadon (*Xiphias gladius*) adulte (Par Wendy Williams, Pêches et Océans Canada).

### Caractéristiques de *Xiphias gladius* (voir Figures 1 et 2)

La taille maximale signal e pour l'espadon est de 455 centimètres (cm) de longueur à la fourche, correspondant à un poids total d'environ 537 kilogrammes (kg) (IGFA, 2001). En Méditerranée, le poids individuel dépasse rarement 230 kg et atteint jusqu'à 320 kg dans l'Atlantique (Nakamura, 1985).

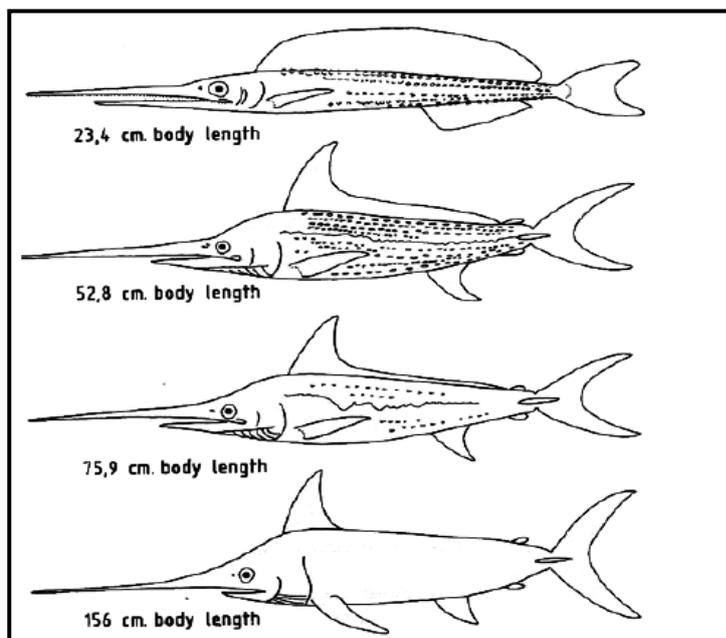
L'âge maximum de cette espèce est estimé à 10 ans en Méditerranée (Ali li, 2001), mais les études de marquage ont montré que l'espadon peut atteindre une longévité de 15 ans.

### Externes :

- Le corps est allongé et cylindrique ;
- La mâchoire supérieure est prolong e chez l'adulte en une épée extrêmement longue et aplatie ;
- Les yeux sont gros ;
- Les jeunes jusqu'à 1 m de long ont des petites dents dont ils ne gardent que les vestiges une fois adultes ;
- Les nageoires dorsales et anales sont compos es chacune de deux parties largement s par es chez les adultes, mais elles sont continues chez les jeunes et les juvéniles ;
- La première nageoire dorsale est beaucoup plus grande que la seconde ; la première avec 34 à 49 rayons mous, la seconde dorsale avec 4 à 6 rayons mous ;
- La première nageoire anale est plus grande que la seconde; la première anale avec 13 à 14 rayons mous, et la seconde avec 3 or 4 rayons mous;
- La position de la seconde nageoire anale est légèrement en avant par rapport à la seconde dorsale;
- Les nageoires pectorales sont un peu rigides, chacune situ e en bas de deux cotés, avec 16 à 18 rayons;
- Les nageoires pelviennes sont absentes ;
- La nageoire caudale est en forme de croissant chez les adultes ; échancré à la fourche chez les jeunes ;

- Présence d'une seule forte carène latérale de chaque côté du pédoncule caudal ;
- Anus situé près de l'origine de la première anale ;
- La ligne latérale est absente chez l'adulte, mais reconnaissable chez les spécimens d'un 1 mètre (m) de long qui disparaît avec la croissance ;
- Les écailles sont absentes chez les adultes, mais des structures semblables à des écailles chez les jeunes de 1 m de long, disparaissent graduellement au cours de la croissance;
- Existence de 26 vertèbres, dont 15 ou 16 précaudales, et 10 ou 11 caudales ;

Au cours de la phase préadulte, l'espadon subit des changements morphologiques drastiques avec la croissance, qui affectent la forme du corps, l'épée et particulièrement les nageoires dorsales, anales et caudales (**Figure 2**).



**Figure 2.** Changements morphologiques du corps de l'espadon avec la croissance (Nakamura, 1985).

#### **Coloration :**

- Le dos et les flancs sont de couleur brun noir ; tendant vers un brun léger sur la partie ventrale ;
- La première dorsale avec la membrane brune tendant vers le noir ; d'autres nageoires de couleur brun ou brun tendant vers le noir.

#### **Internes :**

- Pas de branchiospines ;
- Existence de grandes ouies ;
- Présence d'une vessie natatoire.

#### **Caractéristiques externes des larves**

Selon Bertolini *et al.*, (1956)

- Les larves ont une longueur de 4 mm à la naissance ;
- Elles se caractérisent par un sac vitellin allongé et pigmenté ;
- Une queue en partie couverte de mélanophores ;
- La présence de mélanophores sur la tête et le tronc ;
- Les dents sont clairement visibles pendant la phase de post-larve.

### 3. Biologie et études de la population

#### 3.a. Préférence en matière d'habitat

Espèce océanique, mais parfois rencontrée dans les eaux côtières, généralement au dessus de la thermocline (Collette, 1995). L'espadon est l'espèce de marlins ayant la plus grande tolérance à la température (5 à 27°C), mais souvent rencontrée dans les eaux de surface à des températures supérieures à 13°C (Nakamura, 1985).

Dans le Pacifique Nord-Ouest, la gamme de température préférentielle est de 18 à 22°C (Frimodt, 1995). Au niveau de cette région, l'espadon est distribué de la surface jusqu'à des profondeurs de 550 m (Takahashi *et al.*, 2003). Il peut, toutefois, effectuer occasionnellement des plongées jusqu'à des profondeurs d'au moins 650 m (Nakamura, 1985).

#### 3.b. Croissance

Plusieurs auteurs ont étudié la croissance de l'espadon en utilisant différentes méthodes. Berkeley et Houde (1983) ; Tsimenides et Tserpes (1989) ; Megalofonou et De Metrio (1989) ; Megalofonou *et al.*, 1990 ; Tserpes et Tsimenides, 1995 ; Ehrhardt *et al.*, 1996 ; Aliçli *et al.*, 2001 ont estimé l'âge de l'espadon à partir des épines des nageoires anales. Certains auteurs ont déterminé l'âge de cette espèce à partir des otolithes (Radtko et Hurley, 1983 ; Wilson et Dean, 1983 ; Megalofonou *et al.* 1990, 1995 in Tserpes *et al.*, 1995). Haist et Porter (1994) ont estimé les longueurs par âge à partir des analyses Multifan des données de tailles. Beckett (1974) a étudié la croissance de l'espadon de l'Atlantique à partir de l'analyse des vertèbres. Le Comité pour la Recherche et les Statistiques (SCRS) de l'ICCAT a utilisé une courbe de croissance basée sur l'ajustement de la fonction de Gompertz aux données de marquage recapture (Anon. et Restrepo in Porter, 1994)

Tous ces auteurs ont montré un dimorphisme sexuel de la croissance chez cette espèce ; les mâles grandissent plus lentement et atteignent une taille asymptotique inférieure à celle des femelles. La croissance est très rapide pendant la première année du cycle de vie puis se ralentit de façon considérable. Les études ont conclu aussi que l'espadon de la Méditerranée atteint une taille asymptotique inférieure à celle de l'espadon de l'Atlantique.

Les différents modèles de croissance utilisés actuellement par le SCRS dans les évaluations des stocks de cette espèce sont résumés au **Tableau 1**.

**Tableau 1.** Paramètres de croissance utilisés par le SCRS pour l'espadon de l'Atlantique et de la Méditerranée

Paramètres de croissance	Référence	N	LJ-FL (cm)	Méthode	Stock
Sexes combinés $L_t = 238.58 (1 - e^{-0.185(t+1.404)})$	Tserpes et Tsimenides (1995)	1100	62-210	Epines	Méd
Sexes combinés $L_t = \left[ 464.54^{3.2678} - (464.54^{3.2678} - 0.0001^{3.2678}) e^{-0.023(3.2678)t} \right]^{1/3.2678}$	Arocha <i>et al.</i> , (2003)	4209	63-262	Epines	Atl. nord
Mâles $L_t = \left[ 300^{3.921} - (300^{3.921} - 0.0001^{3.2678}) e^{-0.00465(3.921)t} \right]^{1/3.921}$	Arocha <i>et al.</i> , (2003)	1817	63-246	Epines	Atl. nord
Femelles $L_t = \left[ 375.49^{2.976} - (375.49^{2.976} - 0.0001^{2.976}) e^{-0.00734(2.976)t} \right]^{1/2.976}$	Arocha <i>et al.</i> , (2003)	2392	74-262	Epines	Atl. nord
Sexes combinés $W_t = 305.56 \times \exp[-4.6335 \times \exp(-0.3058t)]$ $L_t = 44.2237 \times W_t^{0.29257}$	Anon. (1989)	85	7-360 lbs	Marquage	Atl. Nord-sud

### 3.c. Rapports longueur-poids

Plusieurs relations taille-poids ont été établies pour l'espadon. La plupart d'entre elles étaient basées sur les données de poids (éviscéré et sans branchies) des individus échantillonnés (De Metrio *et al.*, 1987 ; Tsimenides et Tserpes, 1989 ; Mejuto *et al.*, 1993 ; Gouveia *et al.*, 1994 ; De la Serna *et al.*, 1995 ; Hattour, 1996). Mejuto et De la Serna (1993) ont élaboré pour l'espadon de la Méditerranée une relation taille-poids permettant de convertir directement la taille d'un individu à son poids vif correspondant.

Tserpes *et al.* (2003) ont actualisé la relation taille-poids manipulé pour l'espadon de la Méditerranée, en se basant sur un échantillon suffisamment grand et une gamme de taille la plus large possible (n=24668 LF : 50 - 248 cm). Les paramètres estimés sont les suivants :  $a=1.76 \times 10^{-6}$  ;  $b=3.378$  ;  $r^2=0.92$ . Ces auteurs recommandent l'utilisation de cette relation pour la conversion de la taille en poids.

Les paramètres de cette relation ne montrent pas de différences statistiquement significatives entre les mâles et les femelles. Néanmoins, des différences entre zones ainsi qu'entre saisons ont été relevées, selon le degré de manipulation et le facteur de condition du poisson.

Le **Tableau 2** récapitule les différentes relations longueur-poids utilisées actuellement par le SCRS pour l'espadon de l'Atlantique et de la Méditerranée.

**Tableau 2.** Relations taille-poids utilisés par le SCRS pour l'espadon de l'Atlantique et de la Méditerranée

Paramètres de croissance	Référence	N	LJ-FL (cm)	Stock
$GWT = 5.70 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.16}$	De Metrio (1987)	462	64-205	Méditerranée
$RWT = 8.90493 \times 10^{-7} \times LJ - FL^{3.554738}$	Mejuto et De la Serna (1993)	1006	62-237	Méditerranée
$DWT = 4.592 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.1370}$	Turner (1987)			Atlantique Nord-Ouest
$RWT = 4.203 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.2133}$	Mejuto <i>et al.</i> (1988)	2569	80-253	Atlantique Centre- Nord
$RWT = 3.433 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.2623}$	Mejuto <i>et al.</i> (1988)	4049	93-251	Atlantique Nord-Est
$GWT = 1.24 \times 10^{-5} \times E - FL^{3.04}$	Amorim <i>et al.</i> (1979)	1173		Atlantique Sud-Ouest
$GWT = 4.3491 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.188}$	Mejuto <i>et al.</i> (1988)	3600	89-266	Atlantique Sud-Est

LJ-FL : longueur maxillaire inférieure - fourche

E-FL : longueur cavité oculaire - fourche

RWT : poids vif

DWT : poids manipulé (éviscéré, partiellement décapité et sans nageoires)

GWT : poids éviscéré

### 3.d. Maturité sexuelle

A ce jour, très peu d'études ont été réalisées sur la maturité sexuelle de l'espadon. En Méditerranée, De Metrio *et al.*, (1989), ont trouvé que les femelles de cette espèce atteignent la maturité à une taille d'environ 130 cm. De la Serna *et al.*, (1996) ont estimé la taille de première maturité sexuelle ( $L_{50\%}$ ) de la femelle d'espadon à 142 cm LJFL.

L'espadon de l'Atlantique Nord devient mature à une taille de 179 cm (Arocha *et al.*, 1996), tandis que celui de l'Atlantique Sud atteint sa maturité sexuelle à une taille d'environ 156 cm (LJFL) (Hazin *et al.*, 2002). Les mâles sont matures un an plus tôt que les femelles (De Metrio *et al.*, 1989, De La Serna *et al.*, 1996). Sur la base de différents indicateurs macroscopiques, Mejuto & García-Cortes (2007) ont conclu que l'activité reproductrice

des femelles semble être liée aux températures des couches épipelagiques et est fortement limitée aux régions tropicales tempérées de l'Atlantique Ouest. En outre, la taille à la première maturité des femelles a été estimée à 146 cm (LJFL). De surcroît, les résultats indiquent la séparation de l'espadon de l'Atlantique entre les régions d'intense reproduction et les régions de reproduction saisonnière sporadique ou non-existante.

Avant 2007, les auteurs suggéraient une différence remarquable de la taille de première maturité sexuelle entre les différents stocks (Atlantique Nord, Atlantique Sud et Méditerranée). Ces différences sont beaucoup plus marquées chez les femelles que chez les mâles (Hazin *et al*, 2002). Néanmoins, selon des informations plus récentes sur l'Atlantique (Mejuto & García-Cortes, 2007), ces différences pourraient être moindres qu'on ne l'avait pensé auparavant.

Les tailles de première maturité sexuelle ( $L_{50\%}$ ) adoptées par le SCRS pour l'espadon de l'Atlantique et de la Méditerranée sont données au **Tableau 3**.

**Tableau 3.** Taille de première maturité sexuelle estimée pour l'espadon de l'Atlantique et de la Méditerranée

<i>Maturité</i>	<i>Référence</i>	<i>Stock</i>
50% des femelles sont matures à 142 cm (3,5 ans)	De la Serna <i>et al.</i> , (1996)	Méditerranée
50% des femelles sont matures à 179 cm (5 ans)	Arocha., <i>et al</i> (1996)	Atlantique Nord
50% des femelles sont matures à 156 cm	Hazin., <i>et al</i> (2002)	Atlantique Sud
50% des femelles sont matures à 156 cm	Mejuto & García-Cortes, 2007	Atlantique Nord

### **3.e. Sex-ratio**

Ce paramètre biologique en ce qui concerne l'espadon a été étudié par plusieurs auteurs. En Méditerranée, le sex-ratio global est généralement de 1:1 (De Metrio, 1995). Les femelles dominent largement dans les captures pour des tailles supérieures à 150 cm pour atteindre des pourcentages proches de 100% pour des tailles supérieures à 190 cm (De Metrio, 1995, De la Serna *et al.*, 1996 ; Orsi Relini *et al.*, 1999, Srouf *et al.*, 2003).

Dans l'Atlantique, le sex-ratio global y est également de 1:1. Les femelles dominent pour les tailles supérieures à 170 cm pour représenter presque 100% des captures pour des tailles supérieures à 225 cm (Suzuki *et al.*, 1991 et Arocha *et al.*, 1996). Dans le Pacifique, les femelles montrent également une prédominance pour des tailles supérieures à 170 cm (Mejuto *et al.*, 2003).

Ces auteurs ont observé une variabilité spatio-temporelle des tendances de ce paramètre dans les différentes zones (Atlantique, Pacifique et Méditerranée), qui serait principalement liée au comportement différentiel entre les deux sexes, dicté à son tour par les processus de reproduction (De la Serna *et al.*, 1993 ; Arocha *et al.*, 1993 ; Tserpes *et al.*, 2001) ou de l'alimentation (Hoey, 1992).

Compte tenu de cette variabilité spatio-temporelle, Mejuto *et al.*, (1998) ont défini pour l'espadon trois schémas de sex-ratio selon son comportement biologique. Un modèle caractérisé par un faible pourcentage de femelles à des tailles de 120 à 180 cm, suivi d'une augmentation jusqu'à un pourcentage élevé ; il est typiquement le schéma des zones de reproduction. Un modèle avec 50% des femelles de tailles 100-150 cm, suivi d'une augmentation des femelles jusqu'à un pourcentage élevé, caractéristique des zones trophiques et un dernier modèle situé entre ces deux derniers, caractérisant les zones de transition.

### **3.f. Reproduction et premiers stades du cycle de vie**

#### *Ponte*

Comme pour les autres espèces de thonidés, la ponte de l'espadon est fortement conditionnée par les facteurs environnementaux, notamment la température de surface. Dans l'Atlantique, l'espadon fraie en général à des températures de 23 à 26 °C (Beardsley, 1978 ; Rey, 1988).

Dans l'Atlantique Nord-Ouest, l'espadon fraie toute l'année, avec un maximum d'activité reproductrice entre décembre et juin (Beardsley, 1978 ; Arocha, 1996). Les zones traditionnelles de ponte de cette espèce sont situées dans le Golfe du Mexique, au sud de la mer de Sargasse, à l'est des Antilles, dans le Déroit de Floride, au large des côtes sud-est des Etats-Unis (Beardsley, 1978 ; Rey, 1988 ; Arocha, 1996). De nouvelles zones de ponte ont été identifiées récemment entre les latitudes 10°-15° N et les longitudes 30°-40° W (Mejuto *et al.*, 2003). Dans l'Atlantique Sud, la ponte est effectuée au large des côtes sud du Brésil entre les latitudes 20 et 30°S, de novembre à mars (Amorim *et al.*, 1980).

En Méditerranée, l'espadon fraie principalement autour des îles Baléares, au centre et au sud de la mer Tyrrhénienne, dans la mer Ionienne et dans le Déroit de Messine (Beardsley, 1978 ; Rey, 1988). Récemment, Tserpes *et al.*, (2001) ont signalé l'existence de nouvelles zones de ponte de cette espèce dans le bassin du Levant.

#### *Œufs et larves*

Les œufs de l'espadon sont pélagiques, ils ont un diamètre de 1.6 à 1.8 millimètres (mm) et se rencontrent près de la surface des eaux (Palko, 1981). Arocha *et al.*, (1996) ont estimé la fécondité moyenne de l'espadon de l'Atlantique Nord à  $3.9 \times 10^6$  oeufs par femelle. Pour l'espadon de la Méditerranée, la fécondité était estimée à  $1.6 \times 10^6$  œufs (Cavallero *et al.*, 1991).

Les larves sont fréquemment rencontrées dans les eaux de températures supérieures à 24°C (Nakamura, 1997). Elles se trouvent habituellement à quelques mètres de surface de l'eau pendant le jour, mais peuvent se déplacer jusqu'à une profondeur de 30 m durant la nuit (Nishikawa, 1974). Les larves de plus de 10 mm de long se nourrissent presque exclusivement sur les larves d'autres espèces (Kailola, 1993).

#### *Recrutement*

Le recrutement d'espadon de l'Atlantique semble être fortement corrélé aux indicateurs atmosphériques, notamment, l'Indice d'Oscillation Nord-Atlantique d'hiver (NAO d'hiver), et aux indicateurs océanographiques, en particulier le Courant du Golf Stream Nord-Ouest (GSNW) (Mejuto, 2003).

En effet, un cycle NAO positif engendrerait le déplacement de grandes quantités de masses d'eaux vers le nord-est, ainsi les œufs et les larves tendraient davantage à se déplacer vers des latitudes plus élevées avec une DCWLS (*Deeply Convected Water in the Labrador Sea*) plus froide. Par contre, un NAO négatif, entraînerait probablement la rétention des œufs et des larves dans des zones présentant des conditions physiques plus appropriées au développement et à la survie durant les premières phases vitales critiques pour les larves et les pré-recrues (Mejuto, 2003).

Les différences temporelles de la température de surface de la mer ont également été rattachées au taux de croissance des recrues d'espadon dans l'est de la Méditerranée (Peristeraki *et al.*, 2007).

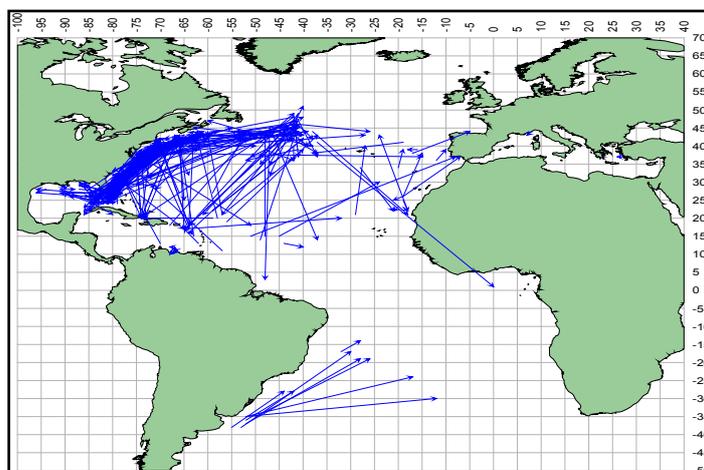
### **3.g. Migrations**

Les résultats des programmes de marquage menés dans l'Atlantique Nord et Sud indiquent que l'espadon effectue des déplacements significatifs entre les eaux subtropicales, relativement chaudes, et les eaux tempérées de l'Atlantique Nord et Sud (Anon., 2006) (**Figure 3**). Toutefois, aucun mouvement trans-équatorial n'a été signalé jusqu'ici dans le marquage traditionnel (Garcia-cortés *et al.*, 2003).

Par ailleurs, les résultats de ces programmes n'ont pas révélé l'existence d'une migration trans-atlantique étendue de cette espèce (Brown, 1995 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Sperling, *et al.*, 2005), mais ces observations sont limitées par des problèmes associés à l'utilisation de marques conventionnelles. Néanmoins, en se basant sur l'analyse des indices gonado-somatiques des espadons femelles capturées dans la zone atlantique adjacente au Déroit de Gibraltar, il a été mis en évidence une migration génétique de cette espèce pendant le deuxième trimestre de l'année de l'Atlantique vers la Méditerranée, ainsi qu'une deuxième migration trophique dans le sens inverse (El Hannach, 1987 ; De la Serna *et al.*, 1990).

Lors de l'Atelier ICCAT sur la structure du stock d'espadon (Anon. 2006), on a discuté des preuves disponibles à partir des marqueurs biologiques, des données dépendantes de la pêche (capture, CPUE et distributions de taille) et de la génétique, ainsi que des études informatiques de simulation. Les résultats de la recherche présentés

à cet Atelier ont appuyé, de manière générale, la structure du stock actuellement postulée pour l'espadon de l'Atlantique, bien qu'aucune délimitation précise n'ait pu être définie entre les stocks de l'Atlantique Sud, l'Atlantique Nord et la Méditerranée.



**Figure 3.** Migrations de l'espadon basées sur les données de marquage du Secrétariat de l'ICCAT (Anon. 2006).

### 3.h. Régime alimentaire

Des études sur la composition alimentaire de l'espadon ont été observées dans l'Atlantique Est (Moreira, 1990 ; Clarke *et al.*, 1995 ; Hernández-García, 1995), dans l'Atlantique Nord (Scott & Tibbo, 1968 ; Stillwell & Kohler, 1985 ; Guerra *et al.*, 1993 ; Chancollon *et al.*, 2006), dans la Méditerranée (Bello, 1991) et l'océan Pacifique (Markaida & Sosa-Nishizaki, 1998). On note chez cette espèce à un âge précoce un changement de l'alimentation basée au début sur des copépodes pour arriver à un régime composé surtout de poissons (Vedel Tanning, 1955). L'espadon adulte s'alimente pendant la journée, remontant la nuit jusqu'à la couche mixte près de la surface et descendant, le jour, vers des eaux plus profondes afin de s'alimenter de poissons pélagiques et de calmars (Beardsley, 1978).

Le spectre alimentaire des adultes varie considérablement avec les habitats et les saisons (Beardsley, 1978), ce qui est reflété dans la prédominance des diverses proies observée dans différentes études. Dans certaines études, les poissons formaient la majeure partie du régime alimentaire (El Hannah, 1987 ; Gouveia, 1992 ; Baretto *et al.*, 1996), tandis que d'autres études indiquaient une consommation dominante de céphalopodes (Stillwell et Kohler, 1985 ; Hernández-García, 1995). Les petites proies sont généralement mangées tout entières, tandis que l'on observe souvent chez les grandes proies des entailles visibles causées par le rostre. Goode (1883) a été le premier à signaler des espadons qui frappaient des bancs de poissons avec leurs épées jusqu'à ce qu'un certain nombre de poissons soient tués. Plus récemment, Scott & Tibbo (1968) ont également reconnu des entailles similaires sur des proies, mais l'on ne connaît toujours pas clairement les modalités et la fréquence d'utilisation de l'épée lors de l'alimentation.

### 3.i. Physiologie

L'espadon possède un système de réchauffement hautement spécialisé, similaire à l'échangeur de chaleurs contre-courants des thonidés, qui chauffe les yeux et le cerveau jusqu'à 10°C-15°C au-dessus de la température de l'eau ambiante (Carey, 1982 ; Fritches *et al.*, 2005). Le réchauffement de la rétine améliore la « flicker fréquence de fusion » ou la résolution temporelle de mouvement, ce qui permet à l'espadon de détecter les mouvements des proies de façon beaucoup plus effective que si l'œil opérait à la température ambiante de l'eau de mer. Le système de réchauffement du cerveau et des yeux permet à l'espadon d'exploiter une niche thermique étendue et de chasser efficacement dans des eaux très profondes et très froides.

Comme la plupart des grands pélagiques, l'espadon est doté d'une anatomie spécialement conçue pour la nage rapide. Toutefois, l'espadon diffère des thonidés dans le pourcentage de muscle blanc par rapport au muscle rouge (Graham *et al.*, 1983). Tandis que les thonidés possèdent un fort pourcentage de muscle rouge riche en mitochondries et myoglobines leur permettant de nager de façon prolongée sans se fatiguer, l'espadon possède

un plus fort pourcentage de muscle blanc, lequel est plus adapté à des vagues soudaines d'activités. Un espadon adulte peut nager à une vitesse de 24,9 mètres/seconde (m/s).

### 3.j. Comportement

Les adultes de l'espadon sont généralement solitaires et ne sont pas connus pour former des bancs dans des environnements océaniques ouverts (Vedel Taning, 1955), même si l'on peut les trouver groupés en grand nombre en Méditerranée (Maintre *et al.*, in el Hannah, 1987). Selon Marc in el Hannah (1987), l'espadon devient grégaire pendant les périodes de ponte et forme des concentrations de plusieurs individus.

Les techniques de repérage par acoustiques ont montré que l'espadon se maintient à la surface la nuit, mais regagne le fond jusqu'à 600 m de profondeur pendant le jour (Carey, 1981).

### 3.k. Mortalité naturelle

En l'absence d'études documentées sur la mortalité naturelle de l'espadon, le SCRS continue de considérer pour les besoins d'évaluations des stocks de l'Atlantique et de la Méditerranée que cette mortalité est égale à 0,2.

En Méditerranée la mortalité naturelle pourrait être supérieure en raison de l'espérance de vie relativement courte de cette espèce. Cette mortalité pourrait également être inférieure compte tenu de l'absence de prédateurs potentiels de type makaires bleus dans cette mer (Anon., 1997).

### 3.l. Coefficients de conversion

Etant donné que bon nombre de relations taille-poids sont basées sur le poids manipulé ou éviscéré des poissons, la conversion de la prise par taille en effectif en prise par taille en poids vif rend donc nécessaire l'utilisation des facteurs de conversion du poids manipulé ou éviscéré en poids vif correspondant. Plusieurs facteurs de conversion selon la zone de pêche sont actuellement utilisés par le SCRS (**Tableau 4**).

**Tableau 4.** Facteurs de conversion entre les différents types de poids pour l'espadon.

Equation	Référence	Zone géographique
$RWT = 1.3333 \times DWT$	Turner (1987)	Atl nord-ouest
$RWT = 1.3158 \times DWT$	Mejuto <i>et al.</i> (1988)	Atl. Centr-est
$GWT = 0.8009 \times RWT$	Amorim <i>et al.</i> (1979)	Atl.sud-ouest
$RWT = 1.140 \times GWT$	Mejuto <i>et al.</i> (1988)	Atl.sud-est
$RWT = 1.12 \times GWT$	Anon. (2004)	Méditerranée

RWT : Poids vif  
DWT : poids manipulé  
GWT : poids éviscéré

## 4. Distribution et exploitation

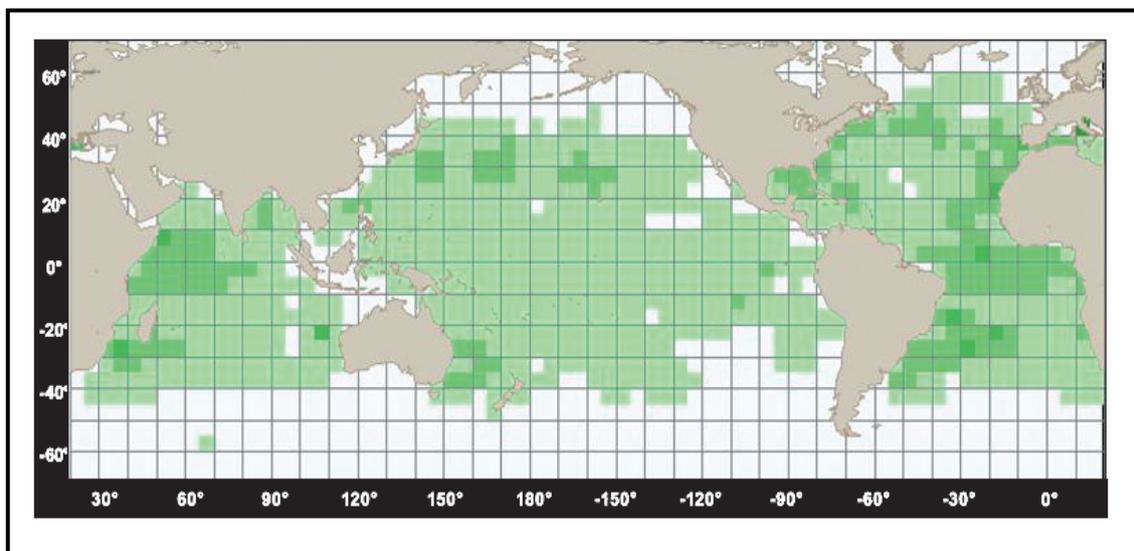
### 4.a. Distribution géographique

C'est une espèce cosmopolite rencontrée dans les eaux tropicales et tempérées de tous les océans, entre 45°N et 45°S, y compris la mer Méditerranée, la mer noire et la mer de Marmara (Palko *et al.*, 1981). L'aire de distribution géographique très étendue de l'espadon explique le nombre important de pêcheries développées dans tous les océans du monde (**Figure 4**).

On note également une variation de la distribution verticale selon la taille et le sexe. Les individus de grande taille sont rencontrés dans les eaux froides et ceux de poids inférieur à 90 kg fréquentent rarement les eaux de

température inférieure à 18°C. De plus les mâles sont plus abondants que les femelles dans les eaux chaudes (Beardsley, 1978).

Distribution dans l'Océan Atlantique : A l'ouest, les pêcheries sont distribuées depuis les latitudes au niveau du Canada jusqu'à celles situées au niveau de l'Argentine, et à l'est de la Norvège à l'Afrique du Sud (ICCAT, 2003).



**Figure 4.** Distribution géographique des captures moyennes de l'espadon par les palangriers pour la période 1996- 1998 (Courtoisie d'Alain Fonteneau).

#### 4.b. Populations/ structure des stocks

Aux fins d'évaluation et de gestion des stocks d'espadon, l'ICCAT considère l'existence de trois unités de gestion distinctes : l'Atlantique Nord, l'Atlantique Sud et la mer Méditerranée.

Les résultats d'études biologiques, génétiques, et des programmes de marquage, les plus récents étayent bien ces hypothèses. Ainsi, la taille de première maturité sexuelle de l'espadon est significativement différente entre la Méditerranée et l'Atlantique (c.f section 3.d). De même, les paramètres de croissance diffèrent significativement entre les stocks atlantique et méditerranéen (Tserpes *et al.*, 1995 ; Arocha *et al.*, 1996).

Par ailleurs, la considération de trois stocks s'appuie également sur l'identification de trois zones de ponte distinctes pour cette espèce, une en Méditerranée (Beardsley, 1978 ; De la Serna *et al.*, 1990 ; Tserpes, 2002), et les deux autres sont situées dans les eaux tropicales à la fois de l'Atlantique Nord-Ouest (Beckett, 1974 ; Arocha, 1996) et de l'Atlantique Sud (Amorim *et al.*, 1980).

D'autre part, les résultats d'études génétiques les plus récentes viennent consolider la structure des stocks actuelle adoptée par l'ICCAT. Alvarado *et al.*, 1999 ; Kotoulas *et al.*, 2006 ; Reeb *et al.*, 2006, Cimmaruta *et al.*, 2006, ont révélé l'existence d'une différence significative de la structure génétique de l'espadon entre les populations des quatre régions : Atlantique Nord, Atlantique Sud, Méditerranée et Océan Indien, la population méditerranéenne se démarquant fortement des autres.

Les récents résultats de marquage appuient également l'hypothèse de deux stocks atlantiques distincts : les stocks Nord et Sud, du fait de l'absence d'une migration trans-équatoriale (Garcia-Cortés *et al.*, 2003).

Plusieurs études ont montré l'existence d'échanges entre les différents stocks considérés dont le taux et la délimitation géographique sont à présent mal connus. Actuellement, l'ICCAT considère une ligne de démarcation des stocks de l'Atlantique Nord et Sud, située à 5°N de latitude. Toutefois, des auteurs considèrent que la zone de mélange entre ces deux stocks est située bien plus vers le Nord entre 10 et 20°N (Chow *et al.*, 2003 ; Chow, 2006).

En outre, des échanges dont l'importance spatiotemporelle est variable semblent exister également entre la Méditerranée et l'Atlantique Nord-Est. Certains auteurs considèrent que la zone de mélange entre ces deux stocks se situe au-delà de 10°W, soit à l'ouest de la limite établie actuellement par l'ICCAT (Vinas *et al.*, 2006). Ces résultats appuient l'hypothèse selon laquelle l'espadon effectue une migration trophique et génétique entre la mer Méditerranée et l'Océan Atlantique, à travers le Déroit de Gibraltar (De la Serna *et al.*, 1990, De la Serna *et al.*, 1992)

Finalement, les récents résultats de la recherche présentés en 2006 à l'Atelier sur la structure du stock d'espadon dans l'Atlantique et en Méditerranée, ont généralement appuyé la structure des stocks actuellement postulée pour l'espadon de l'Atlantique. Le Comité a également conclu que la délimitation précise entre les stocks de l'Atlantique nord, de l'Atlantique sud et de la Méditerranée ne peut pas être améliorée sans un renforcement de la recherche collaborative et pluridisciplinaire (ICCAT, 2007).

#### **4.c. Description des pêcheries/ captures et effort de pêche**

##### *Atlantique Nord*

Le stock atlantique Nord est exploité principalement à la palangre et par des engins de pêche de surface. Les pêcheries palangrières ciblant directement l'espadon sont relativement récentes. Elles sont opérationnelles depuis la fin des années 50 et le début des années 60. Les principales flottilles visant directement ce stock sont représentées par CE-Espagne, les Etats Unis et le Canada. D'autres pêcheries capturent l'espadon en tant que prises accessoires ou de façon opportuniste, notamment le Taipei Chinois, le Japon, la Corée et CE-France. La pêche à l'harpon est pratiquée depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (ICCAT, 2005a, **Figure 5**).

La prise moyenne d'espadon dans l'Atlantique Nord a été estimée durant ces dernières années à 12.300 t. Les prises réalisées depuis 1998 sont en dessous de ce niveau. Les prises de 2004 représentaient une baisse d'environ 40% du niveau maximum enregistré en 1987. Cette tendance décroissante des prises d'espadon depuis 1998 a été due en partie à l'application des réglementations recommandées par l'ICCAT, mais également à des déplacements de quelques flottilles vers l'Atlantique Sud ou à l'extérieur de l'Atlantique. Certaines flottilles, notamment celles du Canada, de CE-Espagne, de CE-Portugal et des Etats-Unis, ont même changé leur ciblage pour viser les autres espèces de thonidés, voire même de requins, en profitant des conditions de marché et des taux de capture de ces espèces relativement plus élevés que ceux de l'espadon (Anon., 2004).

La pêcherie d'espadon a connu ces dernières années de nouveaux changements. Ainsi, les bateaux japonais étaient obligés de rejeter depuis février 2000 à décembre 2003, tout l'espadon capturé du fait que le quota avait été atteint. Les Etats Unis ont interdit ou restreint à certaines zones et périodes la pêche palangrière pélagique en vue de protéger les prises accidentelles des juvéniles d'espadon (Anon., 2004).

Depuis 2002, la saison de la pêcherie palangrière canadienne a été prolongée jusqu'au mois de novembre suite à l'introduction du système de quota individuel. Un autre changement technologique qu'a connu cette pêcherie consiste en la substitution par de nombreux palangriers européens de la palangre traditionnelle multifilament par la palangre monofilament qui a permis d'accroître l'efficacité par hameçon (Anon., 2004).

##### *Atlantique Sud*

Les flottilles palangrières visant directement l'espadon dans l'Atlantique Sud sont celles du Brésil, de la Namibie, de l'Afrique du Sud, de l'Uruguay et du Venezuela. Avant 1980, les prises totales d'espadon étaient relativement faibles et ne dépassaient pas 5.000 tonnes. Depuis, les captures se sont accrues progressivement pour atteindre 21.780 t en 1995, soit un niveau similaire à celui réalisé dans l'Atlantique Nord (ICCAT, 2005a ; **Figure 5**).

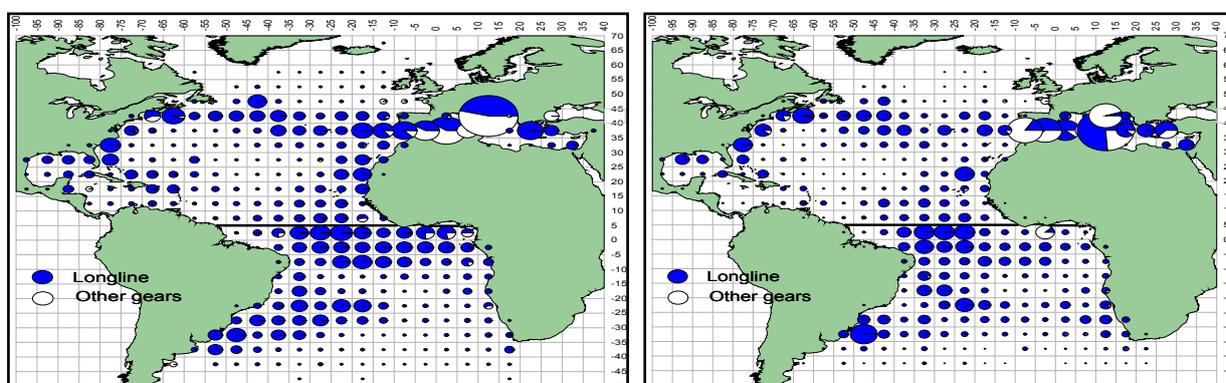
Cette tendance croissante des prises était en partie due au déplacement de l'effort de pêche vers l'Atlantique Sud en provenance de l'Atlantique Nord mais aussi d'autres océans. Depuis 1998, les prises d'espadon ont enregistré une tendance à la baisse pour ne pas dépasser 12.553 t en 2003. Cette diminution était attribuée entre autres à la mise en œuvre des mesures de réglementation ICCAT, au déplacement des flottilles vers d'autres océans et à des changements d'espèces cibles (ICCAT, 2005a).

### Méditerranée

La pêcherie méditerranéenne de l'espadon se caractérise par son taux élevé de capture. La capture annuelle moyenne de cette espèce réalisée dans cette mer, qui est de l'ordre de 14.500 t (1984-2001), est similaire à celle produite en Atlantique Nord. Ceci est probablement dû à la productivité très élevée de cette mer. Par ailleurs, il est probable que la zone de reproduction potentielle du bassin méditerranéen soit relativement plus vaste que dans l'Atlantique (Anon., 2004).

Les principaux engins de pêche utilisés pour la pêche de l'espadon sont la palangre, représentant 47% de la prise totale, et le filet maillant dérivant. Des prises accidentelles sont également réalisées au harpon, à la madrague et par les pêcheries récréatives. La palangre de surface est employée dans toute la Méditerranée, alors que le filet maillant dérivant est notamment utilisée dans CE-Italie, au Maroc et en Turquie. Les principaux producteurs d'espadon en Méditerranée ces dernières années (1997-2001) sont CE-Italie (44%), le Maroc (23%), CE-Grèce (10%) et CE-Espagne (9%) (ICCAT, 2005a ; **Figure 5**).

Les prises totales de cette espèce ont augmenté durant la période 1965 à 1972, se sont stabilisées entre 1973 et 1977, puis elles ont repris leur tendance croissante vers un maximum de 20.365 t en 1988. Depuis, les captures ont diminué et ont oscillé depuis 1990 entre 12.000 et 16.000 t (ICCAT, 2005a).



**Figure 5.** Distribution géographique de la prise d'espadon par principaux engins (à gauche : 1990-1999 à droite : 2000-2003) (ICCAT, 2005a).

L'Atelier ICCAT sur la structure des stocks d'espadon (Anon., 2006) a discuté des éléments de preuve disponibles à partir des marqueurs biologiques, des données dépendantes des pêcheries (prise, CPUE et distributions des tailles), ainsi que de la génétique, en plus des études de simulation informatique. Les résultats de la recherche présentée à l'Atelier ont étayé de façon générale la structure des stocks actuellement postulée pour l'espadon de l'Atlantique, bien qu'aucune délimitation précise n'ait pu être définie entre les stocks de l'Atlantique Nord, de l'Atlantique Sud et de la Méditerranée.

#### 4.d. Description des pêcheries / Prise par âge

##### Atlantique Nord

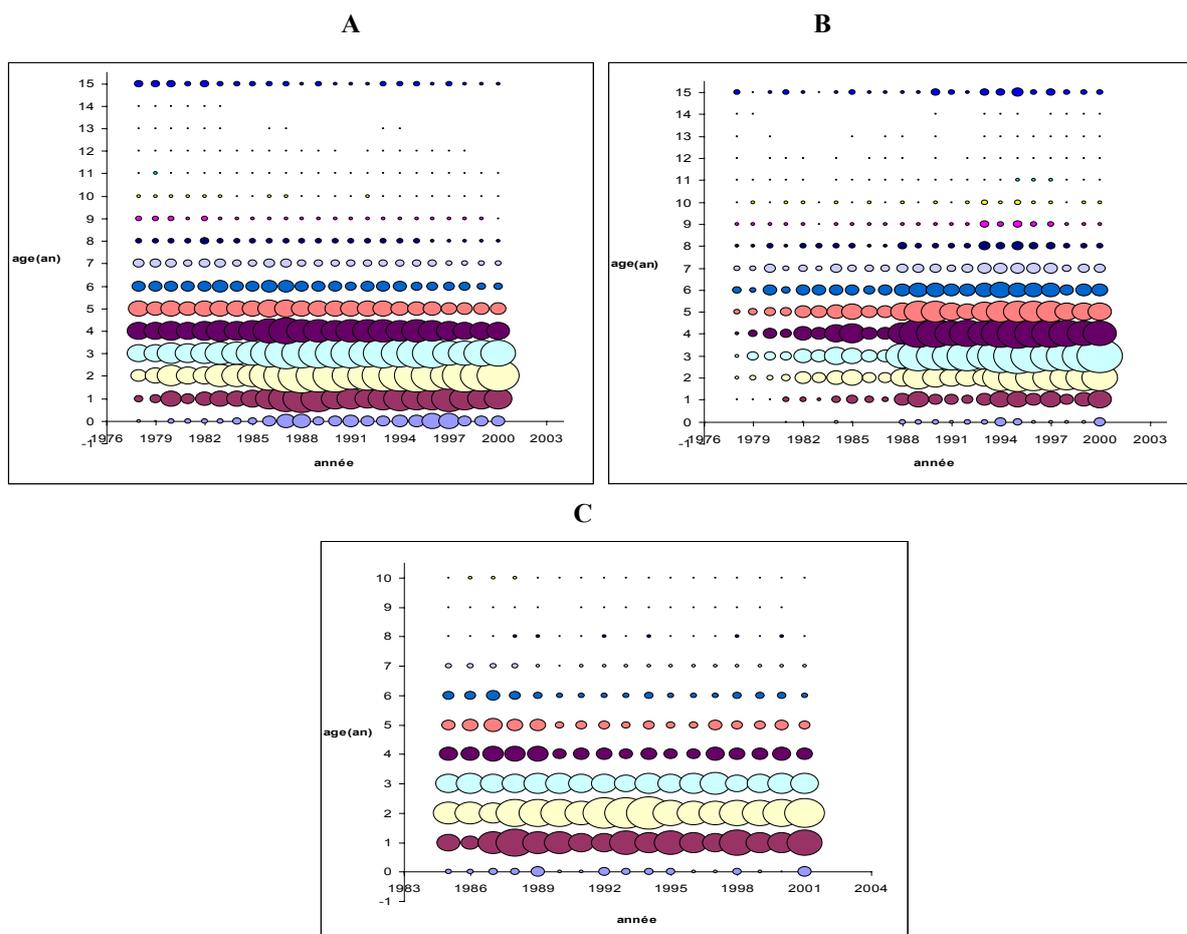
Les prises sont habituellement dominées par les individus d'âge compris entre 1 et 4 ans, avec une importance plus marquée des poissons d'âge 2, qui représentent en moyenne 26 % de l'effectif total des prises (**Figure 6A**).

##### Atlantique Sud

Les prises sont notamment dominées par les poissons âgés de 2 à 5 ans. Le groupe 3 est le plus important, il constitue 26,5 % des prises totales (**Figure 6B**).

##### Méditerranée

Les poissons d'âges 1, 2 et 3 ans sont les plus dominants dans les captures, notamment le groupe d'âge 2 qui constitue en moyenne 35 % des prises totales (**Figure 6C**).



**Figure 6.** Capture par âge de l'Atlantique nord (A) et sud (B) pour la période 1978-2000 et de l'espadon de la Méditerranée (C) pour la période 1985-2001 (Anon., 2004).

## 5. Bibliographie

- ALIÇLI, T. Z., and I. K. Oray. 2001. Age and growth (*Xiphias gladius* L., 1758) in the eastern Mediterranean sea. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52(2): 698-707.
- ALVARADO BREMER, J. R., J. Mejuto, J. Gomez-Marquez, F. Boan, P. Carpintero, J. M. Rodriguez, T. W Creig and B. Ely. 1999. Hierarchical analysis of swordfish mitochondrial DNA substructure within the Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(1): 457-466.
- AMORIM, A., C. Arfeli, A. Gonzalez Garces, and J. C. Rey. 1979. Estudio comparativo sobre la biología y pesca del pez espada, *Xiphias gladius* L. (1758) obtenidos por las flotas española y brasileña. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 8(2): 496-503.
- AMORIM, A. F. and C. A. Arfelli. 1980. Reproduccion del pez espada (*Xiphias gladius* L 1758) en el sudeste y sur del brasil. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 9(3): 624-626.
- ANON. 1989. Report of the Second ICCAT Swordfish Workshop. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 29:71-162.
- ANON. 1997. Rapport de la deuxième réunion du groupe de travail AD HOC CGPM/ICCAT sur les stocks de grands pélagiques de la Méditerranée. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(3): 165-291.
- ICCAT. 2003. Report for Biennial Period, 2002-2003, Part I. 207 pp.
- ANON. 2003. Report of the 2002 Atlantic swordfish stock assessment session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1289-1415.

- ANON. 2004. Report of the 2003 ICCAT Mediterranean swordfish stock assessment session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(3): 789-837.
- ICCAT. 2005a. Report for Biennial Period, 2004-2005, Part I. 238 pp.
- ANON. 2004. Rapport du Comité Permanent pour la Recherche et les Statistiques (SCRS). ICCAT, 2005.- Rapport de la période biennale, 2004-2005, I<sup>e</sup> Partie.
- ANON. 2005b. Statistical Bulletin. Vol. 34.
- ICCAT. 2007. Report for Biennial Period, 2006-2007, Part I. 254 pp.
- ANON. 2006. Rapport du Comité Permanent pour la Recherche et les Statistiques (SCRS). ICCAT, 2007.- Rapport de la période biennale, 2006-2007, I<sup>e</sup> Partie.
- ANON. 2006. Report of the 2006 Atlantic swordfish stock assessment session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(6): 1787-1896.
- AROCHA, F., and D. W. Lee. 1993. Preliminary observations on sex ratio and maturity stages of the swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwest Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40 1): 425-432.
- AROCHA, F., and D. W. Lee. 1996. Maturity at size, reproductive seasonality, spawning frequency, fecundity and sex ratio in swordfish from the Northwest Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45(2): 350-357.
- AROCHA, F., C. Moreno, L. Beerkircher, D. W. Lee and L. Marciano. 2003. Update on the growth estimates for the swordfish, *Xiphias gladius*, in the Northwestern Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1416-1429.
- BARRETO, M. A., L. A. Marciano, J. J. Alio, X. Gutierrez, and A. Zerpa. 1996. Alimentación del pez espada, *Xiphias gladius*, en el area del Caribe Venezolano. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45(2): 337-342.
- BEARDSLEY, J. L. 1978. Report of the swordfish workshop held at the Miami laboratory southeast fisheries center, National Marine Fisheries Service Miami Florida. June 7-9. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 7(1): 149-158
- BECKETT, J. S. 1974. Biology of swordfish, *Xiphias gladius* L., in the northwest Atlantic Ocean. Proceedings of the international Billfish symposium, Kailua-kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2. Review and contributed papers. pp: 103-106. July 1974.
- BELLO, G. 1991. Role of cephalopods in the diet of swordfish, *Xiphias gladius*, from the Eastern Mediterranean Sea. Bulletin of Marine Science 49(1-2): 312-324.
- BERKELEY, S. A and E.D. Houde. 1983. Age determination of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the Straits of Florida, using anal fin spine sections. U.S. Dep. Comm., NOAA, Tech. Rep. NMFS, 8: 137-143.
- BERTOLINI, F., U. D'Ancona, E. Padoa Montalenti, S. Ranzi, L. Sanzo, A. Sparta, E. Tortonese and M. Vialli, 1956. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. Fauna Flora Golfo Napoli Monogr. 38:1-1064.
- BROWN, C.A. 1995. Preliminary examination of size and location data for United States tagged and recaptured swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44 (3): 217-224.
- CAREY, F. G. and B. H. Robison, 1981. Daily patterns in the activities of swordfish, *Xiphias gladius*, observed by acoustic telemetry. Fish. Bull. 79(2): 277-292.
- CAREY, F. G. 1982. A brain heater in the swordfish. Science 216(4552): 1327-1329.
- CAVALLERO, G., HAS. Potoshi, and A. Cefaii. 1991. Fertility, gonad-somatic index and catches of eggs and larvae of *Xiphias gladius* in the southern Tyrrhenian Sea. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 35(2): 502-507.
- CLARKE, M. R., D. C. Clarke, H. R. Martins, and H. M. Silva. 1995. The diet of swordfish (*Xiphias gladius*) in Azorean waters. Arquipel Life Marine Science 13A: 53-69.
- CHANCOLLON, O., C. Pusineri, V. Ridoux. 2006. Food and feeding ecology of Northeast Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*) off the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 63: 1075-1085.
- CHOW, S., and K. Nohara. 2003. Further implication on boundary between north and south Atlantic stocks of the swordfish (*Xiphias gladius*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55 (4): 1719-1722.
- CHOW, S. 2006. Marked genetic difference between the north and south Atlantic stocks of the swordfish (*Xiphias gladius*) revealed by a single nucleotide polymorphism at CaM intron locus.

- CIMMARUTA R., M. Paoletti, P. Bondanelli, M. N. Santos, A. Garcia and G. Nascetti. 2006. Genetic structure of Mediterranean and Atlantic swordfish investigated using allozymes and RFLPs.
- COLLETTE, B. B., 1995. Xiphiidae. Peces espada. p. 1651-1652. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) Guia FAO para Identificación de Especies para lo Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, Rome.
- DE LA SERNA, J. M and E. Alot. 1990. Consideraciones relativos a los desplazamientos efectuados por el pez espada (*Xiphias gladius*) en el area del estrecho de Gibraltar y otras observaciones relacionados con biología de la reproducción. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 32(2): 353-359.
- DE LA SERNA, J. M., E. Alot, and J. Mejuto. 1992. Analisis preliminar del sex ratio por clase de talla del pez espada (*Xiphias gladius*) en el area atlantica proxima al estrecho de Gibraltar. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 39 (2): 514-521.
- DE LA SERNA, J. M., E. Alot, and M. D Godoy. 1993. Analisis preliminar del sex ratio por clase de talla del pez espada (*Xiphias gladius*) capturado con palangre de superficie en el Mediterráneo occidental. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(1): 141-148.
- DE LA SERNA, J. M., D. Ovejero, and J. M. Ortiz De Urbina. 1995. Una relacion talla (LJFL)-peso canal (DW) de pez espada (*Xiphias gladius*) para el mediterráneo occidental. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44(1): 221-225.
- DE LA SERNA, J. M., J. M. Ortiz De Urbina, and D. Macias. 1996. Observations on sex ratio, maturity and fecundity by length class for swordfish (*Xiphias gladius*) captured with surface longline in the western Mediterranean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45(1): 115-139.
- DE METRIO, G., and P. Megalofonou. 1987. Catch, size distribution, growth and sex ratio of swordfish (*Xiphias gladius* L) in the Gulf of Taranto. FAO Fisheries report 394: 91-102.
- DE METRIO, G., P. Megalofonou, S. Tselas, and N. Tsimenides. 1989. Fishery and biology of the swordfish (*Xiphias gladius*, L. 1758) in Greek waters. FAO rapport sur les pêches n°412. pp: 135-145.
- DE METRIO, G. 1995. Characterization of large pelagic stocks in the Mediterranean. EEC project XIV/MED/91-102. Description of the project and synthesis of the research on swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44(1): 318-329.
- EHRHARDT, N. M. 1996. On the age and growth of swordfish in the northwest Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44 (2): 84-88.
- EL HANNACH, A. 1987. Données biologiques et écologiques sur l'espada (*Xiphias gladius*) L.1758 à partir de la pêche marocaine dans le détroit de Gibraltar. Thèse de Doctorat, spécialité halieutique. ENSA, Rennes, France. 162 p.
- FRIMODT, C., 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.
- FRITSCHES, K. A., R. W. Brill, and E. J Warrant. 2005. Warm eyes provide superior vision in swordfish. Current Biology 15(1): 55-58.
- GARCIA CORTES, B., and J. Mejuto. 1988. Premeros datos sobre la biología de la reproducción del pez espada (*Xiphias gladius* L) de las areas 35-45 N, 10-10W (Bil-94) Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 27: 164-177.
- GARCIA-CORTES, B., J. Mejuto and M. Quintans. 2003. Summary of swordfish (*Xiphias gladius*) recaptures carried out by the Spanish surface longline fleet in the Atlantic Ocean: 1984-2002. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1476-1484.
- GOODE, G. B. 1883. Materials for a history of the sword-fishes. Rep. U.S. Commer. Fish. 8: 287-394.
- GOUVIA, L. 1992. Swordfish (*Xiphias gladius*) fishery experiment in Madeira EEZ. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 39(2):477-483.
- GOUVEIA, L., and J. Mejuto. 1995. Some biometric data from the swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the areas off Madeira. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44(3): 132-134.
- GUERRA. A., F. Simon, A. F. Gonzalez. 1993. Cephalopods in the diet of swordfish, *Xiphias gladius*, from the northeastern Atlantic Ocean. In: T. Okutani, R.K. O'Dor, and T. Kubodera (eds.) Recent advances in cephalopod fisheries biology, 159-164. Tokai University Press, Tokyo.

- HATTOUR, A., 1996. The fishing of the swordfish (*Xiphias gladius*) in Tunisie: Analyse préliminaire of the relationship size-weight. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45(1): 145-151.
- HAZIN, F. H. V., H. G. Hazin, C. E. Boeckmann, P. Travassos. 2002. Preliminary study on the reproductive biology of swordfish, *Xiphias gladius* (Linnaeus 1758), in the southwestern equatorial Atlantic ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(5): 1560-1569.
- HERNÁNDEZ-GARCÍA, V. 1995. The diet of the swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, in the central east Atlantic, with emphasis on the role of cephalopods. Fisheries Bulletin 93(2): 403-411.
- HOEY, J. 1991. Sex ratio for western north Atlantic swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 35(2): 429-436.
- HUREAU, J. C and T. H. Monod. 1973. Catalogue des poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée. C.L.Y.F.N.A.M. UNESCO. 683 p.
- KAILOLA, P. J., M. J. Williams, P.C. Stewart, R.E. Reichelt, A. McNee and C. Grieve, 1993. Australian fisheries resources. Bureau of Resource Sciences, Canberra, Australia. 422 p.
- KOTOULAS, G., J. Mejuto, A. Antoniou, G. Tserpes, C. Piccinetti, P. Peristeraki, P. Kasapidis, B. Garcia-Cortes, K. Oikonomaki, J.M. De la Serna and A. Magoulas. 2006. Genetic structure of the swordfish *Xiphias gladius* at a global scale using microsatellite markers.
- MEGALOFONO, P and G. De Metro. 1989. Stima dell'età e dell'accrescimento di *Xiphias gladius*, L del Mar Egeo mediante lo studio dei raggi rmi della pinna anale. XXI. Congresso della Società Italiana di Biologia Marina.
- MEGALOFONO, P., J. M. Dean and G. De Metro. 1990. First results on the aging of juvenile swordfish, *Xiphias gladius* L., from the Mediterranean Sea, using otoliths. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 33: 163-167.
- MEJUTO, J., S. Iglesias, J. C. Rey, E. Alot, and B. Garcia. 1988. Relaciones talla-peso del pez espada, (*Xiphias gladius* L) en las áreas BIL-94 y BIL-95, por estratos espacio temporales. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 27: 214-221.
- MEJUTO, J., and J. M De la Serna. 1993. A preliminary analysis to obtain a size weight relationship for the Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(1): 149-154.
- MEJUTO, J., J. M. De la Serna, and B. Garcia. 1998. Some considerations on the spatial and temporal variability in the sex ratio at size of the swordfish (*Xiphias gladius*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 48(1): 205-215.
- MEJUTO, J. 2003. Recruit indices of the north Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*) and their possible link to atmospheric and oceanographic indicators during the 1982-2000 period. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1506-1515.
- MEJUTO, J., and B. G. Cortes. 2003. A description of a possible spawning area of the swordfish (*Xiphias gladius*) in the tropical northwest Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1449-1458.
- MEJUTO, J., and B. G. Cortes. 2003. Size segregation, sex ratios patterns of the swordfish (*Xiphias gladius*) caught by the Spanish surface longline fleet in areas out of the Atlantic and methodological discussion on gonadal indices. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1459-1475.
- MOREIRA, F. 1990. Food of the swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, off the Portuguese coast. Journal of Fisheries Biology. 36: 623-624.
- NAKAMURA, I. 1985. FAO species catalogue. Vol. 5. Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO Fish. Synop. 125(5):65 p.
- NAKAMURA, I., 1997. Xiphiidae. Swordfishes. In K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) FAO Identification Guide for Fishery Purposes. The Western Central Pacific.
- NISHIKAWA, Y. and S. Ueyanagi, 1974. The distribution of the larvae of swordfish, *Xiphias gladius*, in the Indian and Pacific oceans. p. 261-264. In Proceedings of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August, 1972. Part. 2. Review and contributed papers. US Department of Commerce, NOAA Technical Report, NMFS SSRF 675.
- ORSI RELINO, L., G. Palandri, F. Garibaldi, C. Cima, M. Relini, and G. Torchia. 1999. Biological parameters of the Mediterranean swordfish derived from observations in the Ligurian Sea. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(1): 397-406.

- PALKO, B. J., G. L. Beardsley and W. J. Richards. 1981. Synopsis of the biology of the swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus. NOAA Technical Report NMFS Circular 441/FAO Fisheries Synopsis No. 127.
- REEB, C. A. and B. Block. 2006. Ten microsatellite loci show that Mediterranean swordfish are genetically unique from other populations worldwide.
- REY, J. C. 1988. Comentarios sobre las áreas de reproducción del pez espada, (*Xiphias gladius*) en el Atlántico y Mediterráneo. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 27: 180-193.
- SAMBILAY, V. C., Jr., 1990. Interrelationships between swimming speed, caudal fin aspect ratio and body length of fishes. Fishbyte 8(3):16-20.
- SCOTT, W.B. and S.N. Tibbo. 1968. Food and feeding habits of swordfish, *Xiphias gladius*, in the western North Atlantic. Fisheries Research Board of Canada 25: 903-919.
- SROUR, A., N. Abid, J. M. De la Serna, J. M<sup>a</sup>. Ortiz of Urbina. 2004. Preliminary Analysis of the spatial and temporal variability in the sex ratio at size of the Swordfish (*Xiphias gladius* L.) caught by the Moroccan drift net fishery. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(3): 921-924.
- Stillwell, C.E. and N.E. Kohler. 1985. Food and feeding ecology of the swordfish *Xiphias gladius* in the western North Atlantic Ocean with estimates of daily ration. Marine Ecology 22: 239-247.
- SUZUKI, Z., and N. Miyabe. 1991. Preliminary study on reproducing observed sex ratio by size for Atlantic swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 35(2): 459-464.
- TAKAHASHI M, H. Okamura, K. Yokawa and M. Okazaki 2003. Swimming behaviour and migration of a swordfish recorded by an archival tag. Marine and Freshwater Research, 2003, 54, 527-534.
- TAL SPERLING, A., J. D.Neilson, E. H. Carruthers, and H. H. Stone. 2005. Compilation and analyses of Canadian conventional tagging data for swordfish (*Xiphias gladius*), 1961-2004. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58(4): 1483-1494.
- TSERPES, G., and N. Tsimenides. 1995. Determination of age and growth of swordfish, *Xiphias gladius* L. 1758, in the eastern Mediterranean using anal-end spines. Fish. Bull. 93: 594-602.
- TSERPES, G., P. Peristeraki and S. Somarakis. 2001. On the reproduction of swordfish (*Xiphias gladius* L) in the eastern Mediterranean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52(2): 740-744.
- TSERPES, G., P. Peristeraki, A. Di Natale and A. Mangano. 2003. Length-weight relationships for Mediterranean swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(1): 85-90.
- TSIMENIDES, N., and G. Tserpes. 1989. Age determination and growth of swordfish, *Xiphias gladius* L., 1785 in the Aegean Sea. Fish. Res., 8(1989): 159-168.
- TURNER. 1987. Length to weight and weight to length conversions for swordfish in the western north Atlantic and Gulf of Mexico. Document No. 86/11 presented at the 1986 NMFS/SEFC swordfish assessment workshop.
- VEDEL TANING, A. 1955. On the breeding areas of the swordfish (*Xiphias gladius*). Papers in marine biology and oceanography, suppl. to Vol. 3 of Deep Sea Research, pp: 438-450.