



CHAPITRE 2.1.8.1: VOILIER	AUTEURS: F. AROCHA et M. ORTIZ	DERNIERE MISE A JOUR: 4 sept. 2006
--------------------------------------	---	---

2.1.8.1 Description du voilier (SAI)

1. Noms

1.a. Classification et taxonomie

Nom de l'espèce : *Istiophorus albicans* (Latreille, 1804)

Synonymes : *Istiophorus platypterus*

Code espèce ICCAT : SAI

Noms ICCAT : Voilier (français), Sailfish (anglais), Pez vela (espagnol)

Selon Nakamura (1985), le voilier est classé comme suit :

- Embranchement : Chordaux
- Sous-embranchement : Vertébrés
- Superclasse : Gnathostomes
- Classe : Ostéichtyens
- Sous-classe : Actinoptérygiens
- Ordre : Perciformes
- Sous-ordre : Xiphiidés
- Famille : Istiophoridés

1.b. Noms communs

Liste des noms vernaculaires d'après l'ICCAT et Fishbase (www.fishbase.org). Les noms accompagnés de (*) sont les noms standard nationaux, selon une enquête menée par l'ICCAT. La liste n'est pas exhaustive et il se peut que certains noms locaux n'y figurent pas.

Afrique du Sud : Seilvis, Sailfish

Allemagne : Segelfisch

Antilles néerlandaises : Balau wairu, Balau di bandera

Barbade : Sailfish

Bénin : Ajètè-abadanon

Bésil : Agulhão-bandeira, Agulhão de vela

Canada : Sailfish

Cap-Vert : Peixe-vela, Veleiro

Chine : 大西洋旗魚

Corée : Dot-sae-chi

Côte d'Ivoire : Voilier

Cuba : Aguja voladora, Aguja de abanico, Voladeira

Danemark : Atlantisk sejlfisk

Espagne : Pez vela del Atlántico

Etats-Unis d'Amérique : Atlantic sailfish

Finlande : Atlantipurjekala

France : Voilier de l'Atlantique

Grèce : Ιστιοφόρος Ατλαντικού

Iles des Açores : Atlantic sailfish

Italie : Pesce vela
Japon : Nishibashookajiki
Martinique : Voilier de l'Atlantique, Mere balaou
Maroc : Espadon
Mexique : Pez vela, Voilierlador
Norvège : Atlantisk seilfisk
Porto Rico: Sailfish
Portugal : Espardarte veleiro, Peixe de vela
République Dominicaine: Aguja
Royaume-Uni : Atlantic sailfish
Russie : Atlanticheskii parusnik, Parusnik-ryba
Sénégal : Espadon voilier
Trinidad et Tobago : Sailfish
Uruguay : Pez vela
Venezuela : Pez vela, Palagar

2. Identification



Figure 1. Dessin d'un voilier adulte par Les Gallagher (Les Gallagher: fishpics)

Caractéristiques d'*Istiophorus albicans* (voir Figure 1 et Figure 2)

Le voilier est l'un des istiophoridés de taille moyenne. La taille maximale a été décrite par Nakamura (1985) à 315 cm, pour un poids de 58 kg, d'après les mesures enregistrées par les pêcheurs sportifs de Walker Bay, Bahamas, en 1950. Sa taille courante est de 160-180 cm et peut atteindre 230 cm de longueur entre le maxillaire inférieur et la fourche (LJFL).

En ce qui concerne l'âge du voilier, Chiang *et al.* (2004) ont estimé son âge maximum à 12 ans pour les femelles et à 11 ans pour les mâles, en analysant des sections d'épines de nageoires dorsales d'individus pêchés à l'Est de Taiwan. D'après les données de marquage, la plus longue période en mer jamais enregistrée pour le voilier était de 17 ans (Ortiz *et al.*, 2003).

Externes :

- Le corps est allongé et très comprimé, couvert d'écailles implantées de façon clairsemée et à pointe émoussée.
- La mâchoire supérieure se prolonge en une épée fine et vigoureuse, de section ronde.
- La première nageoire dorsale est grande, en forme de voile, beaucoup plus haute que la profondeur du corps sur presque toute sa longueur et surtout en son milieu, la seconde nageoire dorsale est petite.

- Les nageoires pelviennes sont très longues et étroites, et s'étendent sur 2/3-3/4 de la longueur du corps, atteignant presque l'orifice anal.
- Le pédoncule caudal possède une double carène de chaque côté, avec une échancrure caudale sur la surface dorsale et ventrale.
- La nageoire caudale des juvéniles est plus longue que celle du voilier de l'Indo-Pacifique.
- Présence de deux nageoires anales séparées, la première comporte 11-15 rayons, la deuxième 6-7 rayons.
- Epines dorsales : 42-47 rayons dans la première nageoire, 6-7 rayons dans la seconde.
- Une ligne latérale unique est visible, elle est recourbée au-dessus de la nageoire pectorale, puis droite vers la queue.
- L'orifice anal est proche de l'origine antérieure de la première nageoire anale.
- Vertèbres: 12 précaudales plus 12 caudales.
- Absence de branchiospines, les mâchoires et les palatinats sont munis de petites dents chez l'adulte.

Coloration :

- Bleu foncé sur le dos, bleu éclaboussé de brun sur les flancs, et blanc argenté sur le ventre; plusieurs rangées de rayures longitudinales sur les flancs, dont chacune est constituée de nombreux et légers points ronds.
- La membrane de la première nageoire dorsale est bleu noir, constellée de petits points foncés de forme ronde, les bases de la première et de la deuxième nageoire anale sont blanc argenté, les autres nageoires sont noirâtres ou bleu foncé.

Internes :

- Les gonades sont symétriques.
- La vessie natatoire est présente, et constituée de nombreuses petites poches en forme de bulles.

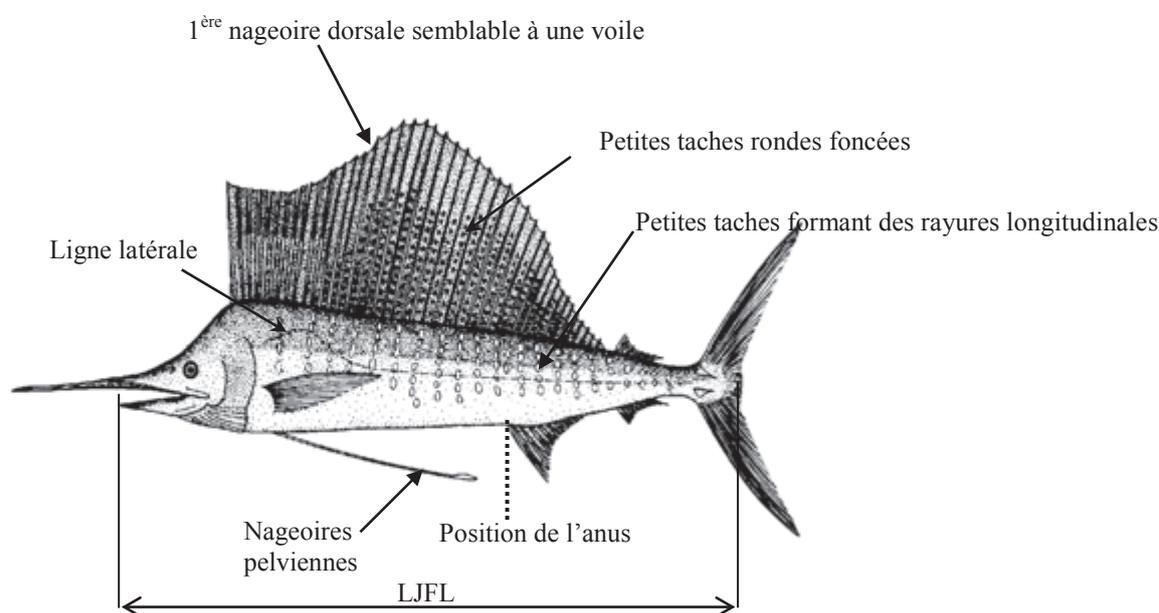


Figure 2. Synthèse des caractéristiques les plus marquées d'*Istiophorus albicans* (image de la FAO).

Caractéristiques externes des larves du voilier de l'Atlantique

- Larves à sac vitellin inconnues.
- Les plus petites larves connues mesurent 3,6 mm de LS (Gehring, 1956). Elles ont un corps court et large, un museau court, de grands yeux. Présence d'une grande épine au-dessus des yeux, et de grandes épines préoperculaires. La pigmentation est constituée de chromatophores plus ou moins nombreux et de formes variées sur la mâchoire inférieure et la surface dorsale de la boîte crânienne. La pigmentation

augmente avec la croissance larvaire. La tête est de grande taille, et représente environ 40% de la longueur standard. Les dents sont grandes et ressemblent à des défenses.

- Chez les larves >10 mm LS, le museau s'allonge, la nageoire dorsale en forme de voile se développe, les épines préoperculaires diminuent de taille puis disparaissent, la nageoire caudale fourche, les nageoires pelviennes prennent de grandes dimensions. La pigmentation de la nageoire dorsale commence par des chromatophores dispersés sur la partie centrale et s'étend au fur et à mesure de la croissance larvaire (Gehring 1956).
- Chez les juvéniles (>25 mm LS), le museau augmente de façon proportionnelle au corps, les dents en forme de crocs disparaissent, l'œil diminue de diamètre, les épines de la tête raccourcissent puis disparaissent, la première nageoire dorsale augmente de hauteur, les nageoires pelviennes sont longues et étroites, la ligne latérale devient visible, les écailles se transforment en épines dermiques (Gehring, 1956).

3. Biologie et études de la population

3.a. Préférences en matière d'habitat

Le voilier est une espèce épipelagique, côtière ou océanique, souvent présente au-dessus de la thermocline. C'est le moins océanique des istiophoridés de l'Atlantique, il a une forte tendance à s'approcher des côtes continentales, des îles et des récifs (de Sylva, 1974; Nakamura, 1985).

Dans l'Atlantique centre-ouest, dans les eaux de Floride (USA), au large du golfe du Mexique et dans la mer des Caraïbes, les voiliers se rencontrent en bancs pendant les mois d'hiver. En été, les poissons de Floride se dispersent davantage vers le nord, le long de la côte orientale des Etats-Unis, en suivant la bordure intérieure du Gulf Stream vers le nord.

Dans l'Atlantique centre-est, les déplacements des voiliers vers le nord et le sud le long des côtes d'Afrique occidentale semblent associés à l'isotherme hydrique de 28°C, où les poissons se dirigent vers le nord au printemps et semblent retourner vers le sud en automne. La période d'accroissement de l'abondance des voiliers coïncide avec la période où la température de surface de l'eau est la plus chaude (28°C) (N'Goran *et al*, 2001).

Les **températures** préférées des voiliers semblent liées au mouvement saisonnier de l'isotherme hydrique de 28°C.

En **profondeur**, la télémétrie, les données des marques à ultrasons et des marques PSAT indiquent que le voilier reste presque tout le temps dans les eaux chaudes proches de la surface (10-20 m) dans l'Atlantique nord-ouest et le Golfe d'Arabie (Jolley et Irby, 1979; Hoolihan, 2005). Les résultats des études de marquage de l'Atlantique ont montré que ces poissons effectuent de fréquents plongements verticaux de courte durée entre les eaux de surface et des profondeurs de 200-250 m.

Les besoins en **oxygène dissout** des istiophoridés sont mal connus. Toutefois, Prince et Goodyear (2006) ont supposé que la concentration minimale d'oxygène pour cette espèce serait de 3,5 ml/l, qu'ils définissent comme son seuil hypoxique. Cette affirmation a été partiellement étayée en mesurant la consommation d'oxygène des voiliers juvéniles, ce qui a montré que l'espèce présente une consommation d'oxygène élevée et des indices métaboliques associés typiques des thonidés tropicaux (Idrisi *et al*, 2002; Brill, 1996).

3.b. Croissance

La détermination de l'âge du voilier et sa croissance ont été étudiées par différentes méthodes (otolithes, épines, analyse de la fréquence de taille et marquage). Selon les auteurs et la méthode utilisée, la taille du voilier à l'âge considéré comme âge 1 varie de 108,9 to 141,5 cm de LJFL (Jolley, 1977; Hedgepeth et Jolley, 1983). Sa croissance est rapide les premières années, celle des larves est exponentielle, à un taux quotidien instantané de 0.137 (Luthy, 2004); la longévité des adultes est estimée à 13-15+ ans, d'après la plus longue durée de survie en mer d'un poisson marqué et recapturé et la validation des structures des crêtes des otolithes sagittales (Prince *et al*, 1986; Ortiz *et al*, 2003). Le voilier peut atteindre 230 cm de LJFL, et présente des modes de croissance sexuellement dimorphiques, les femelles atteignant des tailles plus grandes que les mâles (Nakamura, 1985).

Les études récentes de détermination de l'âge et de la croissance du voilier de l'Indo-Pacifique, à l'aide des épines des nageoires dorsales et anales, se sont avérées fructueuses. Leurs résultats ont validé la formation d'une bande de croissance une fois par an (Chiang *et al.*, 2004; Hoolihan, 2006). Une vaste étude portant sur 1166 lectures d'épines de voiliers de l'Indo-Pacifique de 78 à 232 cm de LJFL a donné des fonctions de croissance spécifiques de l'âge (Chiang *et al.*, 2004). Ses résultats ont démontré que la longueur à un âge donné de ces poissons suit la fonction de Richards ; les paramètres estimés pour les femelles sont: $L_{\infty} = 343.8$ cm; $K = 0.011$; $t_0 = -0.468$; $m = -1.639$, et pour les mâles: $L_{\infty} = 294.0$ cm; $K = 0.023$; $t_0 = -0.704$; $m = -1.288$. Aucun modèle de croissance n'a été adopté par l'ICCAT pour le voilier de l'Atlantique.

3.c. Relation taille-poids

Jusqu'en 1992, les relations taille-poids spécifiques du sexe adoptées par l'ICCAT étaient celles de Prince et Lee (1989), basées sur des tailles de 127.8 à 177.8 cm de LJFL pour les mâles, et de 101.1 à 200.7 cm de LJFL pour les femelles. Plus tard, lors des Deuxièmes Journées d'Etudes sur les Istiophoridés, Prager *et al.* (1994, 1995) ont révisé les données de taille et de poids existantes pour calculer de nouvelles équations de conversion taille-poids et poids-taille, et créé un nouveau jeu d'équations pour estimer LJFL à partir de plusieurs mesures de taille. Les nouvelles relations taille-poids adoptées par l'ICCAT pour le stock de voiliers lors des Journées d'Etudes sont présentées au **Tableau 1**.

Tableau 1: Différentes relations taille-poids du voilier utilisées actuellement par l'ICCAT.

Equation	Référence	N	Sexe	Fourchette LJFL (cm)
$RWT = 1.6922 \times 10^{-6} LJFL^{3.1879}$	Prager <i>et al.</i> (1995)	907	Mâles	27.1-188.0
$RWT = 1.1441 \times 10^{-6} LJFL^{3.2683}$		1280	Femelles	27.1-204.5
$RWT = 1.2869 \times 10^{-6} LJFL^{3.2439}$		2187	Sexes combinés	27.1-204.5

3.d. Maturité

En général, nous manquons d'études approfondies sur la maturité sexuelle du voilier. Jolley (1977) considère que le voilier atteint la maturité sexuelle à un poids compris entre 13 et 18 kg (147-160 cm de LJFL) pour les femelles, et pour les mâles à environ 10 kg (135.7 cm de LJFL). Récemment, Arocha et Marcano (2006) ont estimé que 50% des femelles sont matures à 180.2 cm de LJFL, d'après l'évaluation macroscopique et microscopique d'échantillons de gonades pris entre 5°N et 25°N.

Sur la côte Pacifique du Mexique, Hernandez et Ramirez (1998) ont calculé que 50% des femelles étaient matures à 175 cm d'EOFL (198.5 cm de LJFL), d'après l'analyse histologique des gonades.

Les estimations de la maturité sexuelle disponibles pour le stock de voilier de l'Atlantique sont présentées au **Tableau 2**.

Tableau 2. Différentes estimations de maturité sexuelle disponibles pour le stock de voiliers de l'Atlantique

Maturité	Référence
50% des femelles matures à 180.2 cm LJFL	Arocha et Marcano (2006)
Première maturité des femelles à 147-160 cm LJFL	Jolley (1977)
Première maturité des mâles à 135.7 cm LJFL	Jolley (1977)

3.e. Sex-ratio

Dans une étude récente sur la biologie des istiophoridés de l'Atlantique centre ouest (5°N - 25°N), le sex ratio du voilier à une taille donnée (n=27414) a présenté une saisonnalité trimestrielle (Arocha, 2006). Dans la mer des Caraïbes, pendant le deuxième et le troisième trimestre, la proportion de femelles mesurant de 145 à 165 cm de LJFL est d'environ 10%. Pour des tailles >170 cm LJFL, cette proportion augmente de 20% à 100% chez les plus gros poissons. Au premier trimestre, la proportion de femelles est de 40 à 50% pour des tailles comprises entre 175 et 200 cm de LJFL ; alors qu'au quatrième trimestre, pour des tailles >175 cm de LJFL, la proportion de femelles passe de 40 à 100% chez les plus gros poissons. Du côté atlantique, au sud de l'île de la Barbade (13°N-5°N), la proportion de femelles est comprise entre 40% et 60 % pour des tailles comprises entre 155 et 185 cm de LJFL, et au-delà de cette taille presque tous les poissons sont des femelles. Le problème du sex-ratio n'a cependant pas été officiellement abordé lors des Journées d'Etudes de l'ICCAT sur les Istiophoridés.

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

Le voilier, comme les autres istiophoridés, ne présente pas de dimorphisme sexuel apparent dans sa coloration ou ses caractères morphologiques externes.

Ponte

Les voiliers sont des reproducteurs multiples, qui effectuent plusieurs pontes séparées de masses d'ovocytes hydratés (de Sylva et Breder, 1997) et très probablement libérés directement dans la mer, où la fécondation se produit.

Ils fraient à peu près dans les eaux où ils vivent normalement. Les zones de ponte du voilier dans l'Atlantique se situent principalement dans les zones tropicales des deux hémisphères.

Les zones de ponte de l'Atlantique sont mal connues. Dans l'Atlantique Nord, on a trouvé des femelles reproductrices dans les eaux peu profondes du détroit de Floride (USA), et des larves ont été collectées dans la même zone mais dans des eaux plus profondes (de Sylva et Breder, 1997; Post *et al.*, 1997; Luthy, 2004). Au sud-est de la mer des Caraïbes et en Atlantique centre-ouest entre 13°N et 5°N, des femelles reproductrices aux gonades remplies d'ovocytes hydratés ont été observées au large du littoral vénézuélien et des côtes de Guyane et du Suriname (Arocha et Marcano, 2006). Dans l'Atlantique sud-ouest, le frai a lieu au large de la côte méridionale du Brésil entre 20° et 27°S (Hazin *et al.*, 1994; Amorim *et al.*, 1998). En Atlantique Est, la présence de poissons sexuellement actifs a été notée dans les eaux sénégalaises (Limouzy et Cayré, 1981).

Le voilier de l'Atlantique fraie presque toute l'année. Dans le Nord de l'océan, la ponte peut avoir lieu à différentes saisons. Dans le Déroit de Floride et les eaux adjacentes, elle a lieu d'avril à octobre, mais semble s'intensifier à la fin de l'été et au début de l'automne. Au sud-est de la mer des Caraïbes, le frai est attesté de juin à décembre et dans l'Atlantique centre-ouest entre 13°N et 5°N, de février à septembre. Dans l'Atlantique sud-ouest, le frai a lieu entre novembre/décembre et février. Dans l'Atlantique centre-est, il a lieu en juillet-août.

Oeufs et Larves

Les oeufs sont pélagiques, sphériques et transparents; les ovocytes entièrement hydratés mesurent de 0.9 à 1.4 mm de diamètre (Arocha, 2006). Le vitellus n'est pas homogène (de Sylva et Breder, 1997).

Les larves à sac vitellin sont inconnues, mais elles pourraient mesurer environ 2 mm de LS. Les plus petites larves de voilier de l'Atlantique connues mesurent 2,8 mm de LS, et ont été prises dans le Déroit de Floride (USA) de mai à septembre (Luthy, 2004).

Recrutement

Les premiers stades de la vie des istiophoridés sont très mal connus. Chez le voilier de l'Atlantique, la période larvaire est courte en raison de la rapidité de la croissance pendant cette phase, où le taux de croissance instantané quotidien s'élève à 0,14 (Luthy, 2004).

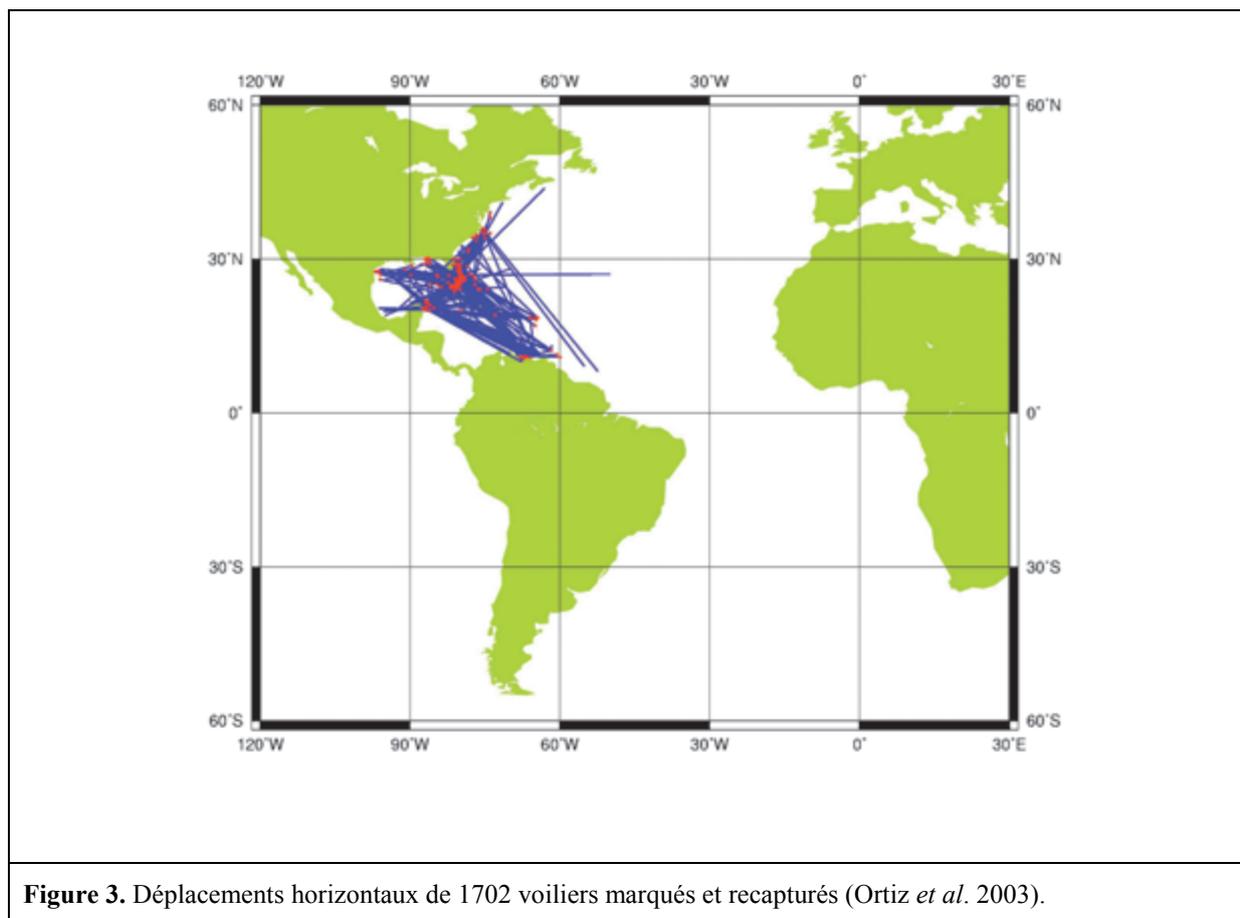
Les larves de voiliers mesurant de 2.8 à 17.3 mm de LS se capturent au filet à ichthyoplankton et à neuston (Luthy, 2004). Les post-larves, >100 mm de LS, sont collectées de façon occasionnelle la nuit et avec des épuisettes, et dans les contenus stomacaux des thonidés et d'autres istiophoridés.

Le jeune voilier (immature) commence à apparaître dans les prises à environ 75 cm de LJFL. A partir de la première capture, l'observation des pêcheries et les opérations de marquage sont les moyens les plus faciles pour connaître leurs mouvements migratoires.

3.g. Migrations

Le voilier se déplace sur de courtes distances dans l'Atlantique, comme le montre le vecteur de remise à l'eau-recapture de poissons marqués, et n'entreprend pas de migrations trans-Atlantiques, trans-équatoriales ni intercontinentales (**Figure 3**). Toutefois, d'après les plus petites distances parcourues par des poissons marqués et recapturés, il semblerait que dans différentes zones il effectue des déplacements annuels cycliques, présente un

certain degré de fidélité, ou fasse les deux à la fois (Ortiz *et al.*, 2003). Néanmoins, leurs parcours migratoires sont encore mal connus.



La plupart des opérations de marquage et de remise à l'eau de voiliers ont eu lieu à l'Ouest de l'Atlantique Nord. Des déplacements importants sont observés entre le Détroit de Floride et les eaux adjacentes, et aussi entre le Golfe du Mexique et la zone proche du Cap Hatteras (35°N). Le même phénomène est observé entre le Détroit du Yucatan et les eaux vénézuéliennes. En général, la plupart des poissons marqués ont été recapturés à peu près dans la zone où ils ont été remis à l'eau. La plus longue migration connue est celle d'un voilier marqué et relâché sur la côte nord-est des Etats-Unis, recapturé au large de Suriname après 332 jours en mer et 3861 Km de parcours (Ortiz *et al.* 2003).

Ces dernières années, le marquage et la remise à l'eau des voiliers de l'Atlantique se sont intensifiés dans tout l'Atlantique central et sud-ouest (Brésil), sans pour autant améliorer nos connaissances actuelles sur les parcours migratoires des voiliers.

3.h. Régime alimentaire

Le voilier adulte est un prédateur supérieur, qui s'attaque de façon opportuniste aux bancs de demi-becs, de carangues, de thonidés mineurs et de céphalopodes. Ses larves se nourrissent de copépodes, puis de poissons lorsqu'elles atteignent 6.0 mm de LS. Dans le Détroit de Floride et les eaux adjacentes, le voilier adulte se nourrit de thonines, *Euthynnus aletteratus*, de demi-becs, *Hemiramphus sp*, de poissons-sabre, *Trichurus lepturus*, de sérioles, *Strongylura notatus*, de carangues comade, *Caranx ruber*, et de céphalopodes comme le calmar *Ommastrephes bartrami* et l'octopode *Argonauta argo* (Nakamura, 1985). D'autres auteurs ont relevé que dans la zone méridionale de la mer des Caraïbes sa nourriture se compose surtout de scombridés, *Scomber sp* et *Auxis sp*, suivis de *Sardinella aurita*, et de *Dactylopterus volitans* (Garcia de los Salmones *et al.*, 1989).

Dans l'Atlantique nord et la zone tropicale, les poissons représentent environ 75% de ses proies et les céphalopodes le reste. Les poissons proies comptent plus de 70% d'espèces de la famille des Bramidés, suivie de celle des Gempylidés (Satoh *et al.*, 2004).

Dans l'Atlantique équatorial ouest, les proies favorites du voilier sont la grande castagnole, *Brama brama*, l'escolier serpent, *Gempylus serpens*, et le *Dactylopterus volitans*. Parmi les céphalopodes, il prise surtout les calmars *Ornithoteuthis antillarum*, *Omastrephes bartrami*, *Hyaloteuthis pelagica*, et l'octopode *Tremoctopus violaceus* (Junior *et al.* 2004).

3.i. Physiologie

Comme les thonidés, les istiophoridés ont des adaptations anatomiques et physiologiques leur permettant de nager de façon continue, et une endothermie crânienne (cerveau et yeux) qui leur facilite la prédation à différentes profondeurs. Le voilier, comme les autres istiophoridés, est muni d'un organe thermogène situé au-dessous du cerveau et près des yeux, qui produit et maintient des températures élevées dans la région crânienne (Block, 1986). Cet organe thermogène ou « radiateur du cerveau » facilite la plongée en profondeur des marlins et voiliers en les dotant de fonctions oculaires et physiques à de basses températures.

Les données disponibles concernant sa vitesse de nage viennent de l'analyse des distances calculées grâce aux données de marquage électronique sur les adultes (Jolley et Irby 1979; Hoolihan, 2005). Les déplacements moyens estimés variaient entre 0.29 et 1.00 m/sec (voilier de l'Atlantique), et entre 0.42 et 2.10 m/sec (voilier de l'Indo-Pacifique) à partir du lieu de remise à l'eau.

3.j. Comportement

La recherche sur le comportement des istiophoridés n'a avancé que lentement à cause de la difficulté de les maintenir en captivité et des lacunes dans les technologies de suivi à long terme (Holland, 2003). Toutefois, les marques traditionnelles, les données PSAT, les données biologiques sur les zones et les saisons de ponte et la connaissance des habitudes trophiques peuvent aider à connaître le comportement reproducteur de ces poissons.

Contrairement aux marlins, le voilier semble être un poisson grégaire. Ce comportement semble toutefois saisonnier. Dans le Détroit de Floride, les poissons se regroupent en bancs pendant l'hiver, mais l'été, lorsqu'ils se dirigent vers le Nord, ils se dispersent le long de la côte Est des Etats-Unis. Il a été aussi supposé que les voiliers formeraient des bancs lorsqu'ils se nourrissent de poissons regroupés en bancs abondants, (p.e. des clupéidés), mais qu'ils se disperseraient en même temps que leurs proies (Voss, 1972).

Au sud-est de la mer des Caraïbes et dans les eaux adjacentes (côté Atlantique: 13°N-5°N), les trajectoires des poissons marqués et recapturés révèlent des déplacements entre cette zone sud-est et les parages du Suriname, qui sont des zones de ponte presque toute l'année (Arocha et Marcano, 2006). L'abondance des proies y est presque constante en raison de l'upwelling saisonnier en hiver (Venezuela nord-est) et des écoulements fluviaux (fleuve Orinoco) en été (Freon et Mendoza, 2003), qui concentrent les proies sur des fronts saisonniers dans toute la zone. La possibilité constante de prédation dans la zone peut permettre presque toute l'année au voilier de reconstituer l'énergie dépensée en frayant, et d'en accumuler pour une saison de frai prolongée.

3.k. Mortalité naturelle

Nous ne disposons d'aucune estimation fiable des taux de mortalité naturelle. Les données de marquage ne sont pas suffisantes. Le calcul de M à partir des paramètres de croissance est limité, faute d'estimation de ces derniers. En la déduisant de la longévité estimée, la mortalité naturelle varierait entre 0.15 et 0.30. Mais le nombre de poissons adultes estimé à partir des dimensions corporelles, du comportement et de la physiologie pourrait être assez faible (Anon. 1994, 1998).

3.l. Facteurs de conversion

Les bases de données et les analyses de l'ICCAT utilisent un certain nombre de formules de conversion entre différents types de mesures. Pour le voilier, ces relations sont présentées au **Tableau 3** (voir aussi le chapitre "Relation taille-poids").

Tableau 3. Facteurs de conversion pour le voilier (TL: longueur totale ; PAL: longueur pectorale-anus ; PFL: longueur pectorale-fourche ; PDL: longueur pectorale-seconde dorsale ; EOFL: longueur cavité oculaire-fourche; DFL: longueur dorsale-fourche ; DWT: poids manipulé).

Equation	Sexe	N	Fourchette de taille (cm)	Référence
$LJFL = 32.188 + TL \times 0.623$	Femelles	83	120-260	Prager <i>et al.</i> (1995)
$LJFL = 21.961 + TL \times 0.657$	Mâles	52	110-245	
$LJFL = 18.171 + TL \times 0.686$	Sexes combinés	142	40-270	
$LJFL = 120.170 + PAL \times 0.798$	Femelles	652	30-90	
$LJFL = 111.175 + PAL \times 0.907$	Mâles	455	35-80	
$LJFL = 107.196 + PAL \times 0.999$	Sexes combinés	1553	30-100	
$LJFL = 36.766 + PFL \times 1.025$	Femelles	728	75-175	
$LJFL = 34.211 + PFL \times 1.043$	Mâles	484	90-150	
$LJFL = 29.441 + PFL \times 1.083$	Sexes combinés	1810	75-180	
$LJFL = 44.570 + PDL \times 1.268$	Femelles	113	55-120	
$LJFL = 19.074 + PDL \times 1.526$	Mâles	42	75-110	
$LJFL = 38.322 + PDL \times 1.332$	Sexes combinés	330	55-120	
$LJFL = 18.235 + EOFL \times 1.015$	Femelles	58	85-175	
$LJFL = 21.707 + EOFL \times 0.987$	Mâles	27	105-155	
$LJFL = 11.240 + EOFL \times 1.076$	Sexes combinés	251	85-175	
$LJFL = 39.104 + DFL \times 0.951$	Femelles	59	75-165	
$LJFL = 1.555 + DFL \times 1.221$	Mâles	21	110-145	
$LJFL = 38.438 + DFL \times 0.958$	Sexes combinés	252	75-165	
$DWT = 1.20 \times RWT$	Sexes combinés	-	-	Manuel ICCAT 1990

4. Distribution et exploitation

4.a. Répartition géographique

L'aire de répartition du voilier se situe autour des tropiques. Elle s'étend largement dans les eaux subtropicales et tropicales de l'océan Atlantique, et parfois dans ses eaux tempérées et en Méditerranée. D'après les prises commerciales, ses limites géographiques sont de 40 °N et 40 °S dans l'atlantique Ouest, et de 50 °N et environ 40°S dans l'Atlantique Est, mais le voilier est moins abondant dans les eaux de l'Atlantique centre-nord (25° à 40 °N) et de l'Atlantique centre-sud (25° à 40 °S) (**Figure 4**).

Les adultes (>150 cm LJFL) fréquentent les eaux subtropicales et tropicales alors que les juvéniles (<100 cm LJFL) se trouvent dans les eaux tropicales. Les classes de taille les plus grandes (>200 cm LJFL) se rencontrent plus fréquemment dans l'Atlantique centre-est.

Répartition dans l'océan Atlantique: dans l'Atlantique Ouest, des bancs sont présents le long des côtes sud-est des Etats-Unis, dans le Golfe du Mexique, le Nord et l'Est de la mer des Caraïbes, l'Ouest de la zone équatoriale, et tout le long des côtes brésiliennes jusqu'au large de Rio de Janeiro et de Santos. Dans l'Atlantique Est, ils se regroupent en bancs importants au large du Sénégal et jusque dans le Golfe de Guinée (Ghana et Côte d'Ivoire).

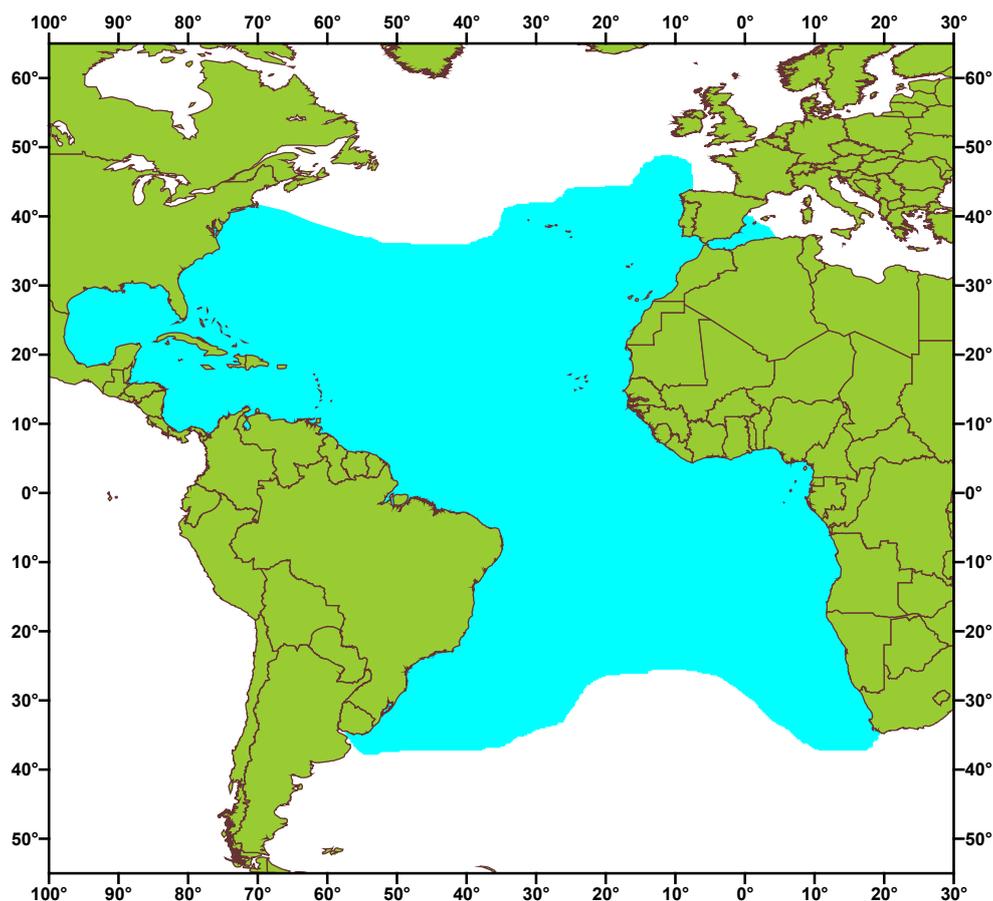


Figure 4. Répartition géographique du voilier d'après les prises déclarées entre 1970 et 2004 (source ICCAT).

4.b. Populations/Structure des stocks

Dans l'océan Atlantique, le voilier a été historiquement géré en deux stocks séparés Est et Ouest, avec une frontière fixée arbitrairement à 30°W. La répartition des prises, les données de mise à l'eau et de recapture des marques et les données morphologiques ont servi de base pour fixer cette frontière (Anon. 2002).

Le voilier a fait l'objet d'un effort de marquage considérable (plus de 100.000 poissons marqués jusqu'en 2001), mais cet effort a porté principalement sur l'Atlantique Ouest. Aucune migration trans-Atlantique n'a encore été relevée. En outre, les données morphologiques indiquent que les voiliers de l'Est sont différents de ceux de l'Ouest, car ils atteignent des tailles plus grandes et présentent des colorations différentes sur la nageoire dorsale. Ces différences peuvent toutefois ne pas correspondre à des différences génétiques entre les stocks.

McDowell et Graves (2002) ont récemment étudié la possibilité de distinguer les stocks de l'Atlantique à l'aide des marqueurs mitochondriaux et nucléaires. Les résultats n'ont donné aucun élément concernant la structure du stock. A partir des informations disponibles, l'ICCAT continue à considérer qu'il existe un stock Est et un stock Ouest de voiliers de l'Atlantique (Anon. 2002).

4.c. Description des pêcheries: les prises et l'effort

Le voilier est une cible très prisée des pêcheries sportives et récréatives du monde entier, et à cause de sa préférence pour l'habitat côtier, c'est l'un des istiophoridés les plus couramment capturés par cette pêche. Il existe une pêche artisanale ciblant les istiophoridés, qui capture et débarque des voiliers. Le voilier est l'istiophoridé le plus abondamment capturé et commercialisé dans les îles des Caraïbes, notamment à la Barbade où il représente 73% de leurs captures (Mohammed *et al*, 2003). Les pêcheries concernées sont concentrées dans les zones tropicales de l'Atlantique, dans les îles des Caraïbes et au large des côtes vénézuéliennes et brésiliennes dans l'Atlantique Ouest, et au large des côtes africaines, depuis le Sénégal jusqu'au Golfe de Guinée. Ces pêcheries artisanales utilisent principalement des filets maillants dérivants de surface sur les côtes

africaines et des palangres de surface dans la région des Caraïbes. Comme la plupart des autres istiophoridés, le voilier constitue aussi une prise accessoire des thoniers pêchant à la palangre pélagique et à la senne dans l'océan Atlantique (**Figures 5 et 6**).

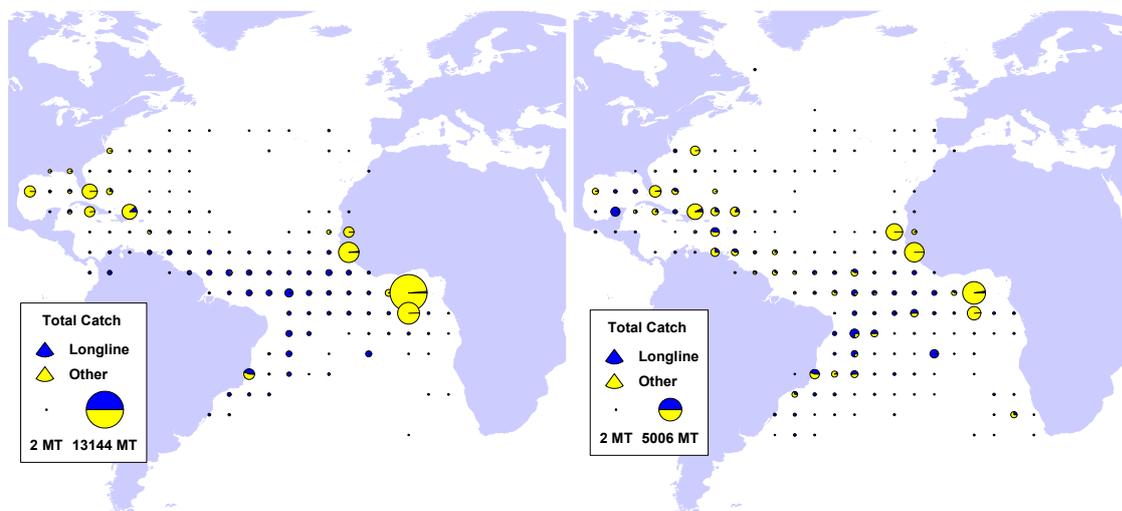


Figure 5. Distribution des prises de voiliers dans l'océan Atlantique en 1980-1989 (gauche) et 1990-1999 (droite) ventilée par principaux engins de pêche, palangre et autres.

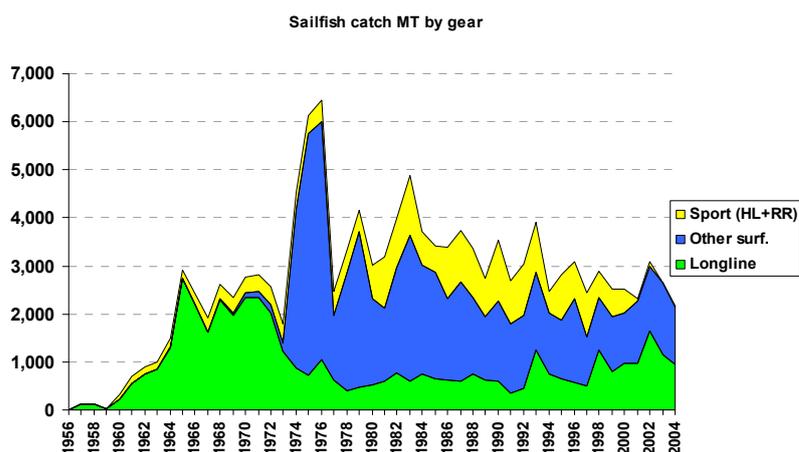


Figure 6. Tendances des captures pour les stocks Est et Ouest de voiliers de l'Atlantique par principaux groupes d'engins.

Atlantique Est

Les prises de voiliers dans l'Atlantique Est ont augmenté avec l'apparition des flottilles de palangriers pélagiques à la fin des années 1950. Elles ont atteint une moyenne de 1500 TM dans les années 1960, ont connu un record de plus de 5000 TM en 1975/6 et ont fléchi les années suivantes, oscillant entre 2000 et 3000 TM. Elles n'atteignaient pas 2000 TM dans les années 1990 et ont tout juste dépassé les 1000 TM ces dernières années. Elles ont surtout baissé pour les pêcheries sportives, en partie à cause des réglementations de gestion et de l'entrée en vigueur des pratiques de remise à l'eau.

Atlantique Ouest

Dans l'Atlantique Ouest, les prises de voiliers ont aussi augmenté avec l'expansion des flottilles palangrières dans les années 1960. Elles ont atteint un pic de 1800 TM en 1970, puis elles ont baissé et stagné autour de 1000

TM jusqu'au milieu des années 1990. Elles ont ensuite remonté pour atteindre des chiffres record en 1997 et en 2002 [1900 TM], dépassant les prises de l'Atlantique Est jusqu'en 2002. En 2003 les captures déclarées étaient redescendues à environ 1000 TM dans l'Atlantique Ouest (**Figure 7**).

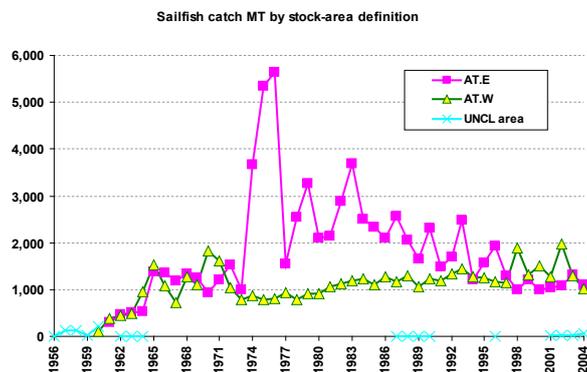


Figure 7. Tendances des prises pour les stocks de voiliers de l'Atlantique Est et Ouest.

4.d. Prises par taille

Il n'y a pas d'estimation des prises par âge pour les stocks de voiliers de l'Atlantique. Un échantillon de tailles assez large a toutefois été collecté dans les principales pêcheries (**Figure 8**). Les distributions des fréquences de taille montrent que la palangre capture des voiliers plus petits que le filet maillant et les pêcheries sportives, avec une taille médiane de 160 cm de LJFL et un pourcentage de 80% mesurant de 145 cm à 180 cm de LJFL. Les voiliers pris au filet maillant présentent une taille médiane de 175 cm de LJFL et un pourcentage de 80% mesurant de 160 cm à 195 cm de LJFL, alors que pour la pêche sportive la taille médiane atteint 180 cm de LJFL et qu'un pourcentage de 80% mesure de 165 cm à 95 cm de LJFL.

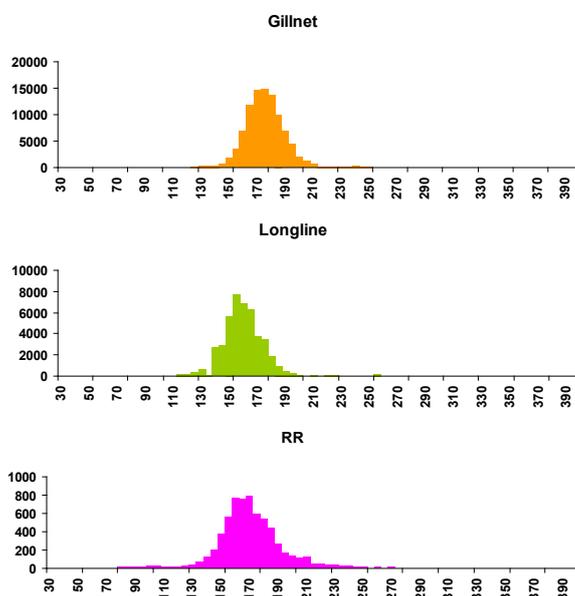


Figure 8. Fréquence de tailles (LJFL cm) du voilier par engin moyen.

5. Bibliographie

ANON. 1994. Report of the Second ICCAT Billfish Workshop. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 41: 587.

- ANON. 1998. Report of the Third ICCAT Billfish Workshop. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 47: 352.
- ANON. 2001. Report of the Fourth ICCAT Billfish Workshop. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 53: 375.
- ANON. 2002. Report of the 2001 Billfish Species Group Session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54: 649-754.
- AMORIM, A.F., C.A. Arfeli, J.N. Antero-Silva, L. Fagundes, F.E.S.Costa, R.Assumpção. 1998. Blue marlin (*Makaira nigricans*) and White marlin (*Tetrapturus albidus*) Caught off the Brazilian Coast. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 47: 163-184.
- AROCHA, F. 2006. Los peces de la familia Istiophoridae capturados por las flotas de Venezuela: Aspectos biológicos, pesquerías y gestión pesquera. Trabajo de ascenso para profesor asociado presentado en la Universidad de Oriente, 141 p.
- AROCHA, F. and L. Marcano. 2006. Life history characteristics of *Makaira nigricans*, *Tetrapturus albidus*, and *Istiophorus albicans* from the eastern Caribbean Sea and adjacent waters. Pgs. 587-597 In J. Nielsen, J. Dodson, K. Friedland, T. Hamon, N. Hughes, J. Musick and E. Verspoor, Eds. Proceedings of the Fourth World Fisheries Congress: Reconciling Fisheries with Conservation. Amer. Fish. Soc. Symp. 49, Bethesda, Maryland.
- BLOCK, B.A. 1986. Structure of the brain and eye heater tissue in marlins, sailfish, spearfish. J. Morphol., 190: 169-189.
- BRILL, R.W. 1996. Selective advantages conferred by the high performance physiology of tunas, billfishes, and dolphin fish. Comp. Biochem. Physiol., 113: 3-15.
- CHIANG, W.C., C-L. Sun, and S-Z. Yeh. 2004. Age and growth of sailfish, *Istiophorus platypterus*, in the waters off eastern Taiwan. Fish. Bull. 102: 251-263.
- DE SYLVA, D. 1974. A review of the world sport fishery for billfishes (Istiophoridae and Xiphiidae). Pages 12-34 in R.S. Shomura and F. Williams eds. Proc. Intl. Billfish Symp. Pt. 2. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675, 335 p.
- DE SYLVA, D. and P.R. Breder. 1997. Reproduction, gonad histology, and spawning cycles of north Atlantic billfishes (Istiophoridae). Bull. Mar. Sci., 60(3): 668-697.
- FREON, P. and J.J. Mendoza, Eds. 2003. The sardine (*Sardinella aurita*). Its environment and exploitation in eastern Venezuela. IRD Editions, collection Colloques et seminaries, Paris. 549 p.
- GARCIA DE LOS SALMONES, R., O. Infante and J. J. Alio, 1989. Reproducción y alimentación del pez vela, de la aguja blanca y de la aguja azul en la región central de Venezuela. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 30: 436-439.
- GEHRINGER, J.W. 1956. Observations of the development of the Atlantic sailfish *Istiophorus americanus* (Cuvier), with notes of an unidentified species of istiophorid. Fish. Bull. 57: 139-171.
- HAZIN, F.H., R. Lessa, A.F. de Amorim, C.A. Arfelli and J.N. Antero da Silva. 1994. Sailfish (*Istiophorus platypterus*) fisheries off Brazilian coast by national and leased longliners (1971-1991). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 41: 199-207.
- HEDGEPEETH and J.W. Jolley. 1983. Age and growth of sailfish, *Istiophorus platypterus*, using cross sections from the fourth dorsal fin spine. Pages 131-135 in E. D. Prince and L. M. Pulos eds. Proceed. Intl. Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. NOAA Tech. Rep. NMFS 8, 211 p.
- HERNANDEZ, A. and M. Ramírez. 1998. Spawning seasonality and length at maturity of sailfish (*Istiophorus platypterus*) off the Pacific coast of Mexico. Bull. Mar. Sci., 63: 459-467.
- HOOLIHAN, J.P. 2005. Horizontal and vertical movements of sailfish (*Istiophorus platypterus*) in the Arabian Gulf, determined by ultrasonic and pop-up satellite tagging. Mar. Biol., 146: 1015-1029.
- HOOLIHAN, J.P. 2006. Age and growth of Indo-Pacific sailfish, *Istiophorus platypterus*, from the Arabian Gulf. Fish. Res., 78: 218-226.
- HOLLAND, K. 2003. A perspective on billfish biological research and recommendations for the future. Mar. Freshwater Res., 54: 343-348.
- IDRISI, N., T. Capo, S. Luthy and J. Seraphy. 2002. Behaviour, oxygen consumption and survival of stressed juvenile sailfish (*Istiophorus platypterus*) in captivity. Mar. Fresh. Behav. Physical. 36: 51-57.

- JOLLEY, J.W. 1977. The biology and fishery of Atlantic sailfish *Istiophorus platypterus*, from south-east Florida. Florida Marine Research Publication 28, 31 p.
- JOLLEY, J.W. and E.W. Irby. 1979. Survival of tagged and released Atlantic sailfish (*Istiophorus platypterus*: Istiophoridae) determined with acoustical telemetry. Bull. Mar. Sci., 29: 155-169.
- JUNIOR, T.V., C.M. Vooren and R.P. Lessa. 2004. Feeding habits of four species of Istiophoridae (Pisces:Perciformes) from northeastern Brazil. Environ. Biol. Fish., 70: 293-304.
- LIMOZY, C. y P. Cayre. 1981. Pêche et aspects de la biologie du voilier de l'Atlantique (*Istiophorus platypterus*) sur les côtes Sénégalaises. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 15: 361-371.
- LUTHY, S. A. 2004. Billfish larvae of the Straits of Florida. PhD Thesis presented at the University of Miami, 112 p.
- LUTHY, S.A., R.K. Cowen, J.E. Serafy and J.R. McDowell. 2005. Toward identification of larval sailfish (*Istiophorus platypterus*), white marlin (*Tetrapturus albidus*), and blue marlin (*Makaira nigricans*) in the western North Atlantic Ocean. Fish. Bull. 103: 588-600.
- MCDOWELL, J.R. y J.E. Graves. 2002. A genetic perspective on Atlantic sailfish stock structure. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54: 805-810.
- MOHAMMED, E., C. Parker and S. Willoughby. 2003. Barbados: Reconstructed fisheries catches and fishing effort, 1940-2000. Fisheries Centre Research Reports. Fisheries Centre, University of British Columbia, Canada. Vol. 1(6): 45-66.
- NAKAMURA, I. 1985. An annotated and illustrated catalogue of marine sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO Species Catalogue Vol. 5. Billfishes of the World. FAO Fish. Synop. No.125: 65pp.
- N'GORAN, Y.N., J.B. Amon-Kothias, y F.X. Bard. 2001. Captures d'Istiophorides (voilier *Istiophorus albicans*, marlin bleu *Makaira nigricans*, marlin blanc *Tetrapturus albidus*) et effort de pêche des filets maillants dérivants operant en Côte d'Ivoire. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 53: 272-280.
- ORTIZ, M., E. D. Prince, J. E. Serafy, D. B. Holts, K. B. Dary, J. G. Pepperell, M. B. Lowry and J. C. Holdsworth. 2003. Global overview of the major constituent-based billfish tagging programs and their results since 1954. Mar. Freshwater Res., 54: 489-507.
- POST, J.T., J. Serafy, J. Ault, T. Capo, and D. de Sylva. 1997. Field and laboratory observations on larval Atlantic salifish (*Istiophorus platypterus*) and swordfish (*Xiphias gladius*). Bull. Mar. Sci., 60: 1026-1034.
- PRAGER M.H., D.W. Lee and E.D. Prince. 1994. Length and weight conversion equations for Atlantic blue marlin, white marlin, and sailfish from the North Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 41: 325-330.
- PRAGER M.H., D.W. Lee and E.D. Prince. 1995. Empirical length and weight conversion equations for blue marlin, white marlin, and sailfish from the North Atlantic. Bull. Mar. Sci., 56: 201-210.
- PRINCE, E.D. and D.W. Lee. 1989. Development of length regressions for Atlantic Istiophoridae. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 30: 364-374.
- PRINCE, E.D., D.W. Lee, C.A. Wilson and J.M. Dean. 1986. Longevity and age validation of a tag-recaptured Atlantic sailfish, *Istiophorus platypterus*, using dorsal spines and otoliths. Fish. Bull. 84: 493-502.
- PRINCE, E.D. and C.P. Goodyear. 2006. Hypoxia-based habitat compression of tropical pelagic fish. Fish. Oceanogr., doi:10.1111/j.1365-2419.2006.oehold999.x.
- SATO, K., K. Yokawa, H. Saito, H. Matsunaga, H. Okamoto, Y. Uozumi. 2004. Preliminary stomach contents analysis of pelagic fish collected by Shoyo-Maru 2002 research cruise in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56: 1096-1114.
- UEYANAGI, S., S. Kikawa, M. Uto and Y. Nishikawa. 1970. Distribution, spawning, and relative abundance of billfishes in the Atlantic Ocean. Bull. Far. Seas Fisheries Research Laboratory 3: 15-45.
- VOSS, G.L. 1972. A survey of the biology of the sailfish, *Istiophorus platypterus*, from the western Atlantic. Proc. 15th Annual Intl. Game Fish Research Conf., 1-13 p.