



CHAPITRE 2.1.4: GERMON	AUTEUR : AZTI	DERNIÈRE MISE À JOUR : 8 oct. 2004
---	--------------------------------	---

2.1.4 Description du germon (ALB)

1. Noms

1.a. Classification et taxonomie

Nom de l'espèce : *Thunnus alalunga* (Bonnaterre 1788)
Synonymes : *Germo alalunga* (Jordan et Evermann 1896)
Code espèce ICCAT : ALB
Noms ICCAT : Germon (français), Albacore (anglais), Atún blanco (espagnol)

Selon Collette et Nauen (1983), le germon est classé comme suit :

- Embranchement : Chordés
- Sous-embranchement : Vertébrés
- Super-classe : Gnathostomes
- Classe : Ostéichthyens
- Sous-classe : Actinoptérygiens
- Ordre : Perciformes
- Sous-ordre : Scombroïdes
- Famille : Scombridés
- Tribu : Thunnini

1.b. Noms communs

La liste des noms vernaculaires selon l'ICCAT et la Fishbase (www.fishbase.org) est présentée ci-dessous. Les noms suivis d'un astérisque (*) correspondent à des noms standard nationaux fournis selon une étude menée par l'ICCAT. Cette liste n'est pas exhaustive et certains noms locaux pourraient ne pas y être inclus.

Afrique du Sud : Albacore, Albakoor, Langvin tuna, Longfin tuna, Longfin tunny*
Albanie : Ton pendgjate
Allemagne : Germon, Thun, Thunfisch*, Weisser Thun
Angola : Avoador
Antilles néerlandaises : Buni habrikos
Argentine : Albacora
Australie : Albacore tuna, Longfin tuna
Açores (Îles) : Voador
Barbade : Bonito
Bénin : Gégú*, Guégou
Brésil : Albacora, Albacora branca*, Albacorinha, Alvacora, Atum, Atum branco, Bandolim, Carorocatá, Carorocoatá,
Canada : Albacore*, Longfin tuna, Atlantic Albacore, Longfinned albacore, Longfin, Tuna
Québec canadien : Germon, Germon Atlantique
Cap-Vert : Asinha, Atum voador, Atum branco, Atum-de-galha-comprida, Peixe-maninha
Chili : Atún de aleta larga
Colombie : Albacota
Corée : Nal-gae-da-raeng-i
Côte d'Ivoire : Germon
Cuba : Albacora

Danemark : Albacore, Hvid tun, Tun
Équateur : Atún, Sierra
Espagne : Albacora, Atún, Atún blanco*, Barrilote, Bonito del Norte, Hegaluze
États-Unis : Albacore, Longfin tuna
Finlande : Valkotonnikala
France : Germon*, Thon Blanc
Grèce : Tónnos, Tonnos macropteros, Tónnos macropyteros*, Tonos makrofteros, Tounnaki
Hawaï : Ahí pahala, Albacore fish, Long-finned tuna
Îles du Pacifique : Aáhi taria
Inde : Albacore
Israël : Garmon
Italie : Aalunga, Alalunga, Alalungu, Alalunga, Alilonga, Lalonga, Liccia, Tonno*, Tonno bianco,
Japon : Binchô, Binnaga*, Tonbo
Kenya : Jodari
Liban : T'oûn abyadh
Malte : Alalunga, Alonga, Tonn sekond
Mariannes du Nord : Tárákapw
Maroc : Germon
Martinique : Germon, Ton blan,
Mexique : Albacora, Atún blanco
Micronésie : Albacore, Taguw, Taguw peras, Taguw tangir,
Monaco : Ara lunga
Namibie : Albakoor, Germon, Langflossenthun, Tuna
Norvège : Albakor, Stjørje
Nouvelle-Zélande : Albacore, Albacore tuna
Oman : Guiad, Jaydher
Panama : Albacora
Papouasie-Nouvelle Guinée : Albacore
Pays-Bas : Tonijn, Witte tonijn
Pérou : Alalunga, Albacora, Atún de aleta larga
Philippines : Albacore, Albakora, Bayot, Bulis, Iliwon, Karaw, Kiyawon, Tulingan
Pologne : Germon, Tunczyk bialy
Polynésie française : Ikai pererau roa
Portugal : Voador*, Atum Branco, Atum de barbatana comprida, Ilhéu, Albacora, Àsinha, Atum, Atum voador
Porto Rico : Albacora
République dominicaine : Albacora
Roumanie : Ton alb, Ton cu inotatoare lungi
Royaume-Uni : Albacore, Albacore tuna, Longfin tunny
Sainte-Hélène : Bastard Albacore
Samoa : Apakoa
Sénégal : Bonette
Serbie : Bijeli tunj, Dugoperajni tunj, Silac, Tuna
Sierra Leone : Albacore tuna
Somalie : Jodari
Suède : Albacor, Albacora, Albakore, Långfenad tonfisk, Tonfisk, Vit tonfisk
Taïpei chinois : Chang chi we*
Tahiti : A'ahí tari'a
Tanzanie : Jodari
Trinité-et-Tobago : Albacore, Bonito
Tunisie : Ghzel
Turquie : Akorkinoz baligi, Ton baligi, Yazili orkinos
Uruguay : Albacora
URSS (anciennement) : Albakor, Al'bakor, Belokrylyj tunets, Belyj tunets, Dlinnoperyi tunets, Dlinnokryli tunets
Venezuela : Albacora*, Barrilote, Atún blanco
Vietnam : Cá ngừ vây dài

2. Identification

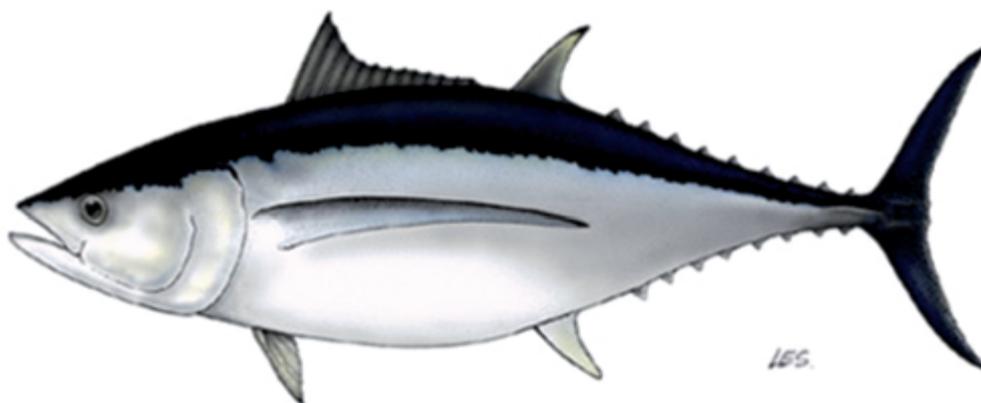


Figure 1. Dessin d'un germon adulte par Les Gallagher (Les Gallagher : fishpics & ImagDOP Université des Açores)

Caractéristiques de *Thunnus alalunga* (voir Figure 1 et Figure 2)

Le germon est une des plus petites espèces de thonidés. Collette et Nauen (1983) ont établi la taille maximale de cette espèce à 127 cm et Le Gall (1974) a estimé qu'elle pouvait atteindre une taille maximale de 130 cm dans l'Atlantique.

En ce qui concerne l'âge, Le Gall (1974) a estimé une longévité théorique de 15 ans, même si des expériences de marquage ont montré que le plus vieux germon récupéré n'avait pas atteint l'âge de 10 ans.

Externes :

- Corps allongé, fusiforme et robuste couvert d'écailles cycloïdes.
- Nageoires pectorales allongées (représentant 30 % de la longueur fourche ou même davantage chez les poissons de plus de 50 cm) allant jusqu'aux pinnules de la deuxième nageoire dorsale (ou au-delà de la deuxième nageoire dorsale). Elles sont cependant relativement courtes chez les individus de moins de 30 cm. Le germon est souvent confondu avec le juvénile de *T. obesus* qui possède également de grandes nageoires pectorales mais dont les extrémités sont arrondies.
- L'absence de rayures et de taches différencie le germon des autres thonidés.
- Le pédoncule caudal est mince et comporte une quille de chaque côté.
- La nageoire caudale est relativement courte, large et en demi-lune, avec un étroit bord postérieur blanc, qui est propre à cette espèce.
- Hauteur maximale au niveau ou juste avant la deuxième nageoire dorsale, point situé plus en arrière que chez les autres thonidés. Deuxième nageoire dorsale clairement plus basse que la première nageoire dorsale.
- La deuxième nageoire dorsale et la nageoire anale sont formées par des rayons mous. Les nageoires pectorales sont courtes.
- Existence d'un total de 11-14 rayons durs et de 12-16 rayons mous sur les nageoires dorsales ; 0-0 rayon dur et 11-16 rayons mous sur la nageoire anale.
- Vertèbres : 18 précaudales et 21 caudales.
- Branchiospines sur le premier arc branchial : 25-31, de forme lancéolée.

Coloration :

- Dos bleu foncé métallique et ventre blanc argenté ; existence d'une bande latérale d'un bleu brillant le long des flancs chez les spécimens vivants.
- Première nageoire dorsale jaune vif, deuxième nageoire dorsale et nageoire anale jaune clair, pinnules anales foncées. Bord postérieur de la nageoire caudale de couleur blanche.

Internes :

- Foie strié sur la surface ventrale (réseau vasculaire), divisé en trois lobes dont le central est le plus développé.
- Présence d'une vessie natatoire peu développée, pas visible chez les poissons de moins de 50 cm de longueur fourche.

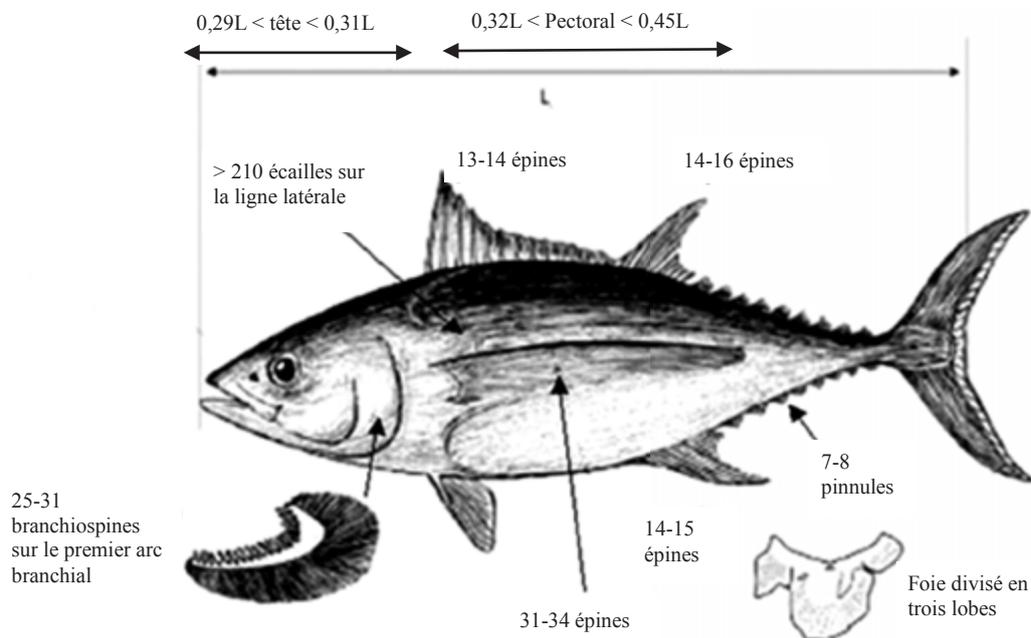


Figure 2. Synthèse des principales caractéristiques de *Thunnus alalunga* selon Santiago (2004).

Caractéristiques externes des larves de germon

- Les larves avec sac vitellin ont une longueur fourche d'environ 2,5 mm.
- Contrairement aux autres thonidés, les larves de germon se caractérisent par l'absence de pigment dans la région caudale (Nishikawa et Rimmer 1987).
- La tête est grande, représentant 47 % de la longueur standard (Dicenta 1975), et est pigmentée sur la partie centrale.
- Les dents sont fortement incurvées dans la partie distale.

3. Biologie et études de la population

3.a. Préférences en matière d'habitat

Le germon étant une espèce océanique épi et mésopélagique, il s'approche rarement des côtes et préfère les eaux profondes et ouvertes.

La **température** est un des principaux facteurs environnementaux qui déterminent la distribution du germon. Malgré les adaptations physiologiques communes aux autres thonidés (voir le chapitre sur la physiologie) qui leur permettent une certaine thermorégulation, le germon est une espèce tempérée qui préfère des eaux plus froides que les espèces plus tropicales comme l'albacore.

La préférence thermique du germon a été établie dans une plage de température de 10 – 20 °C (Graham et Dickinson 1981, Laurs et Lynn 1991), bien qu'il soit capable de supporter pendant de courtes périodes des températures situées hors de cette plage. La **Figure 3** montre la distribution des zones favorables au germon dans l'Atlantique Nord.

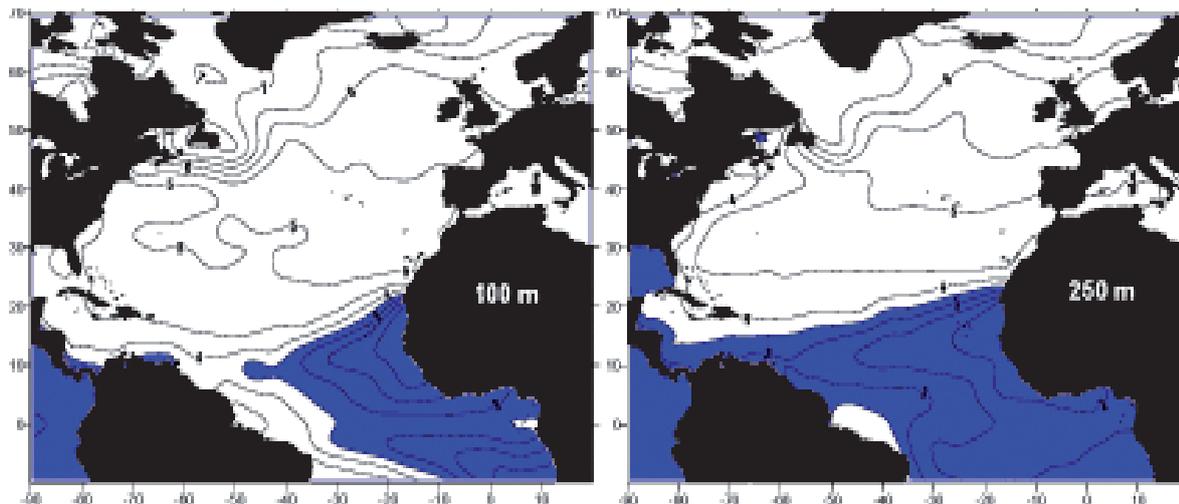


Figure 3. Température moyenne annuelle (°C) à 100 m et à 250 m de profondeur dans l'Atlantique Nord. Les zones en bleu ne sont pas favorables au germon (d'après Da Silva *et al.* 1994).

Le germon a été observé principalement dans les plages de température comprises entre 14 °C et 20 °C au large de l'Amérique du Nord (Johnson 1961, cité par Penney *et al.* 1998), entre 16 °C et 21 °C dans l'Atlantique du Nord-est (Santiago 2004) et entre 16 °C et 20 °C au large de l'Afrique du Sud (Talbot et Penrith 1962, cité par Penney *et al.* 1998). Ces préférences thermiques semblent faire office de barrière aux déplacements de germons appartenant à différentes régions et à des populations séparées telles que les stocks nord-atlantique et sud-atlantique et les populations de l'océan atlantique et de l'océan indien (Penney *et al.* 1998).

La recherche de la température optimale semble être la raison qui pousse le germon à effectuer des migrations verticales périodiques en passant des eaux chaudes de la surface aux eaux plus froides des profondeurs. Ces déplacements verticaux ont été observés par télémétrie acoustique (Lauris *et al.* 1980, Lauris et Lynn 1991) dans l'océan pacifique nord-oriental, où des individus de 3 à 5 ans ont passé 80 % de leur temps à 100 m de profondeur, autour de la thermocline, et ne se sont déplacés que de façon occasionnelle à la couche superficielle ou dans des eaux plus profondes (Lauris *et al.* 1980). On a également observé que le germon effectue des migrations verticales plus étendues pendant le jour que pendant la nuit.

La distribution de la **profondeur** a été observée à 450 m dans l'océan Pacifique par Bard *et al.* (1999). D'autres auteurs ont estimé que le germon évolue dans le Pacifique entre 0 et 380 m (Bertrand *et al.* 2002).

La vessie natatoire a une croissance allométrique et atteint son développement définitif à des tailles de 80-90 cm (Gibbs et Collette 1967). Elle n'est donc pleinement fonctionnelle que chez les pré-adultes ou les adultes, et les jeunes germons ont de la peine à contrôler leur flottabilité. Ceci implique que plus l'individu est jeune, moins il est capable de se déplacer verticalement dans la colonne d'eau.

Comme les jeunes individus possèdent un système d'échange de chaleur moins efficace que celui des adultes et ne sont pas capables d'ajuster leur profondeur, ils semblent être condamnés à rester dans les eaux superficielles tandis que les adultes peuvent évoluer dans les eaux plus profondes. Cette caractéristique anatomique a des conséquences importantes pour le type de pêcheries à mettre en oeuvre : les flottilles utilisant des engins de surface viseront les juvéniles, tandis que les palangriers cibleront les adultes.

Oxygène dissous : les taux métaboliques élevés des thonidés impliquent une haute consommation d'oxygène. Graham *et al.* (1989) ont estimé que la concentration minimale d'oxygène de cette espèce se situe à 3,7 ml/l (98 mmHg, 64 % de saturation à 15 °C). Ces niveaux de tolérance font en sorte que de vastes secteurs de l'Atlantique oriental, situés au sud de 20° N et s'étendant vers le Brésil, ne sont pas favorables au germon à des profondeurs de plus de 100 m. À 250 m de profondeur, cette zone s'étend plus loin vers l'ouest et atteint les côtes sud-américaines (voir **Figure 4**).

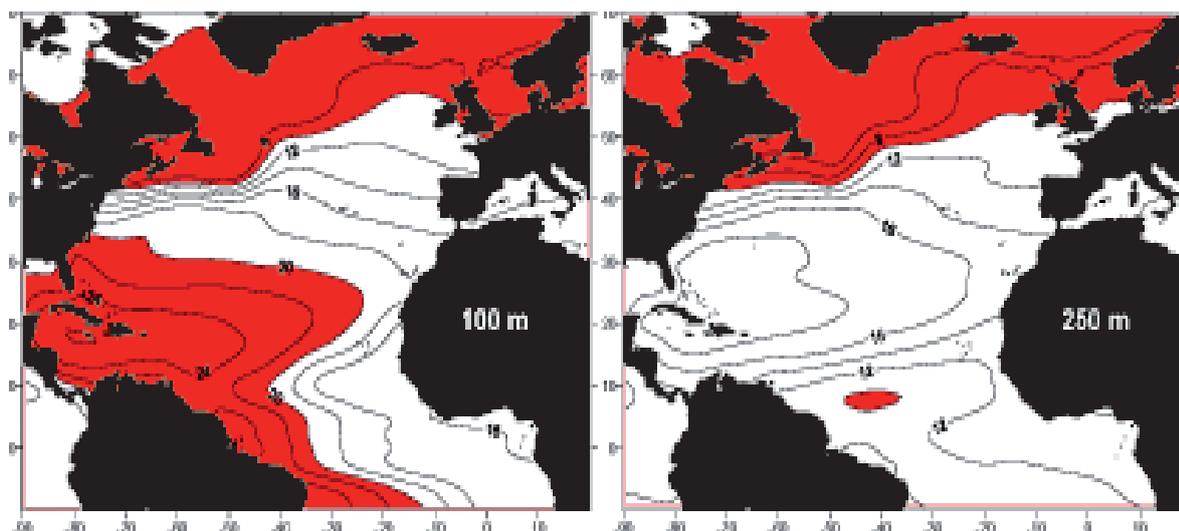


Figure 4. Moyenne annuelle d'oxygène dissous (ml/l) à 100 m et à 250 m de profondeur dans l'Atlantique Nord. Les zones en rouge ne sont pas favorables au germon (d'après Da Silva *et al.* 1994).

3.b. Croissance

La détermination de l'âge et la croissance du germon nord-atlantique ont été étudiées à l'aide de différentes méthodologies (otolithes, écailles, vertèbres, épines, analyse des fréquences de taille et marquage). Les résultats varient selon les auteurs et les méthodologies utilisées (Santiago 2004). Le modèle de croissance adopté par l'ICCAT pour le germon nord-atlantique a été obtenu par Bard (1981) à partir d'analyses des épines. Ceci dit, lorsqu'il s'agit de transformer la prise par taille en prise par âge, l'ICCAT applique l'équation dérivée des analyses de fréquence de taille en utilisant le Multifan (Anon. 1996), qui prédit des moyennes de tailles par âge semblables. Santiago (2004) a proposé récemment un nouveau modèle de croissance en intégrant des informations relatives aux épines et au marquage ($L_{\infty}=122.198$; $K=0.209$; $t_0=-1.338$).

Dans l'Atlantique du Sud, Lee et Yeh (1993) ont estimé une courbe de croissance en utilisant des épines, mais l'ICCAT a également utilisé par le passé l'équation de croissance de Bard (1981) pour le stock nord-atlantique. Lee et Yeh (2007) ont présenté une courbe de croissance révisée basée sur le comptage journalier des anneaux d'otolithes, lequel a été adopté pour être utilisé par l'ICCAT aux fins de la transformation de la prise par taille en prise par âge. Les paramètres estimés des modèles de croissance de von Bertalanffy adoptés par l'ICCAT sont indiqués dans le **Tableau 1**.

Quant au germon de la Méditerranée, une récente étude globale fondée sur la lecture de 1 136 épines de germon entre 57 et 92 cm de LF a donné les estimations suivantes des paramètres de croissance de von Bertalanffy : $L_{\infty} = 94.7$ cm ; $k=0.258$ y^{-1} ; $t_0 = -1.354$ y (Megalofonou, 2000).

Tableau 1. Paramètres de croissance utilisés par l'ICCAT pour le germon de l'Atlantique Nord et Sud (L_{∞} en cm, K en y^{-1} , t_0 en y , $Av.\sigma$ en cm).

Estimations des paramètres	Référence	N	Taille (cm)	FL	Méthodologie	Stock
$L_{\infty}= 124.74$; $k= 0.23$; $t_0= -0.9892$	Bard (1981)	352	46-113		Épines	Atlantique Nord
$L_{\infty}= 122.8$; $k= 0.217$; $p=8$; $Av.\sigma = 3.593$; Ratio $\sigma= 1.391$	Anon. (1996)				Fréquence de taille (Multifan)	Atlantique Nord
$L_{\infty}=124.74$; $k= 0.23$; $t_0= -0.9892$	Bard (1981)	352	46-113		Épines	Atlantique Sud
$L_{\infty}=142.28$; $k=0.145$; $t_0= -0.674$	Lee et Yeh (1993)	353	85-117		Épines	Atlantique Sud
$L_{\infty}= 94.7$; $k=0.258$; $t_0= -1.354$	Megalofonou (2000)	1136	57-92		Épines	Méditerranée
$L_{\infty}= 147.5$; $k=0.126$; $t_0= -1.89$	Lee et Yeh (2007)	377 159	51-130 81-117		Epines Vertèbres	Atlantique Sud

* $Av.\sigma$ est l'écart-type moyen de la taille autour de la taille par âge prédit par l'équation de Von Bertalanffy (Fournier *et al.* 1990)

*Ratio σ est le σ du dernier âge divisé par le σ du premier âge (Fournier *et al.* 1990)

3.c. Relation taille-poids

La relation générale taille-poids ($a=6.303 \times 10^{-6}$, $b=3.2825$) que l'ICCAT a utilisée jusqu'en 1993 était celle qu'avait développée Beardsley (1971) et qui se fondait sur des poissons entre 60 et 115 cm de LF. Le premier Atelier ICCAT sur le Germon (Anon. 1990) recommanda cependant la nécessité de construire et de documenter de façon appropriée de nouvelles relations spécifiques des zones en se fondant sur une classe de taille plus large. Les nouvelles relations taille-poids adoptées par l'ICCAT pour les stocks du Nord, du Sud et de la Méditerranée sont indiquées dans le **Tableau 2**.

Par ailleurs, on a déclaré récemment certaines relations taille-poids pour le germon de la Méditerranée (Di Natale *et al.* 2005).

Tableau 2. Différentes relations taille-poids du germon utilisées actuellement par l'ICCAT.

Équation	Référence	N	Taille FL (cm)	Stock
$W=1.339 \times 10^{-5} \times FL^{3.1066}$	Santiago (1993)	714	42-117	Atlantique Nord
$W=1.3718 \times 10^{-5} \times FL^{3.0793}$	Penney (1994)	1008	46-118	Atlantique Sud
$W=3.119 \times 10^{-5} \times FL^{2.88}$	Megalofonou (1990)	1742	55-89	Méditerranée

3.d. Maturité

On constate, de façon générale, que la maturité sexuelle du germon de l'Atlantique a fait l'objet d'un nombre limité d'études exhaustives. Lam Hoai (1970) estimait que la première maturité sexuelle était atteinte à une taille de 75-85 cm LF, tandis que Hayasi *et al.* (1972) postulait que la maturité sexuelle avait lieu à une taille de 85 cm (autour de 13 kg). On estime aujourd'hui que 50 % des poissons sont matures à 90 cm ou à l'âge 5 (Bard 1981), pour le germon de l'Atlantique Nord et Sud, et à 62 cm pour le germon de la Méditerranée (**Tableau 3**, Arena *et al.* 1980).

Tableau 3. Maturité sexuelle postulée à l'ICCAT pour les stocks de germon de l'Atlantique et de la Méditerranée.

Maturité	Référence	Stock
50 % des poissons sont matures à 90 cm (âge 5)	Bard (1981)	Atlantique Nord
50 % des poissons sont matures 90 cm (âge 5)	Bard (1981)	Atlantique Sud
50 % des poissons sont matures à 62 cm	Arena <i>et al.</i> (1980)	Méditerranée

3.e. Sex-ratio

Foreman (1980), pour les thonidés du Pacifique, et Bard (1981), pour les thonidés de l'Atlantique, signalent que le sex-ratio présenté par ces thonidés avant d'atteindre la maturité sexuelle est de 1:1.

Ceci étant, on a observé une prédominance des mâles dans les classes d'âge supérieures pour le *Thunnus alalunga* ainsi que pour d'autres espèces. La proportion des mâles s'élève au fur et à mesure qu'augmente la taille des poissons jusqu'à une taille qui ne contient plus aucune femelle.

Bard (1981) a conclu que cette situation était due à une croissance et à une mortalité différentielles. Lorsque la maturité sexuelle est atteinte, le pourcentage de femelles par taille diminue fortement, ce qui donne lieu à une prédominance marquée des mâles chez les individus de plus de 85 cm. Les tailles supérieures à 100 cm LF ne contiennent pratiquement pas de femelles (Postel 1964, Bard 1981).

Megalofonou (1990), dans la mer Égée, a obtenu un sex-ratio (femelle/mâle) de 1:2,1 pour la classe de taille de 54 à 89 cm LF.

3.f. Reproduction et premiers stades du cycle vital

A l'instar des autres thonidés, le germon ne présente pas de dimorphisme sexuel apparent qui impliquerait un patron de couleur ou des caractères morphologiques externes.

Ponte

Il y a des géniteurs à pontes multiples qui, lors de différentes pontes, déversent des lots d'ovocytes hydratés directement dans la mer où ils seront fertilisés.

Il existe une relation étroite entre la ponte et la température de surface de la mer : il semble que des températures de plus de 24 °C et une thermocline profonde stimulent la maturation et l'activité reproductrice des thonidés. La ponte est apparemment synchronisée avec de hautes températures afin de favoriser la croissance des œufs et des larves.

Le germon fraie en général dans son environnement habituel. Les zones de frai de cette espèce dans l'Atlantique se trouvent dans les régions subtropicales occidentales des deux hémisphères et dans la mer Méditerranée.

Les lieux de ponte du stock nord-atlantique se situent au large du Venezuela, dans la mer des Sargasses (Le Gall 1974, Nishikawa *et al.* 1985) et dans le Golfe du Mexique (Richards 1969, 1984). Dans l'Atlantique Sud, le germon fraie au large de la côte orientale du Brésil pendant l'été austral (Beardsley 1969, Koto 1969). En ce qui concerne la Méditerranée, plusieurs auteurs ont trouvé des larves à plusieurs endroits du bassin (Dicenta 1975, Lalami *et al.* 1973, Piccinetti et Manfrin 1993, García *et al.* 2002).

Le frai se déroule pendant la période comprise entre le printemps et l'été austral et boréal. Dans l'Atlantique Nord, la reproduction s'étend d'avril à septembre et on trouve parfois certaines larves même en hiver (Richards 1969, 1984), bien que l'activité maximale de reproduction ait lieu en juillet.

Le frai nocturne semble être une pratique courante chez les scombridés (ainsi que dans d'autres groupes de poissons), bien que ce phénomène n'ait pas été démontré chez le germon (étudié par Schaefer 2001).

Œufs et larves

Postel (1964) a estimé la fécondité du germon à 2 à 3 millions d'œufs par femelle.

Les œufs sont pélagiques, sphériques et transparents. Ils sont plus petits que ceux d'autres thonidés comme le *Thunnus thynnus*, ont un diamètre de 0,84-0,94 mm et contiennent un globule huileux de 0,24 mm de diamètre. Le vitellus est homogène (Sanzo 1933).

Les larves pourvues de leur sac vitellin mesurent en général 2,5 mm à l'éclosion. Elles se distinguent des autres thonidés par l'absence de pigment dans la région caudale (Nishikawa et Rimmer 1987).

Recrutement

Les premiers stades du cycle vital des thonidés restent peu connus. On a postulé que la période larvaire est courte. Le début de la période juvénile a été établi de façon arbitraire à partir des tailles qui échappent aux filets à plancton, soit vers 2 cm (Bard 1981).

De 2 à 35-40 cm de LF, les juvéniles ne sont pris ni par les filets à plancton, ni par les pêcheries commerciales ou récréatives, raison pour laquelle ce stade du cycle vital reste virtuellement inconnu.

Le germon jeune (immature) n'apparaît dans les captures de surface qu'à partir de 40 cm environ de longueur fourche. À partir de cet instant, on peut aisément connaître ses mouvements migratoires en observant les pêcheries et les expériences de marquage.

3.g. Migrations

Les migrations du germon comptent parmi les plus longs déplacements réalisés par des poissons dans le monde. Bien qu'aucune migration entre le Nord et le Sud de l'Atlantique n'ait été enregistrée, on a constaté que certains germons ont migré de l'Atlantique Nord jusqu'en Méditerranée et vice-versa, et ont également réalisé des migrations transatlantiques (**Figure 5**). Les trajets migratoires du germon restent néanmoins incertains.

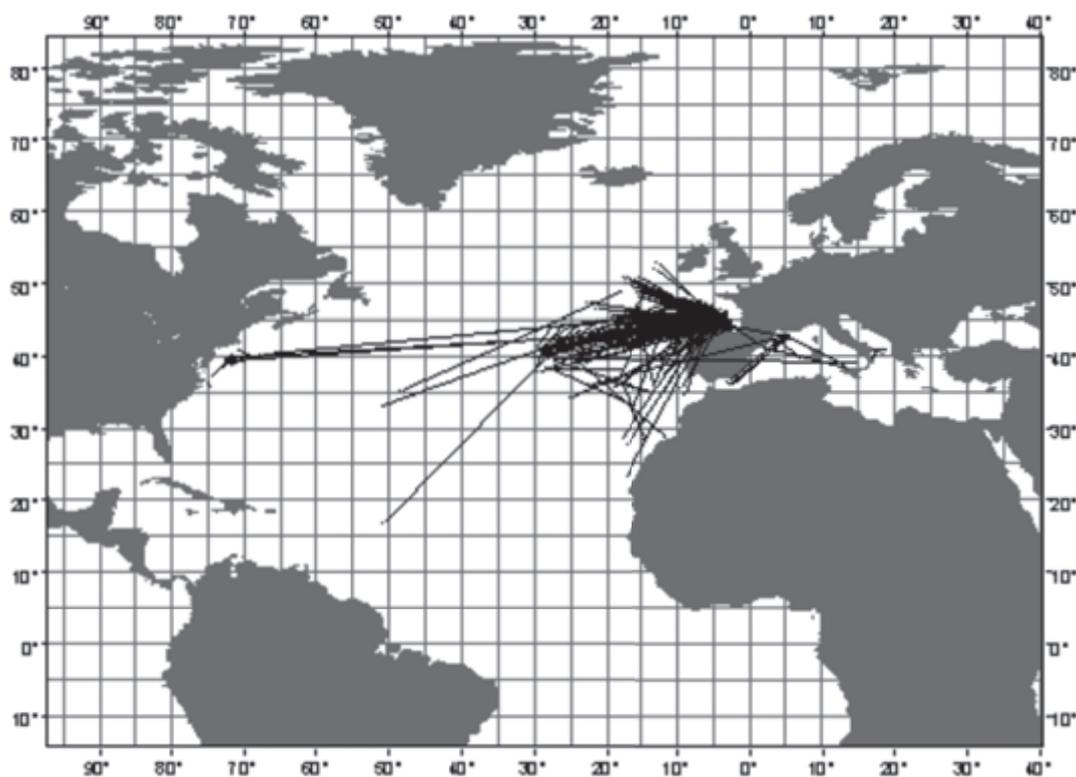


Figure 5 : Déplacement horizontal de 656 germons marqués et recapturés (Arrizabalaga *et al.* 2002).

Dans l'Atlantique Nord, les juvéniles et les adultes semblent passer l'hiver dans le secteur central de l'océan (même s'ils ont également été observés à l'est et à l'ouest). Lorsque l'eau commence à se réchauffer au printemps, le jeune germon entreprend une migration trophique (d'alimentation) en se dirigeant vers des eaux hautement productives dans le secteur atlantique nord-oriental de son aire de répartition.

En mai, les germons commencent à se concentrer dans les eaux de surface près des Açores, à 38° de latitude N, puis se déplacent vers le nord dans des eaux de 17-20 °C de température. Un ou deux mois plus tard, la population est localisée au sud-ouest de l'Irlande et dans le Golfe de Gascogne (Ortiz de Zárate et Cort 1998). Bien que certains auteurs aient émis l'hypothèse de l'existence de deux routes migratoires trophiques différentes pour le juvénile de germon, les études menées récemment n'ont pas confirmé cette hypothèse (étudié par Arrizabalaga 2003). Au début de l'automne, le germon entreprend sa migration inverse vers le milieu de l'Atlantique en passant par le sud du Portugal, les îles Canaries et les Açores.

La migration trophique se produit pendant les quatre premières années de vie du germon jusqu'à ce qu'il atteigne sa maturité sexuelle. De son côté, le germon adulte entreprend des migrations de reproduction à l'approche de l'été. Il migre vers ses lieux de ponte dans le secteur occidental de l'Atlantique Nord (au large du Venezuela et dans la mer des Sargasses) en nageant à des profondeurs de 50 à 150 m.

Le nombre d'expériences de marquage réalisées dans l'Atlantique Sud et en Méditerranée est très réduit et ne permet pas de disposer d'informations suffisantes sur les schémas migratoires du germon.

3.h. Régime alimentaire

Les germons sont de gros carnivores qui se nourrissent de façon opportuniste dans des bancs de sardines, anchois, maquereaux et calmars. D'autres auteurs ont observé que, dans l'Atlantique Nord, le régime alimentaire du germon se compose principalement de poissons, notamment de *Trachurus trachurus* (Ortiz de Zárate 1987) et, dans une moindre mesure, de crustacés (Hassani *et al.* 1997).

3.i. Physiologie

Les thons, germon compris, possèdent un système respiratoire très développé intégrant des échangeurs thermiques à contre-courant (*rete mirabile*), qui réduisent la perte de chaleur produite par leur grande activité musculaire et qui leur permettent de réguler leur température corporelle et d'accroître l'efficacité de leurs muscles.

En ce qui concerne le *Thunnus alalunga*, Graham et Dickson (1981) ont établi que c'est dans la plage de température de 11,5-18 °C que, grâce à son adaptation physiologique, le germon est capable de maintenir stable la température du muscle rouge et, dans une moindre mesure, celle du muscle blanc. À cette température ambiante, la température moyenne estimée du muscle rouge est de 20,7 °C. À l'extérieur de cette plage de température, le germon présente une plus faible capacité de thermorégulation.

En outre, le germon possède une pression artérielle et un volume sanguin supérieurs à ceux de la plupart des autres poissons (Lai *et al.* 1987).

En ce qui concerne la vitesse de nage, les juvéniles se déplacent à 57 cm/s tandis que les adultes le font à des vitesses inférieures à 45 cm/s (Dotson 1976). Leur grande activité métabolique exige une haute consommation d'oxygène. Bard (1982) a estimé que le germon ne pouvait pas supporter de vivre dans des eaux présentant une teneur en oxygène inférieure à 2,5 ml/l. Cependant, Sharp (1978) a signalé que les valeurs minimales tolérées par le germon sont de 1,67 ml/l à 50 cm et de 1,39 ml/l à 75 cm de longueur du corps.

3.j. Comportement

On observe, dans l'océan Pacifique, que des germons de taille semblable se déplacent dans des groupes de bancs qui peuvent occuper une largeur de plusieurs milles. Au début de la migration, (pendant les mois du printemps et de l'été dans l'océan Pacifique), les jeunes germons forment des groupes relativement petits, peu compacts et largement dispersés. Au fur et à mesure que la saison avance, les groupes deviennent plus compacts et intègrent un nombre croissant de bancs. Le germon le plus âgé, qui est aussi le plus sédentaire, forme normalement des groupes plus petits, plus compacts et indépendants. En général, les bancs de germons ne sont pas aussi vastes et denses que ceux des autres espèces de thonidés comme l'albacore ou le listao (Foreman 1980, Anon. 2001).

Bien que le germon puisse apparaître de façon occasionnelle avec l'une ou l'autre espèce de thonidés, les concentrations d'espèces mélangées ne sont pas aussi fréquentes que chez les thonidés tropicaux. En outre, si l'on peut trouver certains bancs à proximité d'objets flottants (Anon. 2001), l'association aux DCP n'est pas aussi forte que dans le cas des thonidés tropicaux.

Les informations disponibles concernant le comportement vertical du germon sont très limitées (Lauris *et al.* 1980, voir le point sur les préférences en matière d'habitat).

3.k. Mortalité naturelle

La mortalité naturelle est estimée à 0,3 par an pour toutes les classes d'âge et pour les stocks de l'Atlantique Nord et Sud. Les données de marquage disponibles pour le germon nord-atlantique ne permettent pas d'effectuer une estimation fiable de la M étant donné qu'elle se confond avec la migration de cette espèce à partir de la principale zone de marquage (c.à.d. le Golfe de Gascogne). Ortiz de Zárate et Bertignac (2002) ont estimé un paramètre combiné (mortalité naturelle plus migration à partir du nord-est de l'Atlantique) qui se situe entre 0,56 et 0,84. Ces estimations semblent être cohérentes avec la valeur de M postulée par l'ICCAT.

Plus récemment, Santiago (2004) a comparé les valeurs de mortalité naturelle obtenues par plusieurs auteurs. Les résultats donnaient des valeurs de 0,322 et 0,325 respectivement selon Rikhter et Efanov (1976) et Pauly (1980), tandis que la méthode de Chen et Watanabe (1988) donnait un vecteur de mortalité de (0,541 ; 0,416 ; 0,351 ; 0,311 ; 0,285 ; 0,293 ; 0,318 ; 0,348 ; 0,385 ; 0,429 ; 0,486 ; 0,560) respectivement pour les âges de 1 à 12. Ces données suggèrent qu'il y n'a pas de raison suffisante pour modifier la valeur adoptée actuellement par l'ICCAT.

3.l. Coefficients de conversion

Les bases de données et les analyses de l'ICCAT utilisent une série de formules pour convertir différents types de mesures. Dans le cas du germon, les relations sont présentées dans le **Tableau 4** (voir également le point sur la relation taille-poids).

Tableau 4. Coefficients de conversion pour le germon de l'Atlantique.

Équation	Référence	Zone géographique
$FL=3.6221 \times LD1^{0.9722}$ FL= Longueur fourche (cm) LD1= Longueur prédorsale (cm)	Bard (1981)	Golfe de Guinée

4. Distribution et exploitation

4.a. Distribution géographique

Le germon est largement distribué dans les eaux tempérées et tropicales de tous les océans, y compris de la mer Méditerranée. Son aire de répartition est comprise entre 45-50° N et 30-40° S, mais il est moins abondant dans les eaux de surface entre 10° N et 10° S (Collette et Nauen 1983). L'ampleur de cette distribution explique le nombre et la variété des pêcheries qui se sont développées dans le monde (**Figure 6**).

Les adultes (plus de 90 cm) peuplent les eaux subtropicales et tropicales, tandis que les germons immatures sont observés dans les eaux tempérées. Dans l'Atlantique, les classes de taille les plus grandes (de 80 à 125 cm) sont associées à des masses d'eau plus froides, tandis que les individus plus petits tendent à peupler des couches d'eaux plus chaudes.

Distribution dans l'océan Atlantique : à l'ouest, les pêcheries s'étendent de la Nouvelle-Écosse jusqu'au nord de l'Argentine et, à l'est, de l'Irlande jusqu'en Afrique du Sud.

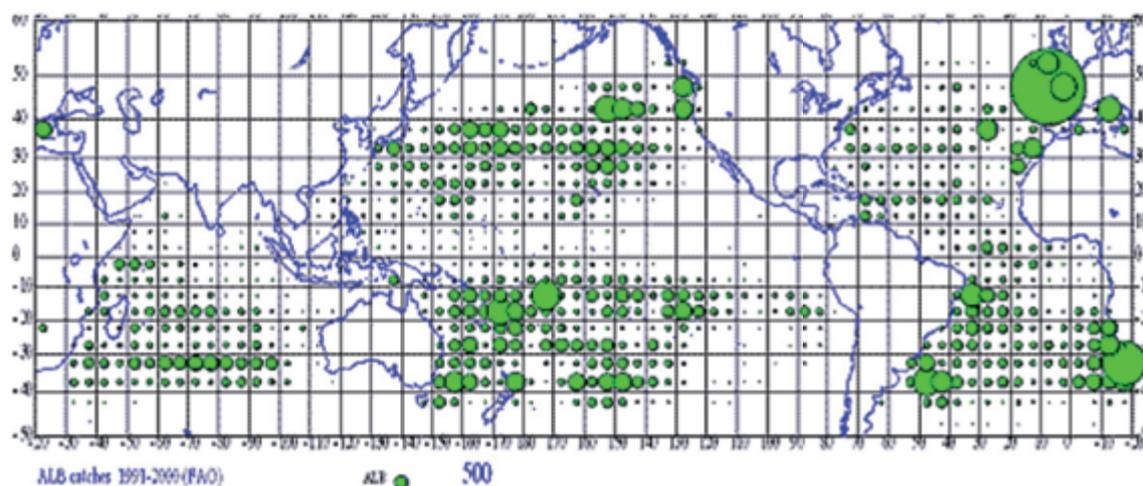


Figure 6. Distribution géographique des prises de germon déclarées entre 1991-2000 (courtoisie d'Alain Fonteneau).

4.b. Populations / structure du stock

Aux fins de gestion, l'ICCAT considère l'existence de trois stocks distincts dans l'océan Atlantique : l'Atlantique Nord, l'Atlantique Sud et la Méditerranée.

Les stocks de l'Atlantique Nord et Sud ont été séparés d'après les informations connues sur les lieux de ponte (Beardsley 1969 ; Koto 1969), la distribution spatiale des adultes (Shiohama 1971, Uozumi 1996) et des larves (Ueyanagi 1971) et les analyses morphométriques (Ishii 1965). On a confirmé par la suite, de façon génétique, l'existence de deux populations différentes en utilisant des microsattellites (Takagi *et al.* 2001) et les groupes sanguins (Arrizabalaga *et al.* 2004). En outre, les données de marquage n'ont pas révélé l'existence de mouvements migratoires entre les deux hémisphères.

Les stocks de l'Atlantique Nord et Sud sont séparés actuellement par le parallèle 5° N. Des analyses génétiques menées récemment sur le germon du Golfe de Guinée (sud de 5° N) ont montré plus de similitude avec le germon du nord qu'avec le germon du sud (Arrizabalaga *et al.* 2004), et le germon est capturé comme prise accessoire sous les latitudes équatoriales par les pêcheries de senneurs visant les thonidés tropicaux. Ceci dit, il a été démontré que la perception de l'état des stocks ne varie pas de façon significative selon que l'on adopte l'hypothèse de la délimitation des stocks ou celle de la migration interstock (Arrizabalaga 2003).

Bien que certains auteurs indiquent qu'il pourrait exister plus d'une sous-population (probablement deux) dans la zone nord-atlantique, l'absence de preuves scientifiques suffisantes empêche de confirmer cette hypothèse et nous oblige à nous en tenir à l'existence d'une seule population (étudié par Arrizabalaga 2003).

On estime que le stock nord est indépendant du stock méditerranéen en raison de l'existence d'une zone de ponte indépendante dans la Méditerranée (Dicenta 1975), d'une morphométrie différente (Bard 1981), de taux de croissance différents (Megalofonou 2000), d'âges différents de première maturité (Arena *et al.*, 1980) et de la distribution larvaire (FAO 1994). Les données de marquage confirment également cette hypothèse même si l'on a observé certaines migrations interstock (Arrizabalaga *et al.* 2004).

4.c. Description des pêcheries : captures et effort

Atlantique Nord

Le stock nord est exploité par des pêcheries palangnières et de surface.

Les pêcheries de surface ciblent principalement les juvéniles et les pré-adultes (de 50 à 90 cm de LF) qui migrent en nageant dans les eaux de surface. De leur côté, les palangriers ciblent les adultes et pré-adultes (60-120 cm) qui se déplacent dans des eaux plus profondes. En ce qui concerne la distribution géographique des pêcheries, les palangriers concentrent leurs activités dans l'Atlantique central, tandis que les pêcheries de surface, qui

obtiennent actuellement la plupart des prises, opèrent principalement dans le nord-est de l'Atlantique (Anon. 2004, **Figure 7**).

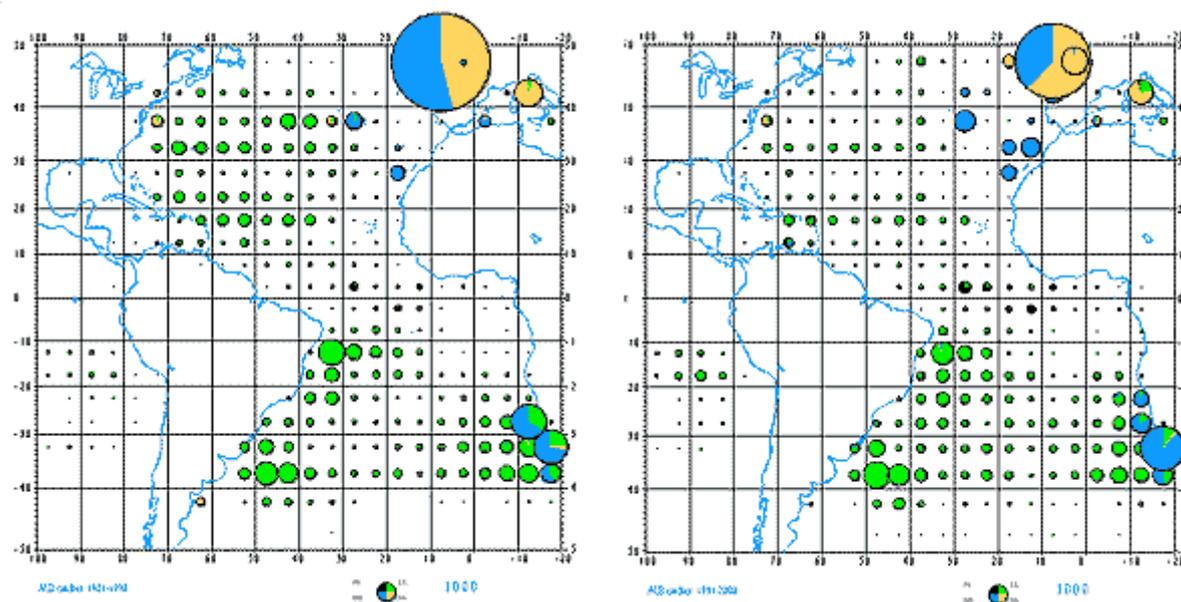


Figure 7 : Distribution des prises de germon dans l'océan Atlantique et en Méditerranée pour la période 1981-1990 (gauche) et 1991-2000 (droite) ventilée par engin : PS (senneurs), LL (palangriers), BB (canneurs) et Autres (courtoisie d'Alain Fonteneau).

Les pêcheries de surface traditionnelles comprennent les ligneurs et canneurs espagnols, qui opèrent surtout dans le Golfe de Gascogne et dans les eaux adjacentes. Les ligneurs et canneurs français avaient également une présence importante, respectivement dans les années 50-60 et 50-70. Les canneurs espagnols et portugais opérant au large des Canaries et des Açores sont des pêcheries moins importantes.

De nouveaux engins de surface, des filets dérivants et des chaluts pélagiques en paire ont été introduits en 1987 dans le Golfe de Gascogne et dans les eaux adjacentes par la CE-France. La CE-Irlande et la CE-Royaume-Uni se sont jointes à la pêche au filet dérivant au début des années 90. Cette pêche cessa d'opérer en 2002 suite à une interdiction de la CE justifiée par les incertitudes pesant sur les effets que ces engins pourraient avoir sur l'écosystème et sur la dynamique du stock de germon.

Les palangres ont été introduites dans l'Atlantique Nord en 1956 par la flottille japonaise, puis par d'autres flottilles asiatiques comme le Taïpei chinois et la Corée et, dans une moindre mesure, par le Panama, le Venezuela, Trinité-et-Tobago, Cuba et les États-Unis. Les principales flottilles palangrières (Taïpei chinois et Japon) ont changé de cible en passant au thon obèse ou se sont déplacées vers le sud, ce qui explique que le germon est capturé aujourd'hui principalement comme prise accessoire par les flottilles palangrières opérant dans le centre ou le nord-ouest de l'Atlantique Nord.

Les prises totales obtenues dans l'Atlantique Nord ont décrit une tendance à la baisse depuis le milieu des années 1960, qui est due en grande partie à la réduction de l'effort des pêcheries traditionnelles de surface (françaises) et palangrières (Taïpei chinois depuis 1987). Ceci dit, l'augmentation des prises et de l'effort des nouvelles pêcheries de surface opérant depuis 1987 a amorti cette tendance générale à la baisse.

En ce qui concerne le stock de l'Atlantique Nord, les prises ont été dominées par des individus d'environ 64 cm durant les trois périodes considérées, bien que des individus plus grands (mode d'environ 75 cm) et plus petits (mode d'environ 50 cm) constituent également une partie importante des prises (**Figure 8**). Ces modes correspondent à des poissons de 1 à 3 ans, qui sont capturés principalement par des ligneurs et des canneurs. Dans la période la plus récente, la proportion de poissons d'âge 1 a augmenté et la proportion de poissons d'âge 3 a diminué par rapport à la première période. D'autre part, les pêcheries du Taïpei chinois capturent des germons de grande taille (mode d'environ 90 cm avant 1987 avec deux pics autour de 85 et de 104 cm après 1987).

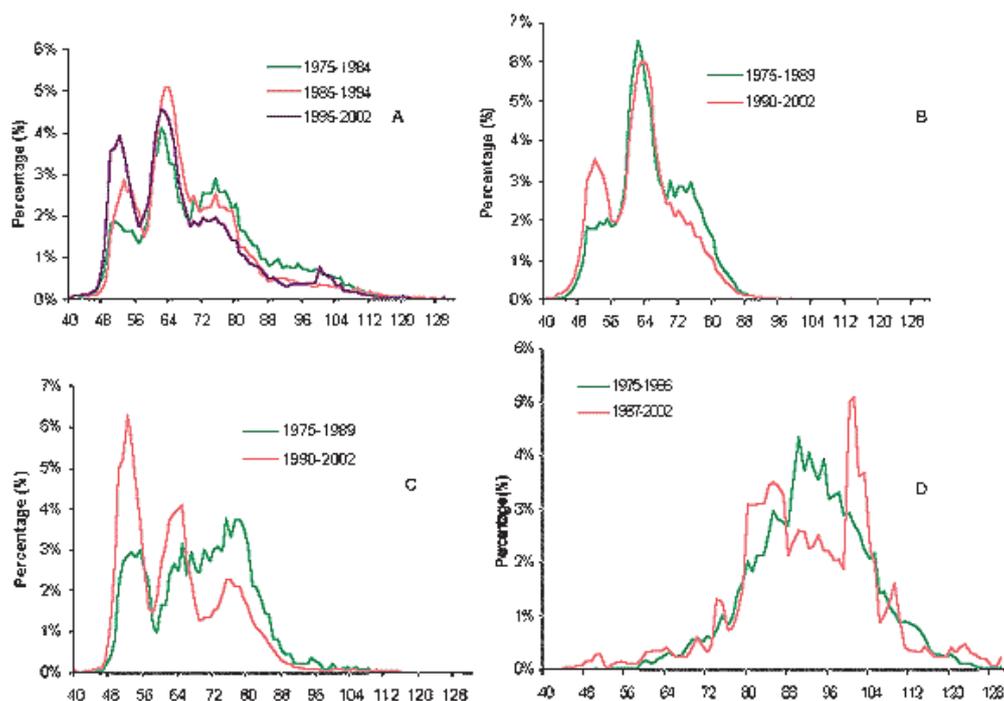


Figure 8 : Distribution de tailles des prises de germon dans le stock de l'Atlantique Nord : A) Toutes pêcheries confondues, B) Ligneurs espagnols, C) Canneurs espagnols, D) Palangriers du Taïpei chinois.

Atlantique Sud

Le stock de l'Atlantique Sud est principalement exploité par des palangriers. Les prises obtenues par les flottilles de surface n'ont jamais dépassé les 10 000 t par an. L'Afrique du Sud est le seul pays qui possède une flottille importante de canneurs dont les prises représentent 80 % des prises totales obtenues avec des engins de surface. D'autres pays comme la Namibie, le Brésil et CE-Portugal, avec des canneurs, et CE-Espagne, les États-Unis et CE-France, avec des senneurs, ciblent également le germon du sud (Anon. 2004).

Au cours des cinq dernières années, plus de 90 % du total annuel des débarquements de germon sud-atlantique ont été attribués à quatre pêcheries : les flottilles de canneurs de l'Afrique du Sud et de la Namibie et les flottilles palangrières du Brésil et du Taïpei chinois.

Les flottilles de surface ciblent uniquement le germon et principalement les juvéniles (70-90 cm de LF). Ces pêcheries opèrent de façon saisonnière, d'octobre à mai, lorsque les germons peuplent les eaux du littoral.

Les flottilles palangrières intègrent des bateaux qui ciblent le germon et des bateaux qui capturent le germon en prise accessoire dans des opérations visant l'espadon ou le thon obèse. En moyenne, les palangriers prennent des germons plus grands (60-120 cm) que les flottilles de surface. La flottille du Taïpei chinois déploie un effort considérable dans l'Atlantique Sud et les captures de germon obtenues (directement ou en prise accessoire) par cette flottille représentent environ 56 % des prises totales de germon dans l'Atlantique Sud.

Les prises des engins de surface et des palangriers sont restées relativement stables autour de respectivement 7 500 t et 20 500 t depuis les années 1995-1999. Ceci est dû en partie au fait que certains pays ont appliqué les réglementations de gestion.

En 2000, les canneurs sud-africains ont enregistré leur prise annuelle la plus faible depuis 1983, en raison de l'indisponibilité du germon dans les eaux du littoral. Les prises de germon obtenues par les palangriers brésiliens ont diminué ces dernières années suite à la réduction des palangriers congélateurs. Les palangriers espagnols, sud-africains et namibiens ont également obtenu des prises accessoires de germon qui ont augmenté de façon constante ces dernières années.

Les prises obtenues dans le stock de l'Atlantique Sud tendent à être considérables : elles se constituent pour la plupart de germon entre 70 et 90 cm dans les trois périodes considérées, même si une proportion supérieure de

plus petits poissons (moins de 65 cm) est apparue dans la dernière période (**Figure 9**). Les prises de l’Afrique du Sud affichent un pic manifeste autour de 82 cm, tandis que celles du Taïpei chinois présentent une distribution plus large des tailles avec une concentration de la plupart des poissons entre 70 et 110 cm.

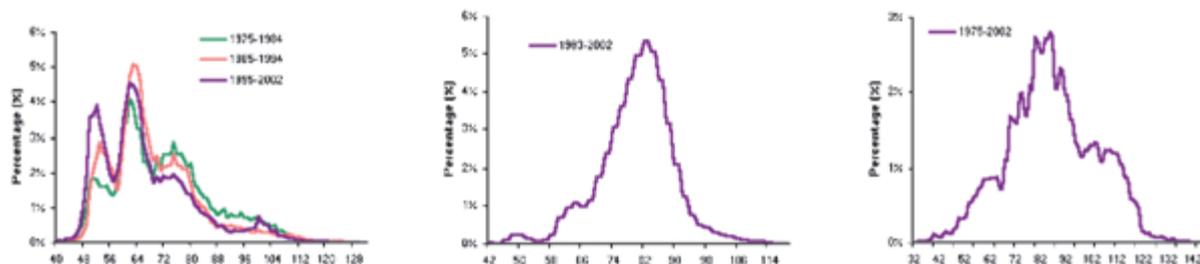


Figure 9 : Distribution des tailles (cm) des prises de germon dans l’Atlantique Sud : A) Toutes pêcheries confondues, B) Canneurs sud-africains, C) Palangriers du Taïpei chinois

Méditerranée

CE-Italie et CE-Grèce sont les principaux pays qui mènent les pêcheries ciblant le germon de la Méditerranée en utilisant le filet dérivant, la palangre et la senne. Le germon est également présent en tant que prise accessoire des senneurs français, des flottilles côtières espagnoles et de la pêche récréative. Les flottilles de surface espagnoles (ligneurs et canneurs) capturent le germon dans la Méditerranée occidentale en automne lorsque la saison est terminée dans le Golfe de Gascogne.

De façon générale, les prises de la Méditerranée sont très floues. Les estimations des captures de germon, obtenues principalement par CE-Italie et CE-Grèce, sont encore faibles (moins de 4 000 t) et ne présentent aucune tendance significative dans le temps. On constate cependant un manque d’informations concernant les prises déclarées ces dernières années par de nombreux pays.

Il n’est toujours pas possible d’estimer la tendance de l’effort de pêche des différents engins utilisés pour pêcher le germon en Méditerranée en raison de la brièveté des séries temporelles et de la mauvaise couverture des engins artisanaux.

L’information relative à la composition de la prise par taille est également très limitée.

4.d. Prise par âge

Atlantique Nord

Il est clair que les trois premiers groupes d’âge, et en particulier l’âge 2, sont ceux qui sont les plus représentés dans les prises (**Figure 10**). Il semble y avoir une diminution du nombre de poissons des âges 2 et 3 durant les deux dernières années, et une augmentation des individus des âges 1 et 4, surtout durant la dernière année. Les individus des âges 5 et supérieurs ont eu leur importance dans les prises jusqu’en 1986, date à laquelle le Taïpei chinois a cessé une grande partie de son activité ciblant cette espèce dans l’Atlantique Nord.

Atlantique Sud

Contrairement au stock de l’Atlantique Nord, l’âge 1 est à peine présent dans les prises à quelques exceptions près (par ex. 1986, 1995 ; **Figure 10**). Le reste des groupes d’âge est représenté de façon plus uniforme que dans le stock de l’Atlantique Nord. Les âges 2 à 5, en particulier les âges 3 et 4, sont les plus abondants tout au long de la période. Ceci dit, la proportion des prises de germon de l’âge 8 est assez variable et même élevée certaines années.

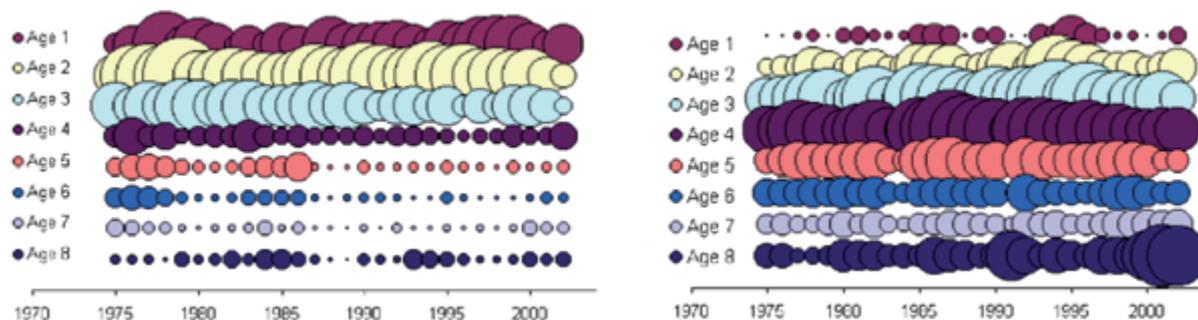


Figure 10 : Prise par âge du germon de l'Atlantique Nord (A) et Sud (B) pendant la période 1975-2002 (Anon. 2004).

5. Bibliographie

- ANON. 1990. Report of the 1989 ICCAT Albacore Workshop. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 31: 73-210.
- ANON. 1996. Report of the Final Meeting of the ICCAT Albacore Research Program. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 43: 1-140.
- ANON. 2001. Albacore, a Status Report. California Department of Fish and Game. 317-321.
- ANON. 2004. 2003 Albacore Stock Assessment Session. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 56(4): 1223-1311.
- ARENA, P., A. Potosci, A. Cefali. 1980. Risultati preliminari di studi sull'età, l'accrescimento a la prima maturità sessuale dell' alalunga *Thunnus alalunga* (Bonn. 1788) del Tirreno. Mem. Biol. Mar. Ocean. 10(3): 71-81.
- ARRIZABALAGA, H., V. López-Rodas, V. Ortiz de Zárate, E. Costas, A. González-Garcés. 2002. Study on the migrations and stock structure of albacore (*Thunnus alalunga*) from the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea based on conventional tag release-recapture experiences. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(4) 1479-1494.
- ARRIZABALAGA, H. 2003. Estructura poblacional del atún blanco (*Thunnus alalunga* Bonn. 1788): una aproximación multidisciplinar. PhD Thesis presented at Universidad de Vigo (Spain), 161 p.
- ARRIZABALAGA, H., E. Costas, J. Juste, A. González-Garcés, B. Nieto and V. López-Rodas. 2004. Population structure of albacore *Thunnus alalunga* inferred from blood groups and tag-recapture analyses. Mar. Ecol. Prog. Ser. 282: 245-252.
- BARD, F. X. 1981. Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. PhD Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- BARD, F. X. 1982. L'habitat du germon (*Thunnus alalunga*) en Océan Atlantique. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 17(2): 487-490.
- BARD, F.X., S. Yen and A. Stein. 1999. Habitat of deep swimming tuna (*Thunnus obesus*, *T. albacares*, *T. alalunga*) in the central South Pacific. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 49(3): 309-317.
- BEARDSLEY, G. L. 1969. Proposed migrations for albacore, *Thunnus alalunga*, in the Atlantic Ocean. Trans. Am. Fish. Soc. 98 (4), 589-598.
- BEARDSLEY, G. L. 1971. Contribution to the population dynamics of Atlantic albacore with comments on potential yields. Fish. Bull. U.S., 69(4): 845-857.
- BERTRAND, A., F.-X. Bard and E. Josse. 2002. Tuna food habits related to the micronekton distribution in French Polynesia. Mar. Biol. 140: 1023-1037.
- CHEN, S. and S. Watanabe. 1988. Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. Nippon Suisan Gakkaishi, 55(2): 205-208.
- COLLETTE, B. B. and C. E. Nauen. 1983. FAO species catalogue, vol. 2, Scombrids of the world. FAO. Fisheries synopsis 125 (2): 137 p.

- DA SILVA, A., A. C. Young and S. Levitus. 1994. Atlas of Surface Marine Data 1994, Volume 1: Algorithms and Procedures. NOAA Atlas NESDIS 6, U.S. Department of Commerce, Washington, D.
- DICENTA, A. 1975. Identificación de algunos huevos y larvas de túnidos en el Mediterráneo. Bol. Inst. Espa. Oceanogr. 198: 21 p.
- DI NATALE, A., A. Mangano, A. Celona and M. Valastro (in press). Size frequency composition of the albacore (*Thunnus alalunga*) catches in the Tyrrhenian Sea and in the Straits of Sicily in 2002 and 2003. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58(4): 1215-1234.
- DOTSON, R.C. 1976. Minimum swimming speed of albacore, *Thunnus alalunga*. Fish. Bull. U.S. 74: 955-960.
- FAO. 1994. Expert consultation on stocks of large pelagic fishes in the Mediterranean area. Iraklion (Crete) Greece, 17-23 September 1992. FAO Fish Rep 494, p 308.
- FOREMAN, T. 1980. Synopsis of biological data on the albacore tuna, *Thunnus alalunga* (Bonnatere, 1788), in the Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Spec. Rep., 2: 17-70.
- FOURNIER, D. A., Sibert J. R., Majkowski J. and Hampton J. 1990. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47:301-317.
- GARCÍA, A., Alemany F. and Rodríguez J.M. 2002. Distribution of tuna larvae off the Balearic Sea: preliminary results of the TUNIBAL 0600 larval survey. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54 (2), 554-560.
- GIBBS, R. H. and B. B. Collette. 1967. Comparative anatomy and systematics of the tunas, genus *Thunnus*. Fish. Bull. 66(1): 65-130.
- GRAHAM, J. B. and K. A. Dickson. 1981. Physiological thermoregulation in the albacore *Thunnus alalunga*. Physiol. Zool., 54(4): 470-486.
- GRAHAM, J. B., W. R. Lowell, N. Chin Lai and R. M. Laurs. 1989. O₂ tension, swimming velocity, and thermal effects on the metabolic rate of the Pacific albacore, *Thunnus alalunga*. Exp. Biol., 48: 89-94.
- HASSANI, S., L. Antoine and V. Ridoux. 1997. Diet of Albacore, *Thunnus alalunga*, and dolphins, *Delphinus delphis* and *Stenella coeruleoalba*, caught in the North-east Atlantic drift-net fishery: A progress report. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science 22: 199-123.
- ISHII, T. 1965. Morphometric analysis of the Atlantic albacore populations mainly sur eastern areas. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 31(5): 333-339.
- JOHNSSON, J. H. 1961. Sea temperatures and the availability of albacore (*Thunnus germo*) off the coasts of Oregon and Washington. Paper presented to the Pacific Tuna Biology Conference, Honolulu, Hawaii, 14-19 August 1961, 14 p.
- JORDAN, D. S. and B. W. Evermann. 1896. The fishes of North and Middle America. Bull. U.S. Nat. Mus. 47(1): 1240 p.
- KOTO T. 1969. Studies on the albacore - XIV. Distribution and movement of the albacore in the Indian and the Atlantic Oceans based on the catch statistics of Japanese tuna longline fishery. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. 1, 115-129.
- LAI, N. C., J. B. Graham, W.R. Lowell, R.M. Laurs. 1987. Pericardial and vascular pressures and blood flow in the albacore tuna, *Thunnus alalunga*. Exp Biol. 46(4):187-92.
- LALAMI, Y., S. Tallai, J. M. Barrois, C. Piccinetti and G. Piccinetti-Manfrin. 1973. Observations sur les oeufs et larves des thonidés des côtes algériennes. Pelagos 4(2): 54-65.
- LAM HOAI, T. 1970. Gonades de germans *Thunnus* (*Germo*) *alalunga* (Cetti) 1777, prélevées pendant la campagne d'assistance aux thoniers (1967). Trav. Fac. Sci. Rennes, Ser. Océanogr. Biol., 3: 19-37.
- LAURS, R.M. and R.J. Lynn. 1991. North Pacific albacore ecology and oceanography. NOAA Tech. Rep. NMFS, 105: 69-87.
- LAURS, R. M., R. C. Dotson, A. Dizon and A. Jemison. 1980. Observations on swimming depth and ocean temperature telemetered from free-swimming albacore. In Proceedings of the 31st Tuna Conference (A. Wild, ed.). Inter.-American Tropical Tuna Commission, La Jolla, California. 33-34.
- LEE, L. K. and S. Y. Yeh. 1993. Studies on the age and growth of south Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) specimens collected from Taiwanese longliners. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(2): 354-360.

- LEE, L.K. and S.Y. Yeh. 2007. Age and growth of south Atlantic albacore – a revision after the revelation of otolith daily ring counts. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap., LX (2): 443-456.
- LE GALL, J. Y. 1974. Exposé synoptique des données biologiques sur le germon *Thunnus alalunga* (Bonaterre, 1788) de l'Océan Atlantique. Synopsis FAO sur les pêches, 109: 70 p.
- MEGALOFONO, P. 1990. Size distribution, length-weight relationships, age and sex of albacore (*Thunnus alalunga*) in the Aegean Sea. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 33: 154-162.
- MEGALOFONO, P. 2000. Age and growth of Mediterranean albacore. J. Fish. Biol. 57(3): 700-715.
- MIYAKE, P.M. 1990. Field Manual for Statistics and Sampling of Atlantic Tunas and Tuna-like Fishes. Third Edition Int. Comm. Cons. Alt. Tunas, Madrid, Spain.
- NISHIKAWA, Y., M. Honma, S. Ueyanagi and S. Kikawa. 1985. Average distribution of larvae of oceanic species of scombroid fishes, 1956-1981. Far Seas Fish. Res. Lab. 12, 99 pp.
- NISHIKAWA, Y. and D.W. Rimmer. 1987. Identification of larval Tunas, Billfishes and other Scombrid fishes (suborder Scombroidei): an illustrated guide. CSIRO Marine Laboratories, Report 186: 20 p.
- ORTIZ DE ZARATE, V. 1987. Datos sobre la alimentación del Atún blanco (*Thunnus alalunga*) juvenil capturado en el Golfo de Vizcaya. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 26(2): 243-247.
- ORTIZ DE ZARATE, V. and J.L. Cort. 1998. Albacore (*Thunnus alalunga*, Bonaterre) stock structure in the Atlantic Ocean, as inferred from distribution and migration patterns. Proceedings of the ICCAT Tuna Symposium (Beckett, J.E. ed.), Vol. 1, 251-260.
- ORTIZ DE ZARATE, V. and Bertignac, M. 2002. Analysis of tagging data from North Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*): attrition rate estimates. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(5): 1438-1453.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. CIEM, 39(2):175-192.
- PENNEY, A. 1994. Morphometric relationships, annual catch-at-size for South African-caught South Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 42(1): 371-382.
- PENNEY, A.J., S-Y. Yeh, C-L. Kuo and R. W. Leslie. 1998. Relationships between albacore (*Thunnus alalunga*) stocks in the southern Atlantic and Indian Oceans. Proceedings of the ICCAT Tuna Symposium (Beckett, J.E. ed.), Vol. 1, 261-271.
- PICCINETTI, C and C.P. Manfrin. 1993. Distribution of tunidae larvae in the Mediterranean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(1): 164-172.
- POSTEL, E. 1964. Sur deux lots de germon (*Germon alalunga*) capturés dans le Golfe de Guinée par les palangiers japonais. Cahiers ORSTOM Ser. Océanographic 2(2): 55-60.
- RICHARDS, W.J. 1969. Distribution and relative apparent abundance of larval tunas collected in the tropical Atlantic during Equalant surveys I and II. Proc. Symp. Oceanogr. Fish. Resour. Trop. Atl.-Rev. Contrib. Pap. UNESCO, Paris, Pap. 25: 289-315.
- RICHARDS, W.J. 1984. Kinds and abundances of fish larvae in the Caribbean Sea and adjacent areas. U.S. Dep. Commer., NOAA Technical Report NMFS SSRF 776: 54 p.
- RIKHTER, V.A. and V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res. Doc., 76/VI/8: 12 p.
- SANTIAGO, J. 1993. A new length-weight relationship for the North Atlantic albacore. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(2): 316-319.
- SANTIAGO, J. 2004. Dinámica de la población de atún blanco (*Thunnus alalunga*, Bonaterre 1788) del Atlántico Norte. Tesis Doctoral, Univ. País Vasco 354 pp.
- SANZO, L. 1933. Uova e primi stadi larvali di alalonga (*Orcynus germon* LTKU). R. Com. Talas. Ital. Memoria 198: 11 p.
- SCHAEFER K.M. 2001. Reproductive biology of tunas. In: Block B.A. and E.D. Stevens (eds). Tuna: Physiology, ecology, and evolution. Academic Press, San Diego, California, USA, p 225-270.

- SHARP, G.D., 1978. Behavioural and physiological properties of tunas and their effects on vulnerability to fishing gear. In *The Physiological Ecology of Tunas* (G.D. Sharp, A.E. Dizon, eds). Academic Press, New York. 397-449.
- SHIOHAMA, T. 1971. Studies on measuring changes in the character of the fishing effort of the tuna longline fishery. Concentrations of the fishing effort to particular areas and species in the Japanese Atlantic fishery. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* 5: 107-130.
- TAKAGI, M., T. Okamura, S. Chow, and N. Taniguchi. 2001. Preliminary study of albacore (*Thunnus alalunga*) stock identification inferred from microsatellite DNA analysis. *Fish. Bull.* 99: 697-701.
- TALBOT, F.H. and Penrith, M.J. 1962. Tunnies and marlins of South Africa. *Nature* 193, 558-559.
- UEYANAGI, S. 1971. Larval distribution of tunas and billfishes in the Atlantic Ocean. *FAO Fish. Report* 71(2): 297-305.
- UOZUMI, Y. 1996. A historical review of the Japanese longline fishery and albacore catch in the Atlantic Ocean. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 43: 163-170.