CHAPITRE 2.1.2 : THON OBÈSE	AUTEUR : IEO	DERNIÈRE MISE À JOUR : 30 nov. 2006

2.1.2 Description du thon obèse (BET)

1. Noms

1.a. Classification et taxonomie

Nom de l'espèce : *Thunnus obesus* (Lowe 1839)
Synonymes : *Germo obesus* (Lowe 1839)
Neothunnus obesus (Lowe 1839)
Parathunnus obesus (Lowe 1839)

Code espèce ICCAT : BET
Noms ICCAT : Thon obèse (français), Bigeye tuna (anglais), Patudo (espagnol).

Selon Collette et Nauen (1983), le thon obèse 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 (Anon. 1990), la *Fishbase* (Froese et Pauly Eds. 2006) et la FAO (*Food and Agriculture Organization*) (Carpenter Ed. 2002) est présentée ci-dessous. Les noms suivis d'un astérisque (*) correspondent à des noms standard nationaux fournis par l'ICCAT. Cette liste n'est pas exhaustive et certains noms locaux pourraient ne pas y être inclus.

Afrique du Sud : Bigeye tuna, Bigeye tunny*, Grootoog-tuna (Afrikaans)
Allemagne : Großaugen-Thun, Großaugen-Thunfisch, Großaugenthun, Thunfisch*
Angola : Atum-patudo, Patudo
Antilles néerlandaises (Papiamento) : Buni fluitdo, Buni wowo di baka
Argentine : Ojos grandes, Patudo
Australie : Bigeye
Barbade : Albacore
Bénin : Gégú*, Guégou
Brésil : Albacora, Albacora bandolim*, Albacora-cachorra, Albacora-olhão, Albacora-olho-grande, Atum, Atum-cachorra, Atum-cachorro, Bonito-cachorro, Patudo
Canada : Bigeye, Bigeye tuna*, Thon ventru*
Cap-Vert: Albacora, Atum, Atum-de-olhos-grandes, Atum obeso, Atum-patudo, Cala*, Chafarote, Chefarote (peces pequeños), Patudo
Chili : Atún de ojo grande, Atún ojos grandes
Chine (Rép. Pop.) : 大眼副金槍魚 (Da yan fu jin ciang yu), 大眼金槍魚 (Da yan jin ciang yu)

Colombie : Atún, Atún ojo gordo, Ojo gordo
Corée : Nun-da-raeng-i*
Côte d'Ivoire : Patudo
Cuba : Atún ojo grande, Ojigrande
Danemark : Storøjet tun
Djibouti : Bigeye tuna, Thon obèse
Équateur : Albacora, Atún ojo grande
Espagne (îles Canaries) : Tuna
Espagne : Atún, Bonita, Monja, Ojo grande, Ojón, Patudo*, Zapatero
États-Unis (Hawaï) : Ahí, Ahi po'onui, Bigeye tuna fish
États-Unis : Bigeye, Bigeye tuna*
Fédération de Russie : тунец большеглазый (Bigeye tuna)
Finlande : Isosilmätonnikala
France (Martinique) : Gro ton, Patudo, Thon obèse
France (Tahiti) : A'ahi o'opa, A'ahi tatumu
France : Patudo, Thon aux grands yeux, Thon obèse*, Thon ventru
Grenade : Guégou
Inde : (Valiya-choora), Bigeye-tuna
Îles Marshall : Bwebwe
Îles Salomon : Atu igu mera, Bigeye tuna
Italie : Tonno obeso
Japon : Bachi, Darumeji, Mebachi*, Mebuto, Young- (Daruma)
Kiribati : Te takua
Malaisie : Aya hitam, Bakulan, Tongkol
Maroc : Gros yeux, Patudo*, Thon obèse
Maurice : Big eye, Thon aux gros yeux, Thon gros yeux, Thon obèse
Mauritanie : Big eye, Patudo, Thon obese
Mexique : Atún ojo grande, Patudo
Micronésie : Bigeyed tuna, Taguw, Taguw peras, Taguw tangir
Mozambique : Patudo
Namibie : Dickleibiger Thun, Grootoog-tuna, Großaugiger Thun, Thun, Tuna
Nicaragua : Patudo
Norvège : StØrje, StorØyet
Nouvelle-Zélande (Tokelau) : Kahikahi, Kakahi, Lalavalu
Nouvelle-Zélande : Bigeye tuna
Oman : Jaydher
Pays-Bas (Hollande) : Grootoogtonijn, Storje
Palau (Territoire sous tutelle des îles du Pacifique) : Aáhi o'opa, Aáhi tatumu
Papouasie N. Guinée : Big eye tuna, Big-eye tuna, Matana bwabwatana
Pérou : Atún ojo grande, Patudo
Philippines : Bangkulis, Bantala-an, Baragsikol, Bariles, Barilis, Bigeye tuna, Bronsehan, Bugok, Buldog, Bulis, Karaw, Kilyaong, Panit, Panit pakulan, Sobad, Tambakol, Tambakul, Tuna, Tulingan
Pologne : Opastun
Portugal (îles Açores) : Albacora, Alvacor, Alvacora, Atum, Bigeye tuna, Big-eye tunny, Patudo*
Portugal (Madère) : Atum patudo
Portugal : Albacora-ôlho-grande, Atum patudo, Atum-patudo
Rép. Dominicaine : Albacora
Royaume-Uni (Sainte-Hélène) : Coffrey
Royaume-Uni : Bigeye tuna, Bigeye tunny
Roumanie : Ton bondoc, Ton obez
Samoa américaines : To'uo
Samoa : Asiasi, Ta'uo
Sao Tomé et Prín. : Atum fogo
Sénégal : Thon obèse
Seychelles : Big eye tunny, Thon gros yeux
Sierra Leone : Bigeye tuna
Somalie : Yajdar-baal-cagaar
Suède : Storögd tonfisk
Taïpei chinois : 短鮪 (Duan wei), Tha mu we*, Tha yen we,

Tanzanie : Jodari
Turquie : Irigözorkinoz baligi, Irigözton baligi, Kocagoz orkinos
Venezuela : Atún ojo gordo, Ojo gordo *, Ojona
Vietnam : Bigeye tuna, Cá Ngừ mắt to

2. Identification

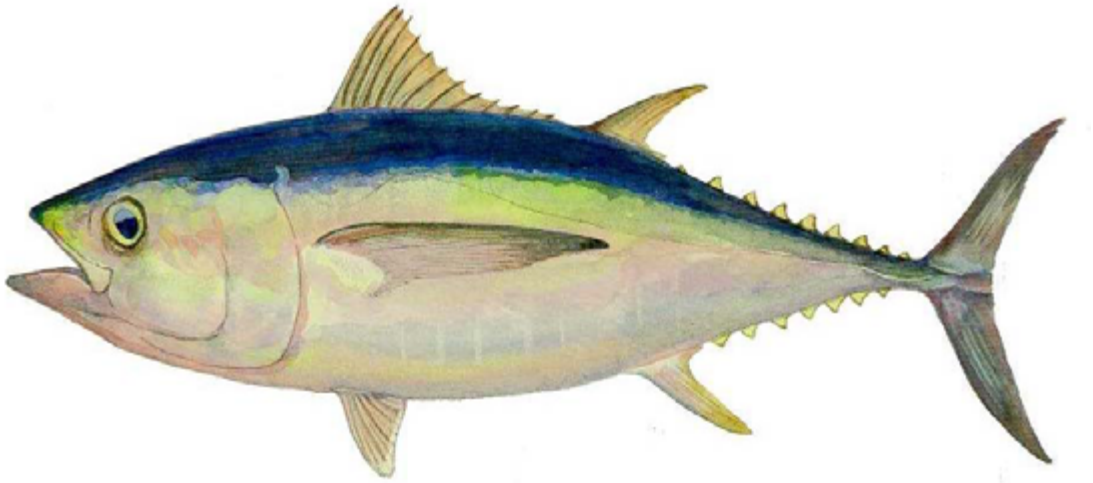


Figure 1. Dessin d'un thon obèse adulte, appartenant à la CIATT (Commission Interaméricaine du Thon Tropical).

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

Le thon obèse est une des plus grandes espèces de thonidés. Sa taille maximale, selon Riener (1996), atteint 250 cm de LF. Ceci dit, il est rare de capturer des individus de plus de 180 cm de LF et sa taille habituelle est comprise entre 40 et 170 cm de LF (Fonteneau et Marcille Eds. 1991). Le poids maximum signalé est de 210 kg (Frimodt 1995).

La longévité maximale des espèces pourrait être de 15 ans, selon Fonteneau et Marcille (op. cit.), bien que l'âge maximal enregistré soit de 11 ans (Froese et Pauly Eds. 2006).

Externes :

- Corps robuste qui s'amincit à l'arrière. Tête et yeux de grande dimension. Hauteur du corps dépassant le quart de la longueur à la fourche. Hauteur maximale au milieu du corps, vers le milieu de la première nageoire dorsale.
- Petites écailles. Corselet avec des écailles plus grandes et fines, mais pas très différentes.
- Une seule rangée de petites dents coniques.
- Deux nageoires dorsales séparées par un petit espace. La première nageoire dorsale est épineuse et plus haute dans la première moitié que dans la seconde (molle).
- Nageoire pectorale relativement longue (entre 22 et 31 % de la longueur à la fourche) chez les individus de grande taille (d'environ 110 cm de LF), mais très longue chez les individus plus petits (moins de 110 cm) et parfois très courte chez les individus de moins de 40 cm.
- Grande nageoire caudale, en forme de demi-lune, intégrant une forte quille située de chaque côté du pédoncule, entre deux autres quilles plus petites.
- Deuxième nageoire dorsale et nageoire anale aux rayons courts.
- Bords postérieurs du corps, jusqu'à la base de la queue, présentant des pinnules triangulaires.

- Première nageoire dorsale présentant 11-14 rayons durs et seconde nageoire dorsale présentant 12-16 rayons mous, suivie de 7-10 pinnules. Nageoire anale formée par 14 rayons mous, suivie de 7-10 pinnules. Nageoire pectorale comprenant 30-36 rayons mous (Richards 2006).
- Existence de 2 processus interpelviens petits et bifides.

Coloration :

- Dos bleu métallique foncé. Couleur blanchâtre-argenté dans la zone inférieure de chaque côté et sur le ventre. Flancs violet-jaunâtre.
- Pinnules jaune brillant bordées de noir.
- Nageoires dorsales et pectorales jaunâtre foncé. Nageoire anale argentée.
- Patron de lignes et de points dans la région médio-ventrale. Moins de 8 lignes verticales argentées chez les jeunes individus de moins de 1 m de longueur à la fourche. Ce patron de lignes disparaît progressivement chez les adultes.
- Existence d'une bande latérale d'un bleu brillant le long des flancs chez les spécimens vivants.

Internes :

- Le foie est divisé en trois lobes dont le central est le plus développé. Chez les individus ayant une longueur supérieure à 30 cm, le foie présente une surface ventrale striée.
- Branchiospines sur le premier arc branchial : 23-31, de forme lancéolée.
- Vertèbres : 18 précaudales et 21 caudales.
- Présence d'une vessie natatoire très développée.

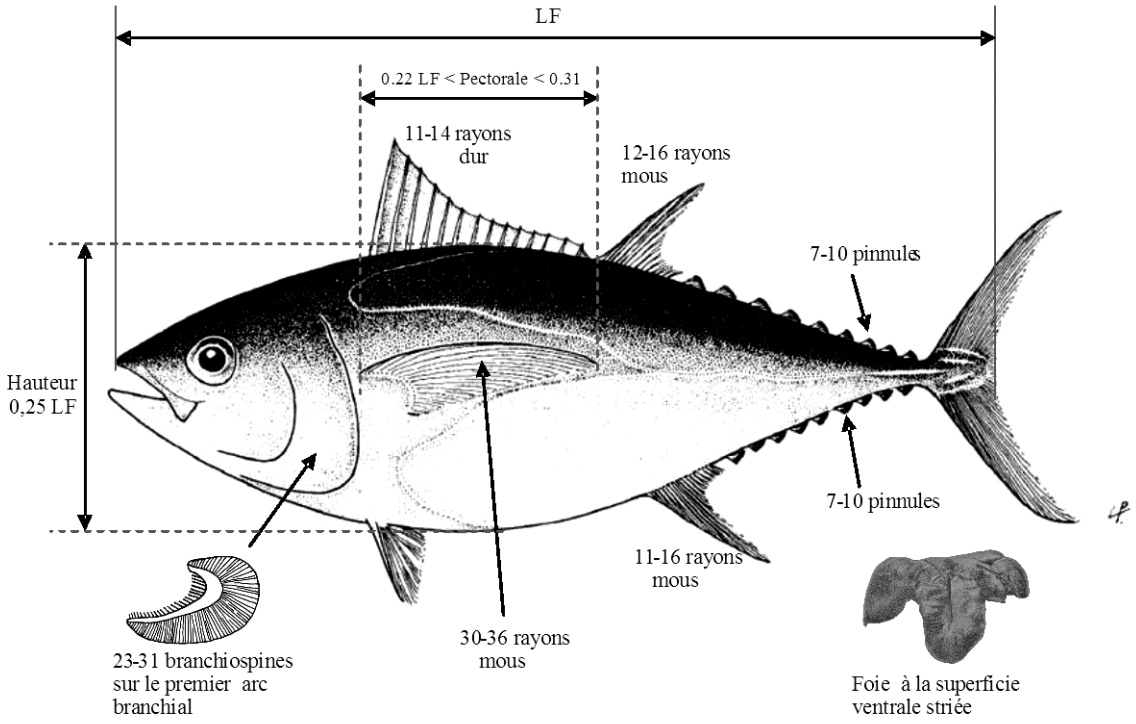


Figure 2. Schéma des principales caractéristiques de *Thunnus obesus* (fondé sur Collette 1995, in Froese et Pauly Eds. 2006. Modifié par l'IEO).

Caractéristiques distinctives entre le thon obèse et l'albacore (*Thunnus albacares,* Bonnaterre 1788) **:**

Le thon obèse et l'albacore sont souvent capturés ensemble par des engins de surface sachant que les jeunes individus de chaque espèce sont faciles à confondre. Les caractéristiques internes et externes des espèces citées de thonidés varient en fonction de la taille et de la zone de capture.

Les tableaux suivants résument les caractéristiques distinctives de ces deux espèces :

Caractéristiques externes	Thon obèse	Albacore
Morphologie du corps	Corps robuste et arrondi. Contour du corps arrondi, décrivant un léger arc dorsal et un arc ventral entre la bouche et le pédoncule caudal. Hauteur du corps supérieure à 25 % de la LF.	Corps allongé, fusiforme et svelte. Contour du corps droit entre la deuxième nageoire dorsale et la nageoire caudale, et entre les nageoires anale et caudale. Hauteur du corps inférieure à 25 % de la LF.
Morphologie de la tête et de l'œil	Largeur et longueur de la tête plus longues que celles d'un albacore de la même taille. Diamètre de l'œil plus grand que celui d'un albacore de la même taille.	Largeur et longueur de la tête plus courtes que celles d'un thon obèse de la même taille. Diamètre de l'œil plus petit que celui d'un thon obèse de la même taille.
Nageoire anale et deuxième nageoire dorsale	Rayons relativement courts.	Rayons plus longs que chez le reste des thonidés adultes.
Longueur et caractéristiques de la nageoire pectorale *Pour des individus de moins de 40 cm de LF environ*	Légèrement plus longue, atteignant la deuxième nageoire dorsale. Mince, flexible, terminée en pointe.	Courte, atteignant tout juste la base d'insertion de la deuxième nageoire dorsale. Grosse, rigide et arrondie sur le bord.
Longueur et caractéristiques de la nageoire pectorale *Pour des tailles moyennes comprises entre 45 et 110 cm de LF*	Longue, dépassant la deuxième nageoire dorsale, mais pas la deuxième pinnule dorsale. Tranchante, flexible, souvent incurvée vers le bas.	Courte, atteignant tout juste la base d'insertion de la deuxième nageoire dorsale. Grosse, épaisse, rigide comme une lame de rasoir.

Coloration	Thon obèse	Albacore
À l'état frais	Partie dorsale noir-bleu métallique et flancs violet-jaunâtre.	Bande centrale d'un jaune brillant des deux côtés du corps.
Patron des rayures verticales	Droites. Moins de 8 rayures verticales irrégulières très espacées et continues alternant avec quelques rangées de points. La plupart se trouvent sous la ligne latérale.	Incurvées vers la partie ventrale. Plus de 10 rangées de points et rayures continues, alternées et peu séparées, qui s'étendent depuis la queue jusqu'à la partie inférieure de la nageoire pectorale et au-dessus de la ligne latérale.
Pinnules	Jaunâtres avec d'épais bords noirs.	Jaune brillant avec de fins bords noirs.

Caractéristiques internes	Thon obèse	Albacore
Morphologie et apparence du foie	Lobes ayant approximativement la même dimension. Superficie ventrale striée.	Lobe droit plus long et mince que les lobes central et gauche. Superficie ventrale non striée.
Vessie natatoire	Très développée, occupant presque toute la cavité corporelle.	Occupe seulement la moitié antérieure de la cavité corporelle.
Parasites	Absence de *N. klawei* (Stunkard 1962) dans la cavité nasale.	85-95 % des individus présentent le parasite *Nasicola klawei,* de type discoïdal, dans la cavité nasale.

Caractéristiques des larves de thon obèse :

- Les individus frais et de petites tailles sont identifiés par la présence d'un patron de taches rouges (érythrophores) dans la zone caudale et maxillaire : 0-2 taches de pigment rouge sur la marge dorsale de la nageoire caudale et 1-8 taches sur la marge ventrale ; 1 tache rouge de chaque côté de l'extrémité du maxillaire inférieur (Ueyanagi 1966).
- Absence de mélanophores internes (Ueyanagi *et al.* 1997).
- Absence de mélanophores sur la marge dorsale de la nageoire caudale (Richards *et al.* 1990).

- Pigmentation noire sur le maxillaire inférieur (normalement 2 taches), dans les larves > 4 mm de LE (longueur standard) et sur le maxillaire supérieur dans les larves > 5 mm de LE (Richards et Potthoff 1973).
- La première nageoire dorsale présente une pigmentation dense (Chow *et al.* 2003).
- Ces larves se distinguent des larves d'albacore par l'absence de pigment corporel dans cette dernière espèce et par la présence de taches de pigment sur le maxillaire inférieur : généralement 2 chez le thon obèse et 1, plus petite, chez l'albacore.
- Les mélanophores (pigment noir) sont de petite dimension par rapport à ceux du thon rouge (*Thunnus thynnus* (Linnaeus 1758)) et du thon rouge du sud (*Thunnus maccoyii* (Castelnau 1872)) (Ueyanagi *et al.* op. cit.).
- Les juvéniles de 10-21 mm de LT (longueur totale) sont distincts du point de vue électrophorétique de l'albacore (Graves *et al*. 1988).

3. Biologie et études de la population

3.a. Habitat

Le thon obèse est une espèce épi et mésopélagique qui vit en général dans les eaux océaniques. Les principaux facteurs ambiants qui influencent la distribution verticale de cette espèce sont la profondeur de la couche de réflexion profonde et la température (Maury 2005). Ceci dit, des facteurs tels que la concentration d'O_2 ont également leur importance et doivent être pris en compte.

Température : la plage optimale de température se situe entre 17 ºC et 22 ºC. La température maximale à laquelle nous pouvons observer le thon obèse se situe autour de 29 ºC (Collette et Nauen 1983). Par contre, lorsqu'il fait des incursions à de grandes profondeurs, le thon obèse s'expose à des températures ambiantes d'environ 5 ºC (à 500 m), qui peuvent être de 20 ºC inférieures à la température de la couche superficielle (Brill *et al*. 2005).

Profondeur : le thon obèse présente des distributions de profondeur et des patrons de comportement caractéristiques. Il demeure dans la couche superficielle, à environ 50 m de profondeur, pendant la nuit et peut plonger à des profondeurs de 500 m au lever du jour (Brill *et al*. op. cit., Dagorn *et al*. 2000, Gunn et Block 2001) (**Figure 3)**. Des profondeurs égales ou supérieures à 1 000 m ont été décrites dans une étude réalisée avec des marques-archives sur le thon obèse dans la mer de Corail (Gunn et Block op. cit.).

Le thon obèse réalise de façon régulière des ascensions à la couche superficielle tempérée, probablement dans le but de réguler la température corporelle ou peut-être pour compenser un déficit d'oxygène (Dagorn *et al*. op. cit.).

Il semble exister une corrélation positive entre l'intensité de la lumière lunaire et la profondeur à laquelle évolue le thon obèse, sachant que la profondeur moyenne augmente avec l'intensité de la lumière lunaire (Matsumoto *et al*. 2005).

Oxygène dissous : la concentration d'oxygène dissous que supporte le thon obèse est plus faible que chez les autres thonidés, ce qui lui permet d'évoluer dans des eaux plus profondes (Stequert et Marsac 1989) en présence de concentrations d'oxygène inférieures à 1,5 ml l^{-1} (Brill *et al*. op. cit.), la limite inférieure de tolérance de cette espèce étant établie à 0,5 ml l^{-1} (Cayré 1987).

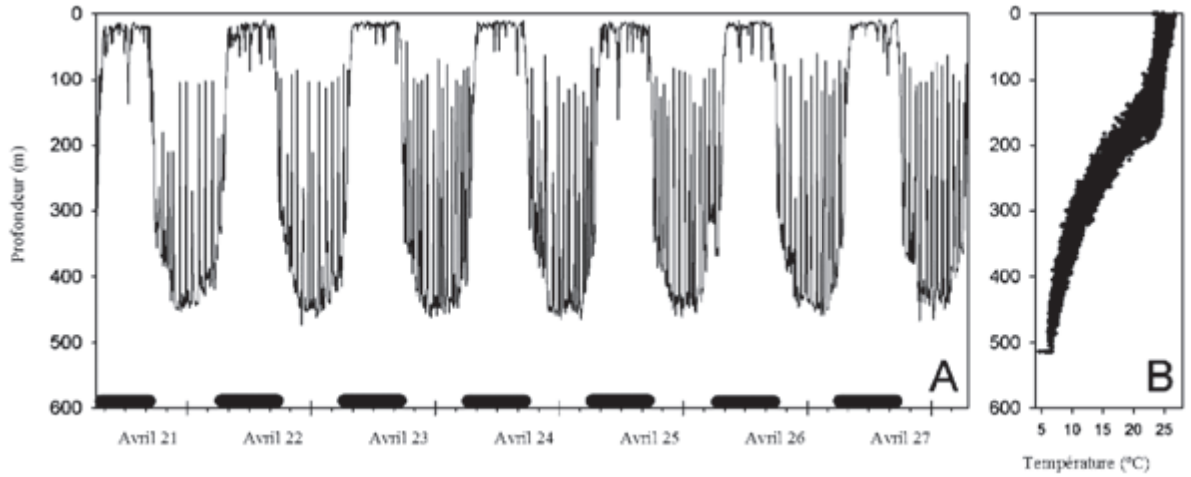


Figure 3. Registres de profondeur d'une marque-archive apposée sur un thon obèse marqué dans l'océan Pacifique, aux îles Hawaï (Brill *et al*. 2005).

3.b. Croissance

Les premiers paramètres de croissance du thon obèse de l'Atlantique ont été obtenus en appliquant la méthode Petersen à partir des distributions de tailles des captures réalisées par les pêcheries palangrières et de surface de façon séparée (Champagnat et Pianet 1974, Marcille *et al*. 1978) ou combinée (Pereira 1984, Weber 1980). Le travail de Champagnat et Pianet (op. cit.), portant sur des gammes de taille comprises entre 60-140 cm de LF, apporte des informations sur les équations de croissance obtenues dans différentes zones de l'Atlantique (Dakar et Pointe-Noire) et montre qu'il n'existe pas de différences significatives entre ces deux régions.

D'autres auteurs ont utilisé la lecture directe de l'âge (Draganik et Pelczarski 1984) et des méthodes fondées sur le marquage-recapture d'individus (Miyabe 1984), qui ont révélé des différences importantes entre les courbes de croissance de l'albacore et du thon obèse.

Certaines études de croissance montrent, dans le cas des îles de l'Atlantique, qu'il n'existe pas de différences significatives entre les équations obtenues pour les mâles et pour les femelles (Alves *et al*. 1998, Delgado de Molina et Santana 1986, Shomura et Keala 1963).

L'ICCAT a adopté, jusqu'en 2005, l'équation que Cayré et Diouf (1981) avaient proposée à partir des données de marquage. Ces auteurs estimaient qu'il n'existait pas de croissance juvénile lente (tailles inférieures à 60 cm de LF) ni de différences significatives entre les équations obtenues pour les deux régions tropicales de l'Atlantique Nord et Sud. En 2005, Hallier *et al*. ont proposé une équation de croissance simple qui combine les données de marquage et de lecture directe de l'âge, pour une gamme de tailles très étendue (29-190 cm de LF), et qui s'ajuste aux paramètres de von Bertalanffy (1938). C'est ce modèle que l'ICCAT adopte actuellement (**Tableau 1**).

Dans la **Figure 4**, Hallier *et al*. (op. cit.) représentent les courbes de croissance du thon obèse obtenues par progression modale (Kume et Joseph 1966, Suda et Kume 1967), par marquage (Cayré et Diouf op. cit., Hampton *et al*. 1998) et par lecture directe de l'âge (Delgado de Molina et Santana op. cit., Draganik et Pelczarski op. cit., Gaikov *et al*. 1980) dans les océans Atlantique et Pacifique.

Tableau 1. Paramètres de croissance utilisés par l'ICCAT pour le thon obèse (L_t en cm, t en années)

Équation de croissance	Auteurs	n	Gamme de taille (LF en cm)	Méthodologie	Zone
$L_t = 217.3\left(1 - e^{-0.18}\right)^{(t+0.709)}$	Hallier *et al*. (2005)	625 marques 255 otolithes	37 – 124 cm (marques) 29 – 190 (otolithes)	Lecture des otolithes et marquage	Atlantique oriental (sexes combinés)

**Où L_t= longueur de l'individu à l'âge t.*

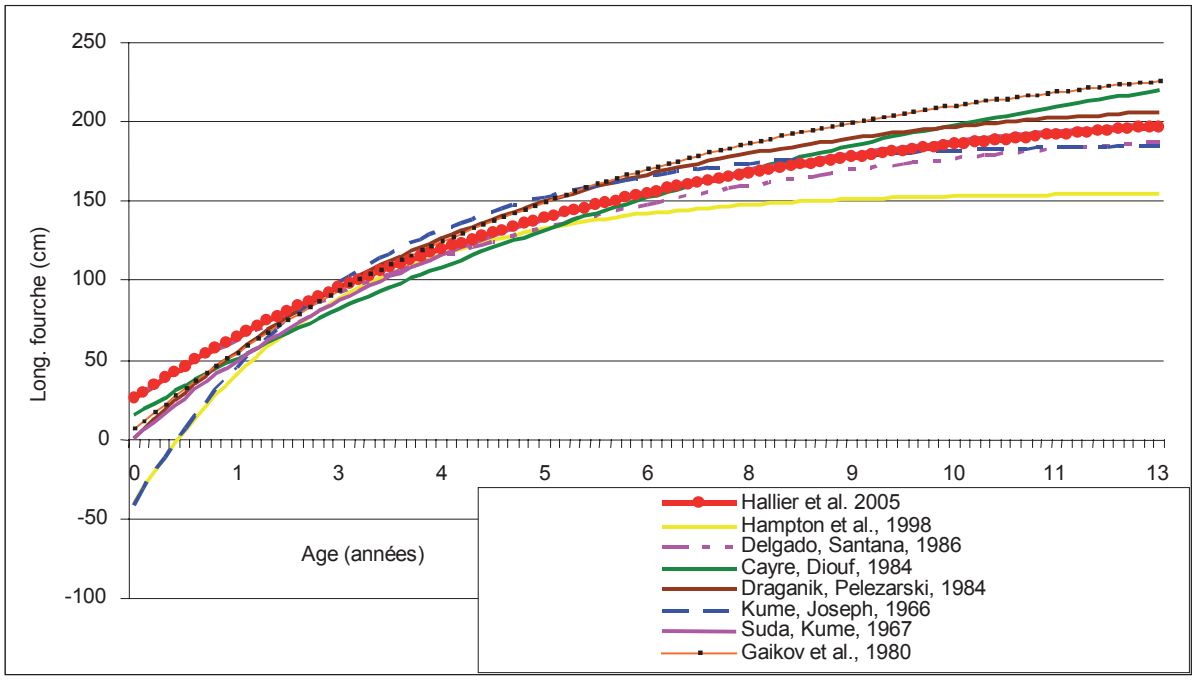


Figure 4. Comparaison entre les courbes de croissance obtenues par différents auteurs dans les océans Atlantique et Pacifique (Hallier *et al*. 2005).

3.c. Relations biométriques

3.c.1. Équations taille-poids

Depuis 1982, l'équation taille (LF) - poids (W) utilisée pour le thon obèse est celle que Parks *et al*. ont obtenue à partir de 3 186 individus issus de pêcheries de l'océan atlantique oriental et avec une gamme de tailles de 37 – 210 cm de LF. Les résultats obtenus étaient très semblables aux résultats publiés auparavant par Lenarz (1971) et à ceux des études de Chur et Krasovskaya (1980). Les résultats de l'étude de Parks *et al*. (op. cit.) montrent qu'il peut exister des différences significatives dans les relations taille-poids en fonction de la zone, de la saison de capture et du sexe.

3.c.2. Facteurs de conversion entre poids et entre tailles

Des travaux récents comme celui de Liming *et al*. (2005a) ont présenté de nouvelles relations taille-poids et poids vif (RWT)-poids manipulé (DWT) pour les mâles, les femelles et les deux sexes combinés.

Morita (1973) et Choo (1976) ont établi les facteurs de conversion entre le poids vif et le poids éviscéré (GWT), et l'on a accepté la valeur de 1,16 obtenue par le premier de ces auteurs. L'étude de Choo indique que ce facteur varie en fonction de la taille du poisson.

En ce qui concerne les relations LF-LD_1 (longueur prédorsale), il faut souligner le travail de Champagnat et Pianet (1974) et celui de Choo (op. cit.).

D'autres relations comme la longueur courbe à la fourche - longueur droite à la fourche (LF), la longueur de l'opercule à la quille caudale (OCKL) - longueur à la fourche, ont été élaborées et publiées par différents auteurs comme Lins Oliveira *et al*. (2005) à partir d'individus capturés dans les eaux du Brésil et Choo (op. cit.) avec des individus provenant du Golfe de Guinée. Bien que toutes ces équations aient une utilité pratique évidente, nous ne citons dans ce manuel, à des fins de synthèse, que les équations les plus utilisées.

Tableau 2. Différentes relations biométriques du thon obèse utilisées actuellement par l'ICCAT

Équations et facteurs de conversion	**Auteurs**	**n**	**Gamme de taille (cm)**	**Zone**
Taille-poids				
$W = 2.396\times10^{-5}\times LF^{2.9774}$	Parks *et al*. (1981)	3 186	37 – 210 cm (LF)	Atlantique oriental
Poids-poids				
$RWT = 1.16\times GWT$	Morita (1973)	99	50.2 – 175.5 cm (LF)	Atlantique
Taille-taille				
$LD1 = -21.451 + 5.28756\sqrt{LF}$ *Si* $LD_1 > 48$*:* $LF = \left[\frac{LD_1 + 0.5 + 21.45108}{5.28756}\right]^2$	Champagnat et Pianet (1974)	2 853	13 – 48 cm (LD_1)	Atlantique oriental

** Où W=poids ; LF=longueur fourche ; RWT (round weight)=poids vif ; GWT (gutted weight)=poids éviscéré ; LD_1=longueur prédorsale*

3.d. Maturité

Les seules données disponibles pour l'Atlantique sont celles qui ont été obtenues par Matsumoto et Miyabe (2002). Ces auteurs établissent la taille de première maturité à 110 cm, avec plus de 50 % de femelles matures, au large de Dakar et à 100 cm, avec 53 % de femelles matures, au large d'Abidjan.

Dans le Pacifique, la plupart des études réalisées situent la taille minimale de maturité sexuelle du thon obèse autour de 100 cm. Dans le Pacifique occidental, 50 % des femelles se reproduisent avec une taille de première maturité de 135 cm et une taille minimale de maturité sexuelle de 102 cm (Schaefer *et al.* 2005).

Tableau 3. Tailles de première maturité pour l'Atlantique

Maturité	**Référence**	**Zone**
50 % des femelles sont matures à 110 cm	Matsumoto et Miyabe (2002)	Dakar
53 % des femelles sont matures à 100 cm	Matsumoto et Miyabe (2002)	Abidjan

3.e. Sex-ratio

En général, la plupart des études ont été réalisées en partant de l'analyse de poissons capturés à la palangre (Gaikov 1983, Sakamoto 1969) et coïncident sur le fait que les mâles sont plus abondants à partir d'une certaine taille dans toutes les zones étudiées de l'Atlantique.

Gaikov (op. cit.) a étudié la dynamique saisonnière de maturation et le sex-ratio de 31 804 spécimens de thon obèse dans différentes zones de l'Atlantique pour la période 1965-1975. Cette étude montre que les mâles dépassent effectivement en nombre les femelles, sauf dans l'Atlantique nord-oriental.

Pereira (1985) signale que les mâles sont plus nombreux que les femelles dans les classes de taille inférieures à 70 cm de LF et supérieures à 155 cm de LF, même si le sex-ratio est de 0,92 (mâles/femelles) pour la plupart des tailles, ce qui révèle une légère prédominance des femelles. En 1987, le même auteur a réalisé une étude sur 1 480 individus, pris dans les années 1981-1986, et a obtenu un ratio de 0,9 qui indique une légère prédominance des femelles sauf dans les classes supérieures à 160 cm de LF et dans les petites tailles où prédominent les mâles.

En 2003, Miyabe signale que la proportion des mâles s'accroît au fur et à mesure qu'augmente la taille, principalement dans les groupes de taille supérieurs à 160 cm de LF et inférieurs à 100 cm de LF. Dans ce cas, il a analysé 134 000 spécimens dans la période 1987-2001 et a observé que le sex-ratio était généralement supérieur à 0,5 (mâles/total) (**Figure 5**), même si l'on a trouvé plus de femelles que de mâles dans certaines zones et à certaines saisons. La prédominance des mâles est observée surtout dans les eaux tropicales. De façon générale, ces résultats présentent des chiffres inférieurs aux chiffres obtenus dans les études antérieures.

Lors du *Symposium sur le Programme Année du Thon Obèse* (Anon. 2005), on est arrivé à la conclusion que toutes les observations disponibles conduisent à une prédominance numérique des mâles dans les tailles supérieures à 150 cm de LF sauf dans les eaux du sud du Brésil.

Enfin, une étude publiée en 2005 par Fonteneau *et al*. montre que, dans l'océan Atlantique, les patrons de sex-ratio par taille sont semblables jusqu'à 130 cm de LF, tandis que les mâles prédominent légèrement à partir de 135 cm de LF.

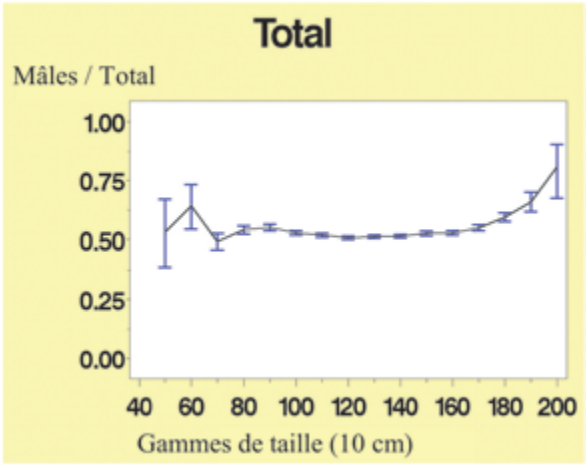


Figure 5. Sex-ratio pour un niveau de confiance de 95 % pour le thon obèse capturé à la palangre japonaise dans l'Atlantique. Les gammes de taille sont de 10 cm de LF (Miyabe 2003).

3.f. Reproduction

Ponte

La ponte du thon obèse se produit principalement durant la nuit. On estime que cette espèce fraie à partir de 18 heures jusqu'au-delà de minuit, selon une fréquence quasi journalière (Matsumoto et Miyabe 2002). Ce résultat est semblable à celui qui a été obtenu dans l'océan Pacifique (Nikaido *et al*. 1991). Il se peut que cette tendance à frayer durant la nuit vise à réduire au minimum les dangers associés à la déprédation ou aux rayons ultraviolets (Schaefer 1996).

Le frai se produit dans des zones présentant une grande productivité biologique : à la limite des remous localisés, au bord d'affleurements locaux, dans des régions de divergence du courant équatorial et sur la branche nord du courant des alizés du sud (Rudomiotkina 1983).

La ponte a lieu durant toute l'année dans une vaste zone autour de l'équateur, à des températures supérieures à 24 ºC, depuis les côtes du Brésil jusqu'au Golfe de Guinée. Elle présente des pics de janvier à juin au sud du Brésil, de décembre à avril dans le Golfe de Guinée et pendant le troisième trimestre de l'année dans une vaste zone équatoriale le long de la côte nord-est du Brésil et du Venezuela (Cayré *et al.* 1988). Par contre, dans la partie nord de l'océan atlantique oriental (îles du Cap-Vert, Sénégal), la période de frai se réduit aux mois de juillet à septembre et dans la partie sud (Congo-Angola), elle se limite aux mois de novembre à février (Rudomiotkina op. cit.).

Œufs et larves

Les œufs sont pélagiques et non adhésifs. Ils possèdent un seul globule huileux (Kikawa 1953) et leur diamètre oscille entre 0,8 et 1,2 mm à l'état avancé (Nikaido *et al*. 1991). Les larves se développent 86 heures après la ponte (Yasutake *et al*. 1973).

Les larves de thon obèse sont plus abondantes lorsque la température est supérieure à 28 ºC, avec des salinités de 33,8-36,0 %, et plus rares dans les zones présentant des températures inférieures à 24 ºC. Elles sont identifiées par la présence de pigments dans la région moyenne du cerveau, dans les viscères, sur les extrémités des maxillaires et sur la marge ventrale de la zone caudale (Ambrose 1996, Richards 2006).

Le nombre d'œufs produits par ponte et par individu est estimé entre 2,9 et 6,3 millions par an (FIGIS-FAO, *Fisheries Global Information System*).

3.g. Migrations

Le thon obèse est une espèce qui présente une haute tendance migratoire. Les données de marquage-recapture montrent que sa vitesse de déplacement est supérieure à celle de l'albacore et comparable à celle du listao. Il présente par ailleurs une série de déplacements saisonniers en fonction des groupes d'âge (Bard *et al*. 1991) et de la nature de ses migrations, selon qu'elles sont de nature trophique ou génétique.

Dans les zones de ponte de l'Atlantique oriental, la plupart des juvéniles de thon obèse, de 30-70 cm de LF, occupent la zone équatoriale (Golfe de Guinée) en formant des bancs mixtes avec des juvéniles de listao et d'albacore. Ils demeurent dans cette zone depuis leur naissance jusqu'à l'arrivée du printemps où ils entreprennent des déplacements vers les tropiques (Bard *et al*. op. cit., Hallier 2005). Ces déplacements longent les côtes africaines depuis le Cap López jusqu'au Sénégal et la Mauritanie (Miyabe 1987a, 1987b). Certains individus poursuivent leur route vers les Açores, les Canaries et Madère (Bard et Amon Kothias 1986), à une vitesse moyenne de 10 milles/jour, ou migrent depuis l'intérieur du Golfe de Guinée vers l'Atlantique central. Les pré-adultes, de 70-100 cm de LF, se déplacent aussi bien vers le nord (Sénégal et Sherbro) que vers le sud (Angola) du Golfe de Guinée. Ils apparaissent dans les pêcheries de canneurs et sont capturés en grands nombres entre avril et septembre au Cap López et entre novembre et janvier au Liberia. Les individus ayant des tailles supérieures à 100 cm de LF (adultes) sont pêchés à la palangre dans tout l'Atlantique tropical et subtropical. Une partie des spécimens marqués aux Canaries migre vers la zone subtropicale sud, le long de la côte (Delgado de Molina *et al*. 2002, 2005b) et vers l'Atlantique central pour des raisons trophiques. Ils effectuent également des déplacements vers l'équateur pour se reproduire (migrations génétiques). Pendant la principale saison de pêche des canneurs à Dakar (d'août à décembre), le nombre de thons obèses qui migrent vers le nord est très faible (Hallier op. cit.). Pendant les mois d'octobre à novembre, le thon obèse qui s'est déplacé vers les archipels retourne vers le sud.

Des études de marquage ont révélé l'existence de migrations transatlantiques depuis le Golfe de Guinée vers le nord du Brésil et de déplacements depuis le Golfe de Guinée le long des côtes africaines (Pereira 1995).

L'Atlantique occidental a fait l'objet d'un nombre limité d'études. Celle de Zavala-Camin (1977) signale que le thon obèse migre vers le sud/sud-est du Brésil lorsque les conditions sont favorables.

La **Figure 6** montre les trajets réalisés par des thons obèses marqués et recapturés dans l'océan Atlantique. Comme dans le cas de l'albacore et du listao, on a enregistré des migrations transatlantiques depuis les côtes américaines vers le Golfe de Guinée. Dans l'Atlantique oriental, on a observé des déplacements réalisés depuis le Golfe de Guinée vers des pêcheries situées au nord (Açores) et au sud (Angola), ainsi que les trajets retours correspondants. Dans l'Atlantique occidental, où le nombre de thons obèses marqués est nettement inférieur, on a observé de longs déplacements le long de la côte nord-américaine, certains individus atteignant presque la latitude de 50º nord.

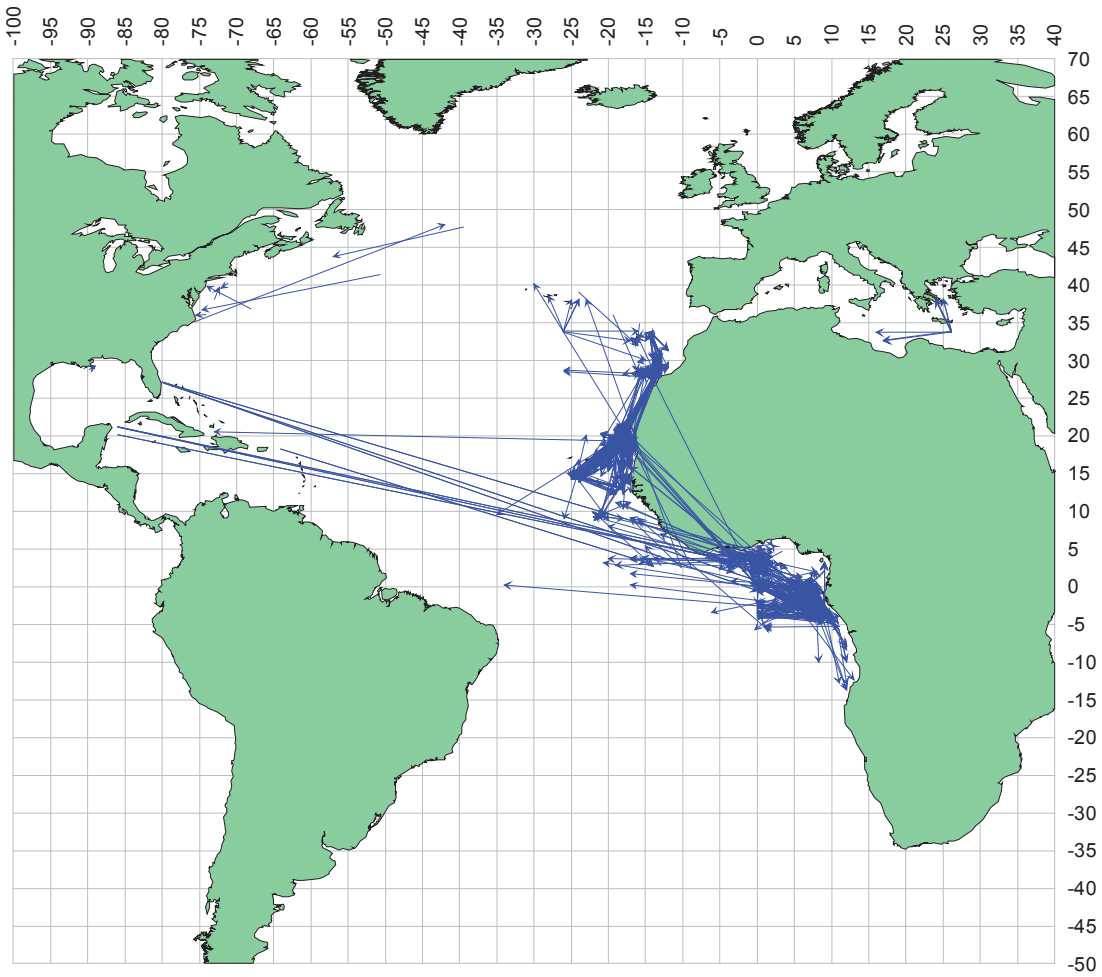


Figure 6. Déplacements horizontaux de 3 021 thons obèses marqués et recapturés (Secrétariat de l'ICCAT).

3.h. Régime alimentaire

Les thons sont des déprédateurs opportunistes, ce qui signifie que leur régime alimentaire varie aussi bien dans l'espace que dans le temps. Selon Lebourges-Dhaussy *et al.* (2000), le micronecton constitue le principal élément du régime alimentaire océanique des thons. Le thon obèse exploite des communautés océaniques mésopélagiques (migratoires et non migratoires), des céphalopodes, des euphausiacés et des poissons mésopélagiques, ce qui explique que la composition de son régime alimentaire est moins influencée que celle des autres thons par la latitude ou par la distance par rapport à la côte (Bertrand *et al*. 2002, Dagorn *et al.* 2000).

On a enregistré des déplacements verticaux du thon obèse qui sont associés à des organismes de la couche de réflexion profonde (dans une plage de 200 m et à plus de 500 m de profondeur pendant la nuit, selon la zone). Dagorn *et al.* (op. cit.) indiquent dans leur étude, à travers une communication personnelle de F.X. Bard, que l'on a trouvé des céphalopodes (*Japetella diaphana*, Hoyle 1885) et certaines espèces de poissons (*Argyropelecus aculeatus*, Valenciennes 1850 ; *Myctophum selenops*, Taning 1928 ; *Scopelarchus analis*, Brauer 1902 ; *Diaphus mollis*, Taning op. cit.) dans le régime alimentaire du thon obèse.

On a constaté dans l'Atlantique oriental que des juvéniles de thon obèse se nourrissent de poissons mésopélagiques de petite taille comme le *Vinciguerria nimbaria* (Jordan et Williams 1895) (Ménard *et al.* 2000b).

3.i. Physiologie

À l'instar des autres thonidés, le thon obèse est une espèce très active. La capacité de conserver la chaleur métabolique dans le muscle rouge et dans d'autres régions du corps comme le cerveau, les yeux et les viscères (endothermie locale), un taux métabolique élevé et un volume cardiaque à fréquence modulée différencient les

thonidés des autres poissons. Ces spécialisations favorisent la nage continue et rapide des thonidés, réduisent au minimum la barrière thermique dans l'exploitation de l'habitat et permettent en même temps l'expansion de leur distribution géographique vers de hautes latitudes et à de grandes profondeurs dans l'océan (Graham et Dickson 2004, Dickson et Graham 2004).

Les thons, et notamment le thon obèse, possèdent un système respiratoire hautement développé intégrant un réseau de vaisseaux à contre-courant (*retia mirabilia*), qui réduit la perte de chaleur produite par la musculature et qui accroît l'efficacité de l'échange d'oxygène (Graham et Dickson op. cit.). La vascularisation cutanée est plus développée dans le genre *Thunnus* que chez les autres thons et reflète une moindre importance de la voie vasculaire centrale et de son *retia* associé chez les thonidés adultes. Le thon obèse ne possède pas de *retia* central développé et présente un système d'échange viscéral de chaleur qui est spécifique à cette espèce et au thon rouge (Sharp et Pirages 1978, Graham et Diener 1978).

La taille et le stade de développement du thon affectent également sa capacité à conserver la chaleur. Les adultes possèdent une plus grande masse et sont capables de conserver une plus grande quantité de chaleur, par inertie thermique, que les juvéniles (Brill *et al*. 1999, Maury 2005).

Le thon obèse a développé une caractéristique qui lui permet de supporter des milieux à faible concentration d'oxygène (Lowe *et al.* 2000) tout en maintenant un taux métabolique élevé étant donné que la haute affinité du sang pour l'oxygène que présente cette espèce constitue un système efficace pour extraire l'oxygène à des taux élevés, y compris dans des milieux présentant de faibles concentrations d'oxygène (Brill *et al.* op. cit.). Cette adaptation lui permet de descendre à de plus grandes profondeurs que d'autres thons comme l'albacore et le listao.

La P_{50} (pression partielle d'oxygène, Po_2 requise pour atteindre une saturation de 50 %), est de 1,6 à 2,0 kPa (12 à 15 mmHg) entre 15 et 25 ºC, avec 0,5 % de CO_2 (Lowe *et al*. 2000).

La nage des thonidés se caractérise par un système de propulsion comprenant une ondulation latérale minimale et par la concentration de la production de la force dans l'oscillation rapide de la nageoire caudale. Parmi tous les téléostéens, seuls les thons utilisent ce type de nage (Graham et Dickson op. cit.).

3.j. Comportement

À l'instar des autres thons, le thon obèse est une espèce grégaire qui tend à former des bancs libres ou associés à des objets flottants, à différents animaux marins et à des monts sous-marins.

Les bancs libres (non associés à des objets) tendent à être formés par des individus de grandes tailles et à être monospécifiques (Ménard *et al*. 2000a), même si l'on peut aussi rencontrer des bancs mixtes de thon obèse avec d'autres espèces de thonidés tels que le listao (*Katsuwonus pelamis*, Linnaeus 1758), le germon (*Thunnus alalunga*, Bonnaterre 1788), le thon rouge ou l'albacore (Pereira 1996).

Dans l'Atlantique oriental, le thon obèse est souvent associé à une grande variété d'objets flottants, parfois même à des cétacés morts, ou à quelques animaux vivants. Des études réalisées par Ariz *et al*. (1993, 2006) montrent que l'espèce dominante dans les captures est le listao, qui tourne autour de 70 %, suivi du thon obèse et de l'albacore avec des valeurs d'environ 15 % pour chaque espèce. Les bancs de thon obèse associés à des objets sont formés par une majorité de petits poissons (moins de 5 kg), même s'il existe une proportion significative d'individus de grande dimension.

Aucune fonction trophique n'a été observée dans les objets pour les thons. Les petits thons se concentrent sous l'objet pendant la nuit et peuvent former des bancs libres pendant la journée pour s'alimenter principalement de *V. nimbaria* (dans l'Atlantique oriental), qui est une espèce non associée à des objets (Ménard *et al*. 2000a).

Les bancs associés à des objets comprennent d'autres espèces de poisson comme le thazard-bâtard (*Acanthocybium solandri* (Cuvier 1832)), des istiophoridés, des balistidés, la comère saumon (*Elagatis bipinnulata* (Quoy et Gaimard 1825)), des coryphénidés, des kyphosidés, certaines espèces de requin, des cétacés et des tortues. Ces espèces apparaissent également en bancs libres comme on peut l'observer dans le travail de Delgado de Molina *et al*. (2005b), qui révèle également la présence d'une plus grande quantité d'espèces associées, aussi bien en nombre qu'en poids, dans les objets que dans les bancs libres.

Aux Canaries et au Sénégal, on pratique une modalité appelée « pêche des mattes associées » dans laquelle le bateau de pêche fait office d'objet flottant. Cette association du banc avec le bateau peut se prolonger pendant plusieurs mois pendant lesquels différents bateaux exploitent la même matte, parfois même en dehors de la saison habituelle de pêche (Ariz *et al*. 1995, Delgado de Molina *et al.* 1996, Fonteneau et Diouf 1994, Hallier et Delgado de Molina 2000).

Pereira (op. cit.) a observé dans la période d'août à octobre, dans les eaux des Açores, le regroupement du thon obèse avec le requin baleine (*Rhincodon typus*, Smith 1828), aussi bien dans des bancs monospécifiques que dans des bancs mixtes (avec le listao). Les associations d'oiseaux avec les bancs de thons sont fréquentes et utilisées par les bateaux de pêche pour localiser ces derniers. Les données obtenues par des observateurs installés à bord de canneurs pêchant dans les eaux des Açores ont permis de constater que le type d'association le plus fréquent avec d'autres animaux se produisait avec des oiseaux (*Calonectris diomedea* (Scopoli 1769)), et pouvait atteindre 87,3 % dans le cas du thon obèse (Pereira 2005).

Des bancs plurispécifiques se forment sur les monts sous-marins comme le montrent les données relatives aux captures réalisées par des thoniers senneurs dans l'Atlantique oriental (Ariz *et al.* 2002). L'espèce dominante est le listao (59 %), suivi du thon obèse (22 %), puis de l'albacore (19 %). Bien que la plage de variation soit très étendue selon les années et la situation des monts sous-marins, les captures présentent une composition spécifique semblable à celle qui est obtenue dans la pêcherie sous objets flottants. Les associations observées dans les monts sous-marins, aux Açores, peuvent avoir une origine de type trophique (Pereira op. cit.).

Il existe des indices qui suggèrent que les objets affectent la dynamique et la structure des bancs de thons ainsi que leur écologie alimentaire, et qu'ils pourraient faire office de barrière contre les mouvements et les migrations naturelles (Marsac *et al.* 2000). Par ailleurs, ces effets semblent être plus intenses chez les espèces de thons de petite taille ou chez les juvéniles des thons de grande taille (Fonteneau *et al*. 2000), ce qui accroît la vulnérabilité et le taux de capture des stocks de juvéniles, situation qui pourrait avoir de lourdes conséquences à l'avenir sur la structure de la population et sur le potentiel de reproduction de ces espèces.

Le thon obèse de petite taille, qui est pris à la senne, est capturé dans des eaux de surface chaudes équatoriales, tandis que la plupart des adultes sont capturés par des palangriers, ce qui prouve l'existence d'une stratification verticale selon laquelle les bancs d'adultes demeurent dans des eaux plus profondes que les bancs de juvéniles (Fonteneau et Pallarés 2005).

3.k. Mortalité naturelle

La mortalité naturelle (*M*) est un des paramètres qui a le plus d'importance dans l'évaluation des populations et un des plus difficiles à estimer.

Dans le cas du thon obèse, comme pour d'autres espèces de thonidés, le taux de mortalité naturelle varie avec l'âge (Fonteneau et Pallarés 2005). Les valeurs de *M* qui ont été utilisées dans les dernières évaluations réalisées par l'ICCAT sont supérieures pour les juvéniles pendant les deux premières années de vie (0,8) et inférieures (0,4) pour les âges plus élevés (Anon. 2005a).

D'autres auteurs signalent l'existence de différents taux de mortalité naturelle tout au long du cycle vital. Selon Hampton (2000), le patron de mortalité naturelle doit se diviser en trois phases : mortalité précoce, mortalité stable et sénescence (courbe en « U »), étant donné que les valeurs varient selon l'écologie de l'espèce ou les coûts énergétiques des fonctions biologiques (Anon. 2006).

Fonteneau et Pallarés (op. cit.) suggèrent également de valider l'hypothèse adoptée depuis 1984 (Anon. 1984) selon laquelle la mortalité naturelle des petits individus présente des niveaux semblables à celle des espèces avec lesquelles ils partagent l'habitat et forment des concentrations.

Par ailleurs, on observe un taux de mortalité naturelle spécifique du sexe, qui est plus élevé chez les femelles en raison du coût énergétique de la ponte (Anon. 2006, Harley et Maunder 2003).
Le taux instantané de mortalité obtenu pour les juvéniles (57 cm LF) coïncide avec les estimations antérieures et correspond à 0,62-0,67/an (Gaertner et Hallier 2003) ; ces mêmes auteurs signalent une *M* annuelle de 0,58 pour le thon obèse juvénile dans la région de la Mauritanie et du Sénégal (Gaertner *et al*. 2004).

Fagundes *et al*. (2001) ont utilisé l'équation empirique de Rikhter et Efanov (1976) pour calculer le taux de mortalité naturelle et ont obtenu des valeurs de 0,53, 0,41 et 0,32 par an, respectivement pour les âges de 3, 4 et 5 ans.

4. Distribution et exploitation

4.a. Distribution géographique

Le thon obèse a une présence étendue dans les eaux tropicales et subtropicales des océans Atlantique, Indien et Pacifique, tandis qu'il est absent de la Méditerranée (Collette et Nauen 1983). Son aire de répartition est comprise entre 55º-60º N et 45º-50º S. L'ampleur de cette distribution explique le nombre et la variété des pêcheries qui se sont développées dans le monde entier (**Figure 7**).

Les juvéniles peuplent principalement la région équatoriale, tandis que les adultes atteignent des latitudes plus hautes.

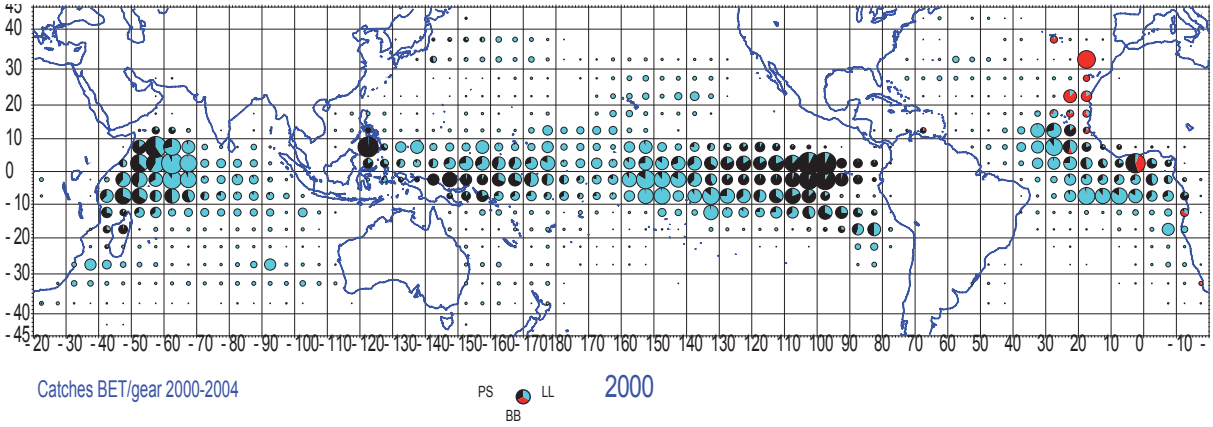


Figure 7. Zones de pêche au thon obèse couvertes par différentes flottilles entre 2000 et 2004 : palangriers (en bleu, LL), senneurs (en noir, PS) et canneurs (en rouge, BB) (Courtoisie d'Alain Fonteneau. 2006).

Distribution dans l'océan Atlantique : à l'est, de l'Irlande jusqu'en Afrique du Sud, et à l'ouest, du sud du Canada jusqu'au nord de l'Argentine.

4.b. Population / Structure du stock

Le marquage-recapture, les études phénotypiques (morphométrie) et les analyses des marqueurs génétiques de l'ADN mitochondrial (ADNmt) et de l'ADN nucléaire (ADNn) sont quelques-unes des méthodes qui ont été utilisées pour identifier les populations et pour déterminer l'origine populationnelle des captures de thon obèse.

Les études de marquage révèlent des migrations transatlantiques du Golfe de Guinée vers l'Atlantique central et oriental (Pereira 1995), et suggèrent l'existence d'un stock unique depuis le milieu des années 80 (Turner 1998). En outre, le thon obèse fraie des deux côtés de l'Atlantique à des latitudes proches de l'équateur (10º N-10º S).

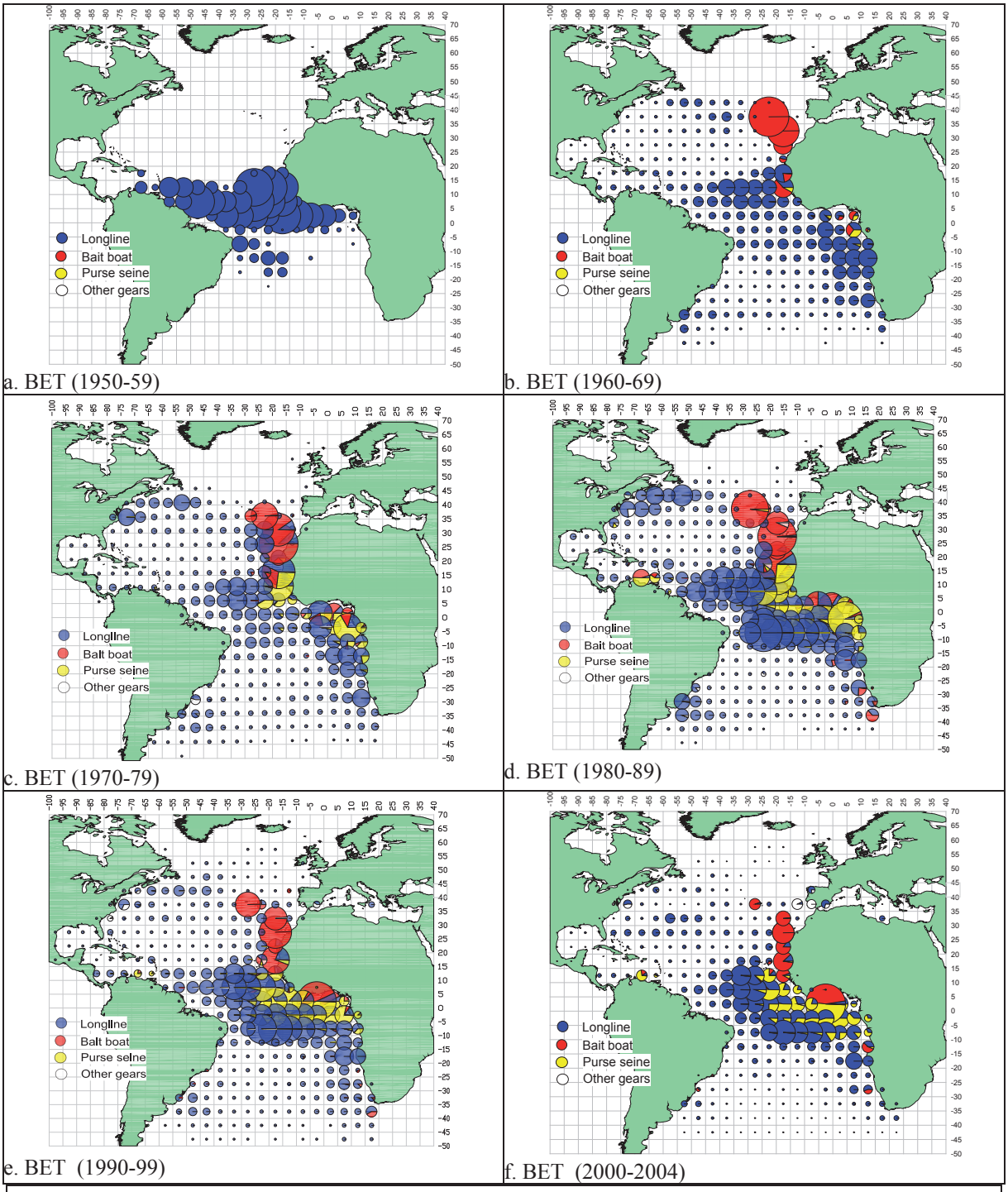
En 1998, Alvarado Bremer *et al*. ont analysé des séquences de l'ADNmt de 248 individus dans les trois océans et ont observé des différences génétiques entre l'Atlantique et l'Indo-Pacifique. L'homogénéité de la population du thon obèse de l'Atlantique a été signalée par Chow *et al*. (2000), après avoir analysé à nouveau, à l'aide d'enzymes de restriction (en prenant ACTO comme locus quasi diagnostique et D-loop comme locus variable), deux séquences d'ADNmt de différente origine géographique. Cette analyse a montré qu'il n'existe pas de flux génétique entre l'océan Atlantique et l'océan Indien.

Dans le cadre du projet BETYP (Anon. 2005), Martínez et Zardoya (2005) ont analysé la structure génétique d'individus provenant de différentes régions atlantiques (Golfe de Guinée, Somalie, Canada, Canaries et Açores) et d'une région de l'océan Indien. Cette fois encore, l'étude de la variance des séquences d'ADNmt n'a pas révélé de différences génétiques entre les échantillons issus des différentes zones géographiques de l'océan Atlantique, mais a confirmé la stabilité des résultats et l'existence d'un clade spécifique de l'Atlantique.

Pour la gestion actuelle du thon obèse, on continue d'accepter l'hypothèse d'un stock unique dans tout l'Atlantique en se fondant sur ce travail relatif à la génétique et sur d'autres évidences comme la distribution spatio-temporelle des poissons et les déplacements des poissons marqués. Ceci dit, il ne faut pas rejeter l'hypothèse prévoyant d'autres scénarios tels que l'existence de stocks au nord et au sud (Anon. 2005a).

4.c. Description des pêcheries : captures et effort

Le stock a été exploité principalement par trois engins (palangrier, canneur et senneur) et par de nombreux pays dans toute son aire de répartition (**Figure 8**). La palangre constitue la pêcherie la plus importante et a représenté 65 % de la capture totale entre 1999 et 2003 (ICCAT 2005).



a. BET (1950-59) b. BET (1960-69)

c. BET (1970-79) d. BET (1980-89)

e. BET (1990-99) f. BET (2000-2004)

Figure 8. Distribution géographique des captures de thon obèse obtenues par les principaux engins et par décennie (Secrétariat de l'ICCAT).

Il existe deux importantes **pêcheries palangrières**, développées par le Japon et le Taïpei chinois, dont la capture a représenté près de 44 % de la capture totale en poids en 2004. La Chine et les Philippines ont commencé à pêcher ces dernières années, respectivement en 1993 et en 1998 (ICCAT 2005).

La pêcherie japonaise commença à opérer en 1956 en ciblant l'albacore et le germon. À la fin des années soixante-dix, elle modifia ses espèces visées au profit du thon obèse dans les eaux tropicales et du thon rouge et du thon rouge du Sud dans les eaux tempérées. Ce changement de cible amena les palangriers qui visaient le thon obèse à concentrer leur effort sur l'Atlantique tropical oriental en introduisant des palangres de profondeur (Anon. 2005a).

L'effort de pêche à la palangre a augmenté pendant la même période en passant de 45 millions d'hameçons à la fin des années soixante-dix pour atteindre un pic de 120 millions d'hameçons en 1996. De 2000 à 2001, le nombre d'hameçons a diminué de 99 à 78 millions. Les captures de la palangre japonaise ont suivi une tendance ascendante en passant de 15 000 t dans les années soixante à 35 000 t au début des années quatre-vingt-dix, année où la tendance s'est inversée pour retomber à 15 200 t en 2004 (Anon. 2005a).

Pour la flottille palangrière du Taïpei chinois, le thon obèse représente une des espèces les plus importantes depuis 1990, sachant que les captures de cette espèce sont passées des 8 000 t à la fin des années soixante à quelque 20 000 t à la fin des années quatre-vingt-dix. La capture annuelle a été limitée, à partir de 1998, à 16 500 t et à 125 bateaux, mais l'introduction de 10 bateaux immatriculés sous des pavillons de complaisance a fait en sorte que les captures se sont maintenues autour de 18 000 t pendant la période 2002-2003 (Anon. 2005a).

Les activités des palangriers illicites, non déclarés et non réglementés (INN) opérant sous des pavillons de complaisance semblent avoir commencé au début des années 80 et ont pris une importance significative depuis lors. Les captures réalisées par ces bateaux ont été estimées, mais sont considérées imprécises. Les estimations indiquent un pic dans les captures non déclarées de 25 000 t en 1998, qui a été suivi d'une rapide réduction. Cette réduction reflète une meilleure déclaration par les pays/entités impliqués dans ces activités ainsi que les efforts mis en œuvre par les pays palangriers qui ont collaboré à la diminution du nombre de bateaux INN (Anon. 2005a).

Les tailles du thon obèse pêché à la palangre varient entre les tailles moyennes et grandes (**Figure 9**), les poids moyens se situant entre 45 et 50 kg (Anon. 2005a).

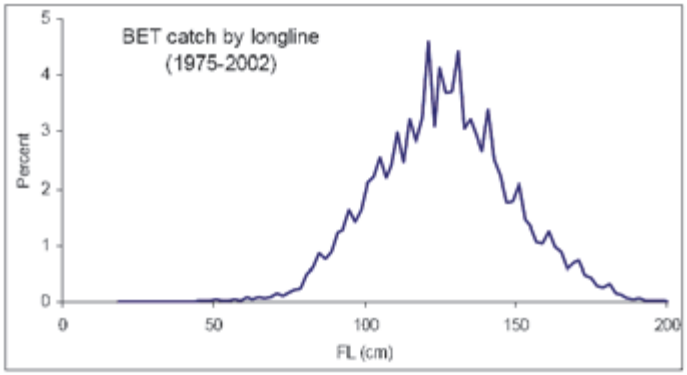


Figure 9. Distribution des tailles du thon obèse dans les captures des pêcheries palangrières.

Les principales **pêcheries de canneurs** sont établies au Ghana, au Sénégal, aux Canaries, à Madère et aux Açores. Elles ont commencé à opérer au début des années soixante (Anon. 2005a).

Les captures obtenues au Ghana se composent principalement de thons de petites dimensions, dont le thon obèse, provenant de bancs libres. La côte africaine abrite plusieurs pêcheries dont l'une est établie à Dakar et a commencé à opérer en 1956 dans les zones côtières du Sénégal et de la Mauritanie où la pêche au thon obèse a un caractère saisonnier, de mars à novembre (Anon. 2005a).

Les pêcheries de senneurs et de canneurs du Ghana ont introduit vers 1991 une technique de pêche comprenant des dispositifs de concentration de poissons (DCP). D'une façon similaire, les flottilles de canneurs opérant au Sénégal et aux Canaries pratiquent la pêche de mattes de thons comme variante de ce type de pêche en utilisant les bateaux comme des DCP. L'utilisation de ces techniques semble avoir amélioré l'efficacité de la pêche et avoir contribué à l'augmentation des captures de thon obèse (ICCAT 2003, Fonteneau et Diouf 1994).

Dans plusieurs archipels de l'Atlantique oriental, les espèces de thonidés ciblées varient en fonction de l'époque de l'année. Ceci dit, le poids moyen de thon obèse tourne autour de 19-20 kg et les meilleures prises de cette espèce sont observées entre les mois d'avril et juillet, aux Açores, et entre les mois de mars et juillet, à Madère. On a constaté ces dernières années une diminution des captures à Madère et aux Açores, qui est probablement due aux conditions ambiantes. Aux Canaries, la période de pêche maximale s'étend de mars à octobre (Anon. 2005a).

La capture totale des canneurs obtenue dans les années quatre-vingts se situe entre 7 000 et 15 500 t, avec un pic de 17 651 t en 1985. Dans les années quatre-vingt-dix, les captures se sont maintenues au-dessus de 16 000 t, atteignant un pic de 25 552 t en 1995. À partir de 2000, les captures ont diminué de façon considérable pour retomber à un total de 9 932 t en 2003 et de 14 107 t en 2004 (ICCAT 2006).

Les tailles du thon obèse pêché par les canneurs varient entre les petites et grandes dimensions, les poids moyens se situant entre 20 et 30 kg (Anon. 2005a).

La **Figure 10** montre la distribution des tailles du thon obèse capturé par les pêcheries de canneurs à Dakar.

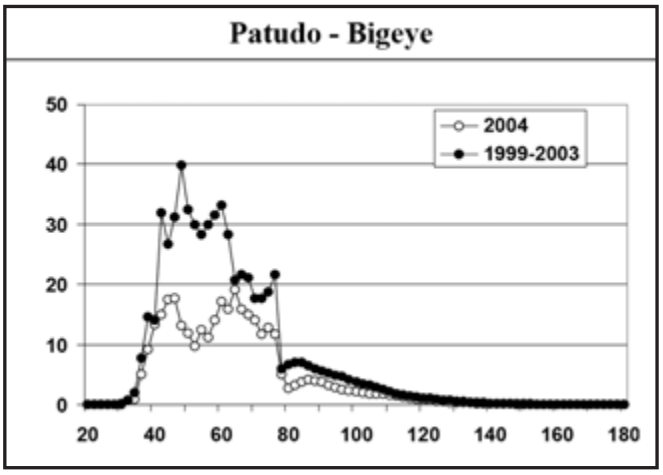


Figure 10. Distribution des tailles des captures de thon obèse (en nombre) dans les pêcheries de canneurs à Dakar (Pianet *et al.* 2006).

Les **pêcheries de senneurs** tropicaux opèrent dans le Golfe de Guinée et au large du Sénégal dans l'Atlantique oriental. Les flottilles sont composées par des bateaux de CE-France, de CE-Espagne, du Ghana et par d'autres bateaux sous pavillon de complaisance qui appartiennent à des armateurs européens. Le nombre total de senneurs européens et associés était de 71 unités en 1990 et s'est stabilisé autour de 40-45 unités à partir de 1998 ; certains de ces senneurs sont associés à des bateaux d'appui et pratiquent la pêche sous objets (Anon. 2005a).

La pêcherie des senneurs tropicaux occidentaux se constitue principalement de la flottille vénézuélienne dont les captures de thon obèse sont très limitées (moins de 500 t/an) (Anon. 2005a).

Les captures totales obtenues par la pêcherie de senneurs dans les années quatre-vingts se situent au-dessus de 6 000 t, avec un pic de 16 063 t en 1984. Suite à l'introduction des DCP en 1991, les captures ont augmenté dans les années quatre-vingt-dix au-delà des 15 000 t, atteignant 30 074 t en 1994. Entre 2000 et 2004, les captures ont subi des fluctuations allant de 22 237 t en 2003 à 13 388 t en 2004 (ICCAT 2006).

Les thons obèses pêchés par les senneurs sont de petites tailles et ont des poids moyens de 3 à 4 kg (Anon. 2005a). La **Figure 11** montre les distributions des tailles du thon obèse capturé à la senne, sous des objets flottants et dans des bancs libres.

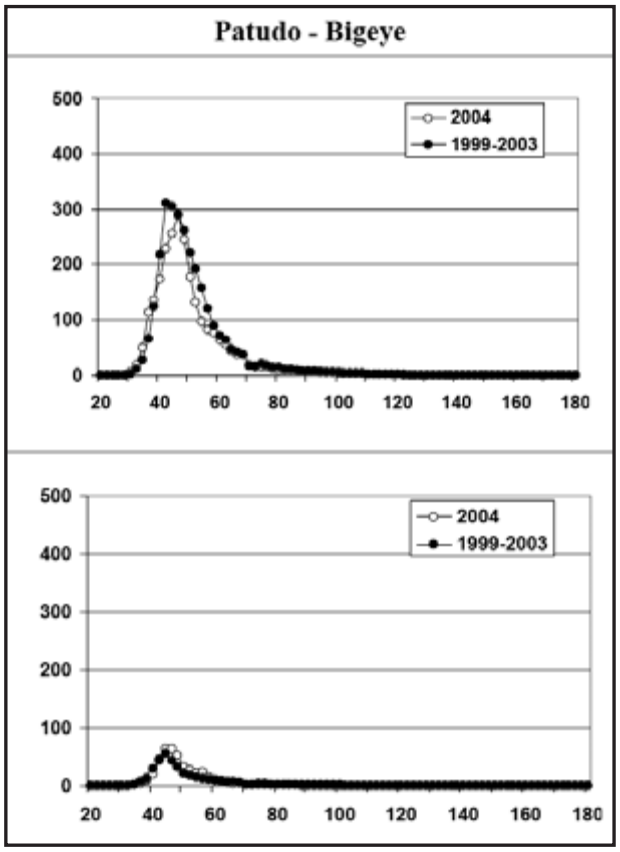


Figure 11. Distribution des tailles des captures de thon obèse (en nombre) obtenues par les pêcheries de senneurs (Pianet *et al.* 2006).

La capture totale annuelle de ces trois pêcheries a augmenté jusqu'au milieu des années 70 pour atteindre 60 000 t, puis a fluctué pendant les 15 années suivantes. Elle s'élevait à 95 000 t en 1991 et n'a cessé d'augmenter pour atteindre un maximum historique de près de 130 000 t en 1994. Depuis lors, la tendance la plus significative qui a été observée dans ces pêcheries est la diminution générale des captures obtenues avec tous les engins après le chiffre record atteint en 1999 (121 000 t). En 2004, la capture totale déclarée était d'environ 72 000 t, chiffre le plus bas depuis 1989 et qui représente une baisse d'environ 12 000 t par rapport à 2003 (ICCAT 2006).

La diminution des captures palangrières peut être attribuée principalement à la baisse des captures INN estimées et des captures japonaises, tandis que, de façon générale, les captures des autres pays/entités se sont maintenues. D'autres engins (senneur et canneur) ont également enregistré une diminution semblable, mais plus variable. La diminution des captures japonaises est liée à la réduction de l'effort de pêche ainsi qu'à une CPUE (capture par unité d'effort) décroissante dans les principaux lieux de pêche des eaux tropicales (ICCAT 2005).

Certains changements sont intervenus dans les pêcheries qui visent le thon obèse. Il s'agit du redressement des captures obtenues dans les pêcheries de canneurs des îles septentrionales (Açores et Madère) après quatre ans de faibles captures (2000-2003). On a également observé un autre changement dans la zone de pêche de la pêcherie palangrière japonaise dans la mesure où une partie de la flottille opère, depuis 2001 environ, dans l'Atlantique Nord central, entre 25º-35º N et 40º-75º W. Outre les changements affectant les pêcheries qui ont été cités plus haut, plusieurs pays ont augmenté de façon significative leurs captures en 2004, même si la hausse en chiffres absolus est peu importante. C'est le cas des Philippines (1 850 t), du Venezuela (1 060 t) et de la Corée (630 t). On estime que la capture déclarée actuellement par le Taïpei chinois pour 2003 est sous-estimée, ce qui

l'obligera à présenter prochainement une nouvelle estimation des captures de thon obèse pour 2003, qui devrait être supérieure à la déclaration actuelle (ICCAT
2005).

5. Bibliographie

ALVARADO BREMER, J. R., B. Stequert, N.W. Robertson & B. Ely. 1998. Genetic evidence for inter-oceanic subdivision of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) populations. Marine Biology, 132: 547-557.

ALVES, A., P. De Barros & M. R. Pinho. 1998. Age and growth of bigeye tuna *Thunnus obesus* captured in the Madeira Archipelago. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 48(2): 277-283.

AMBROSE, D.A. 1996. Scombridae: Mackerels and tunas, In Moser, H. G. (Ed.), The early stages of fishes in the Californian current region. CalCOFI, Atl. 33: 1270-1285.

ANON. 1984. Working group meeting on juvenile tropical tuna (France, 12-21 July). Scientific Doc. Col. ICCAT, 21(1): 119-187.

ANON. 1990. Manual de operaciones para las estadísticas y el muestreo de túnidos y especies afines en el océano Atlántico. CICAA. Madrid, 185 pp.

ANON. 2005. Simposio de 2004 de ICCAT sobre el Programa Año del Patudo. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(1): 3-60.

ANON. 2005a. Informe de la Reunión de Evaluación del Stock de Patudo de CICAA en 2004 (Madrid, 28 de junio a 3 de julio de 2004). Scientific Doc. Col. ICCAT, 58(1): 1-110.

ANON. 2006. Report of the 2005 ICCAT workshop on methods to reduce mortality of juvenile tropical tunas (Madrid, 4-8 Julio, 2005). Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 59(2): 347-410.

ARIZ J., J.C. Santana, A. Delgado de Molina & R. Delgado de Molina. 1995. Estudio de la modalidad de pesca sobre "manchas" de túnidos en las Islas Canarias. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 44(2): 262-271.

ARIZ J., P. Pallarés, J. C. Santana & A. Delgado de Molina. 2002. Explotación de los bancos de túnidos tropicales asociados a montes submarinos, en el Océano Atlántico, por la flota de cerco española. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 54(1): 96-106.

ARIZ J., P. Pallarés, J. C. Santana, R. Delgado de Molina, R. Sarralde & A. Delgado de Molina. 2006. Estadísticas españolas de la pesquería atunera tropical, en el Océano Atlántico, hasta 2004. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 59(2): 475-496.

ARIZ, J., A. Delgado de Molina, A. Fonteneau, F.G. Costas & P. Pallarés. 1993. Logs and tunas in the eastern tropical Atlantic. A review of present knowledges and uncertainties. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 40(2): 421-446.

BARD, F.X. & J.B. Amon Kothias. 1986. Résultats des campagnes e marquage de thonidés tropicaux menées par la Côte d'Ivoire (1983-1984). Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 25(1): 30-36.

BARD, F.X., P. Cayré & T. Diouf. 1991. Migraciones, In Fonteneau, A. & J. Marcille (Eds.), Recursos, pesca y biología de los túnidos tropicales del Atlántico centro-oriental. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 37(1): 120-168.

BERTALANFFY, von L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). Hum. Biol., 10(2): 181-213.

BERTRAND A., F.X. Bard & E. Josse. 2002. Tuna food habits related to the micronekton distribution in French Polynesia. Marine Biology, 140: 1023-1037.

BONNATERRE, J.P. 1788. Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature. Ichthyologie. Paris. Tabl. Encyclop. Méthod. Ichthyol., 215 pp.

BRAUER, A. 1902. Diagnosen von neuen Tiefseefischen, welche von der Valdivia-Expedition gesammelt sind. Zool. Anz.: 277-298.

BRILL, R.W., B.A. Block, C.H. Boggs & K.A. Bigelow. 1999. Horizontal movements and depth distribution of large adult yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) near the Hawaiian Islands, recorded using ultrasonic telemetry: implications for the physiological ecology of pelagic fishes. Marine biology 133: 395-408.

BRILL, R.W., K.A. Bigelow, M.K. Musyl, K.A. Fritsches & E.J. Warrant. 2005. Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) behaviour and physiology and their relevance to stock assessments and fishery biology. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(2): 142-161.

CARPENTER, K. E. (Ed.). 2002. The living marine resources of the western central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (*Opistognathidae* to *Molidae*), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO: 1375-2127.

CASTELNAU, F.L. 1872. Contribution to the ichthyology of Australia. No. 1.--The Melbourne fish market (pp. 29-242). No. II.- Note on some South Australian fishes (pp. 243-247). Proc. Zool. Acclim. Soc. Victoria: 29-247.

CAYRÉ, P. 1987. L'oxygène dissous et la répartition des thons (albacore, listao et patudo) dans l´océan Atlantique. La Pêche Maritime, 1306 : 92-95.

CAYRÉ, P. & T. Diouf. 1981. Croissance du thon obèse (*Thunnus obesus*) de l'Atlantique d'après les résultats de marquage. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 20(1): 180-187.

CAYRÉ, P., B. Amon Kothias, T. Diouf & J.M. Stretta. 1988. Biología de los atunes, In Fonteneau A., J. Marcillé (Eds.), Recursos, pesca & biología de los túnidos tropicales de Atlántico centro-oriental. FAO Doc. Tec. Pesq., 292, 391 pp.

CHAMPAGNAT, C. & R. Pianet. 1974. Croissance du patudo (*Thunnus obesus*) dans les régions de Dakar et de Pointe-Noire. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 2(1): 141-144.

CHOO, W. I. 1976. Relationship between length and weight of yellowfin and bigeye tuna from eastern Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 5(1): 72-81.

CHOW, S., H. Okemoto, N. Miyabe, K. Hiramatsu & N. Barut. 2000. Genetic divergence between Atlantic and Indo-pacific stocks of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) and admixture around South Africa. Molecular Ecology, 9: 221-227.

CHOW, S., K. Nohara, T. Tanabe, T. Itoh, S. Tsuji, Y. Nishikawa, S. Ueyanagi & K. Uchikawa. 2003. Genetic and morphological identification of larval and small tuna juveniles. Bull. Fish. Res. Agen., 8: 1-14.

CHUR, V. N. & N. V. Krasovskaya. 1980. Dependence of the mass of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) of the tropical part of the Atlantic Ocean on the length. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 9(2): 291-293.

COLLETTE, B. B. 1995. Scombridae. Atunes, bacoretas, bonitos, caballas, estorninos, melva, etc…p. 1521-1543, In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V. Niem (Eds.) Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacifico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, Rome.

COLLETTE, B. B. & C. E. Nauen. 1983. FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish. Synop., 125(2), 137 pp.

CUVIER, G. & A. Valenciennes. 1850. Histoire naturelle des poissons. Tome vingt-deuxième. Suite du livre vingt-deuxième. Suite de la famille des Salmonoïdes. Table générale de l'Histoire Naturelle des Poissons, 91 pp.

CUVIER, G. & Valenciennes, A. 1832. Histoire naturelle des poissons. Tome huitième. Livre neuvième. Des Scombéroïdes. Hist. Nat. Poiss.: 1-509.

DAGORN, L., P. Bach & E. Josse. 2000. Movement patterns of large bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the open ocean, determined using ultrasonic telemetry. Mar. Biol. 136(2): 361-371.

DELGADO de MOLINA A., J. C. Santana, J. Ariz & R. Delgado de Molina. 1996. Seguimiento de la modalidad de pesca sobre manchas de túnidos en las Islas Canarias. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 45(3): 215-223.

DELGADO de MOLINA A., R. Sarralde, P. Pallarés, J.C. Santana, R. Delgado de Molina & J. Ariz. 2005a. Estimación de capturas de las especies accesorias & de los descartes en la pesquería de cerco de túnidos tropicales en el Océano Atlántico oriental, entre 2001 y 2004. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 58(1): 385-404.

DELGADO de MOLINA, A. & J. C. Santana. 1986. Estimación de la edad y crecimiento del patudo (*Thunnus obesus*, Lowe, 1939) capturado en las Islas Canarias. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 25(1): 130-137.

DELGADO de MOLINA, A., J. Ariz, R. Delgado de Molina & J. C. Santana, P. Pallarés. 2005b. Análisis de los datos de marcado de patudo en las Islas Canarias. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(1): 100-115.

DELGADO de MOLINA, A., R. Delgado de Molina, J. C. Santana & J. Ariz. 2002. Nota sobre el marcado de patudo dentro del BETYP. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 54(1): 237-245.

DICKSON K. A. & J. B. Graham. 2004. Evolution and consequences of endothermy in fishes. Physiological and Biochemical Zoology 77(6): 998-1018.

DRAGANIK, B. & W. Pelczarski. 1984. Growth and age of bigeye tuna in the Central Atlantic as per data gathered by R/V "Wieczno". Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 20(1): 96-103.

FAGUNDES, L., C. A. Arfelli & A. F. De Amorim. 2001. Parâmetros de crescimento de mortalidade da albacore-bandolim, *Thunnus obesus*, capturada no litoral sudeste-sul do Brasil (1977-95). Boletim do Instituto de Pesca, Sâo Paulo, 27(2): 175-184.

FONTENEAU, A., & Diouf, T., (1994). An efficient way of bait fishing for tunas recently developed in Senegal. Aquat. Living Resources 7(3): 139–151.

FONTENEAU, A. & J. Marcille Eds. 1991. Recursos, pesca y biología de los túnidos tropicales del Atlántico centro-oriental. CICAA, 423 pp.

FONTENEAU, A. & P. Pallarés. 2005. Tuna natural mortality as a function of their age: the bigeye tuna (*Thunnus obesus*) case. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(2): 127-141.

FONTENEAU, A., J. Ariz, A. Delgado de Molina, P. Pallarés & R. Pianet. 2005. A comparison of bigeye (*Thunnus obesus*) stocks and fisheries in the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(2): 41-66.

FONTENEAU, A., J. Ariz, D. Gaertner, V. Nordström & P. Pallarés. 2000. Observed changes in the species composition of tuna schools in the Gulf of Guinea between 1981 and 1999, in relation with Fish Aggregating Devices fishery. Aquat. Living Resour., 13: 253-257.

FRIMODT, C. 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England, 215 pp.

FROESE, R. & D. Pauly. Editors. 2006. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2006).

GAERTNER, D. & J. P. Hallier. 2003. Estimate of natural mortality of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Atlantic from tag attrition model. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 55(5): 1868-1879.

GAERTNER, D., J. P. Hallier & M. N. Maunder. 2004. A tag attrition model as a means to estimate the efficiency of two types of tags used in tropical tuna fisheries. Fishery Research, 69: 171-180.

GAIKOV, V. Z. 1983. The dynamics of maturation and sex ratio of bigeye tuna (*Thunnus obesus*, Lowe) in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 18(2): 347-354.

GAIKOV, V. Z., V. N. Chur, V. L. Zharov & Yu. P. Fedoseev. 1980. On age and growth of the Atlantic bigeye tuna. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 9(2): 294-302.

GRAHAM J. B. & Diener, D. R. 1978. Comparative morphology of the central heat exchangers in the skipjacks *Katsuwonus* and *Euthynnus*, In G.D. Sharp & A.E. Dizon, (Eds.), The physiological ecology of tunas. Academic press, New York: 113-133.

GRAHAM, J. B. & K. A. Dickson. 2004. Tuna comparative physiology. The Journal of Experimental Biology 207: 4015-4024.

GRAVES, J. E., M. A. Simovich & K.M. Schaefer. 1988. Electrophoretic identification of early juvenile yellowfin tuna, *Thunnus albacares*. Fish. Bull. NOAA-NMFS, 86: 835–8.

GUNN, J. & B. A. Block. 2001. Advances in acoustic, archival and pop-up satellite tagging of tunas. Tunas: ecological physiology and evolution. Academic Press, San Diego, C.A.: 167-224.

HALLIER, J. P. 2005. Movements of tropical tunas from the tuna associated baitboat fishery of Dakar and from BETYP and historical tagging operations in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(1): 76-99.

HALLIER, J. P., & Delgado de Molina, A., 2000. Bait boat as a tuna aggregating device. Le canneur: un dispositif de concentration des thons, Edition Ifremer. In: Le Gall, J.-Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds.), Pêches thonières et dispositifs de concentration de poissons, 28. Actes Colloques, pp. 553–578.

HALLIER, J. P., B. Stequert, O. Maury & F. X. Bard. 2005. Growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Atlantic Ocean from tagging-recapture data and otolith readings. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(1): 181-194.

HAMPTON, J. 2000. Natural mortality rates in tropical tunas: size really does matter. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 57: 1002-1010.

HAMPTON, J., K. Bigelow & M. Labelle. 1998. A summary of current information on the biology, fisheries and stock assessment of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Pacific Ocean, with recommendations for data requirements and future research. Noumea, New Caledonia, SPC, Tech. Rep., 36: 1-46.

HARLEY, S. & M.N. Maunder. 2003. A simple method for age-structured natural mortality based on changes in sex ratios.

HOYLE, W.E. 1885. Diagnosis of new species of Cephalopoda collected during the cruise of H.M.S. "Challenger" - I. The Octopoda. Annals and Magazine of Natural History, (series 5) 15: 222-236.

ICCAT. 2003. Report of biennial period 2002-2003. I Part (2002) – Vol. 2. ICCAT. Madrid, 223 pp.

ICCAT. 2005. Report of biennial period, 2004-05. I Part (2004) – Vol. 2. ICCAT. Madrid, 223 pp.

ICCAT. 2006. Report of biennial period, 2004-05. II Part (2005) – Vol. 2. ICCAT. Madrid, 225 pp.

JORDAN, D.S. & E.C. Starks. 1895. The fishes of Puget Sound. Proc. Calif. Acad. Sci. (Ser. 2): 785-855.

KIKAWA, S. 1953. Observations on the spawning of the big-eyed tuna (*Parathunnus mebachi Kishinouye*) near the Southern Marshall Islands. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Contr., 1(42), 10 pp.

KUME, S. & J. Joseph. 1966. Size composition, growth, and sexual maturity of bigeye tuna, *Thunnus obesus* (Lowe), from Japanese long-line fishery in the eastern Pacific Ocean. Bull. IATTC, 11(2): 47-99.

LEBOURGES-DHAUSSY A., E. Marchal, C. Menkès, G. Champalbert & B. Biessy. 2000. Vinciguerria nimbaria (micronekton), environment and tuna: their relationships in the eastern Tropical Atlantic, 23(4): 515-528.

LENARZ, W.H. 1971. Length-weight relations for five Atlantic Scombrids. Fish. Bull., 72(3): 848-851.

LIMING, S., X. Liuxiong & C. Xinjun. 2005a. Preliminary analysis of the fork length-weight relationships and round weight-dressed weight relationships of bigeye tuna sampled from China longlining fleet in Central Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 58(1): 283-291.

LINNAEUS, C. 1758. Systema Naturae, Ed. X. (Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio decima, reformata.) Holmiae. Systema Nat, 824 pp.

LINS OLIVEIRA, J.E., J.A. Vasconcelos, P. Travassos, J. García Jr. & J.P. Aldatz. 2005. Length-weight relationships and length-length conversions of tunas and swordfish in the northeast Brazil. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 58(5): 1724-1728.

LOWE, R. 1839. A supplement to a synopsis of the fishes of Madeira. Proc. Zool. Sic. Lond.: 76-92.

LOWE, T.E., R.W. Brill & K.L. Cousins. 2000. Blood oxygen-binding characteristics of bigeye tuna (*Thunnus obesus*), a high-energy-demand teleost that is tolerant of low ambient oxygen. Marine Biology. 136: 1087-1098.

MARCILLE, J., C. Champagnat & N. Armada. 1978. Croissance du patudo (*Thunnus obesus*) de l'océan Atlantique intertropical oriental. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, ORSTOM, 9(1): 73-81.

MARSAC, F., A. Fonteneau & F. Ménard. 2000. Drifting FADs used in tuna fisheries: an ecological trap? Proceedings of the International Symposium on tuna fishing and fish aggregating devices. October 1999, Martinique. Le Gall, J., Cayré, P. and Taquet, M. (Eds.) IFREMER, Plouzane, France: 537-552.

MARTÍNEZ, P. & R. Zardoya. 2005. Genetic structure of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(1): 195-205.

MATSUMOTO, T. & N. Miyabe. 2002. Preliminary report on the maturity and spawning of bigeye tuna *Thunnus obesus* in the Central Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 54(1): 246-260.

MATSUMOTO, T., H. Saito & N. Miyabe. 2005. Swimming behavior of adult bigeye tuna using pop-up tags in the Central Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(1): 151-170.

MAURY, O. 2005. How to model the size-dependent vertical behaviour of bigeye (*Thunnus obesus*) tuna in its environment? Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(2): 115-126.

MÉNARD F., A. Fonteneau, D. Gaertner, V. Nordström, B. Stéquert & E. Marchal. 2000a. Exploitation of small tunas by a purse-seine fishery with fish aggregating devices and their feeding ecology in an eastern Tropical Atlantic ecosystem. ICES Jorurnal of Marine Science, 57: 525-530.

MÉNARD F., B. Stéquert, A. Rubin, M. Herrera & E. Marchal. 2000b. Food consumption of tuna in the Equatorial Atlantic ocean: FAD-associated versus unassociated schools. Aquatic Living Resources. 13: 233-240.

MIYABE, N. 1984. On the growth of yellowfin and bigeye tuna estimated from the tagging results. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 20(1): 117-122.

MIYABE, N. 1987a. A note on the movement of bigeye tuna based on tagging experiments. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 26(1): 105-110.

MIYABE, N. 1987b. A review of the biology and fisheries for bigeye tuna, *Thunnus obesus*, in the Pacific Ocean. Interactions of Pacific tuna fisheries. Vol. 2. Papers on biology and fisheries. FAO Corporate Document Repository.

MIYABE, N. 2003. Recent sex ratio data of the bigeye tuna caught by the Japanese longline fishery in the Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 55(5): 2028-2039.

MORITA, Y. 1973. Conversion factors for estimating live weight from gilled-and-gutted weight of bigeye and yellowfin tunas. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., 9, November: 109-121.

NIKAIDO, H., N. Miyabe & S. Ueyanagi. 1991. Spawning and frecuency of bigeye tuna, *Thunnus obesus*. Bull., Nat. Res. Inst. Far Seas Fish., 28: 47-73.

PARKS, W., F. X. Bard, P. Cayré, S. Kume & A. Santos Guerra. 1982. Length-weight relationships for bigeye tuna captured in the Eastern Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 17(1): 214-225.

PEREIRA, J.G. 1984. Croissance du patudo (*Parathunnus obesus*) de l'Atlantique. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 21(2): 143-454.

PEREIRA, J.G. 1985. Observations sur le sex ratio de patudo (*Thunnus obesus*) aux Açores. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 23(2): 237-241.

PEREIRA, J.G. 1987. Maturité sexuelle et sex ratio des patudos captures aux Açores. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 26(1) : 168-173.

PEREIRA, J. G. 1995. Etat d'exploitation du stock de patudo. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 44(2): 272-280.

PEREIRA, J.G. 1996. Tuna schools in the Azores. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 46(3): 236-247.

PEREIRA, J.G. 2005. Behavior of bigeye tuna a baitboat fishery. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(1): 116-128.

PIANET, R., P. Pallares, V. Nordström, A. Hervé, A. Delgado, J. Ariz et R. Sarralde. 2006. Statistiques de la pêcherie thonière européenne et assimilée durant la période 1991-2004. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 59(2): 431-452.

QUOY, J.R. C. & J.P. Gaimard. 1825. Description des Poissons. Chapter IX, En, Freycinet, L. de, Voyage autour du Monde...exécuté sur les corvettes de L. M. "L'Uranie" et "La Physicienne," pendant les années 1817, 1818, 1819 et 1820. Paris. Voyage Uranie, Zool.: 192-401.

REINER, F. 1996. Catálogo dos peixes do Arquipélago de Cabo Verde. Publicações avulsas do IPIMAR No. 2, 339 pp.

RICHARDS, W.J. 2006. Sombridae: Mackerels and tunas, In Richards, W.J.(Ed.), Early stages of Atlantic fishes. An identification guide for the western central North Atlantic. Boca Ratón, CRC Press, 1(191): 1187-1228.

RICHARDS, W.J. & T. Potthoff. 1973. Analysis of the taxonomic characters of young Scombrid fishes, genus *Thunnus*. In The early life history of fish. NMFS: 624-648.

RICHARDS, W.J., T. Potthoff & J. M. Kim. 1990. Problems identifying tuna larvae species(Pisces: Scombridae: *Thunnus*) from the Gulf of Mexico. Fish. Bull. U.S., 88: 607-609.

RIKHTER, V.A. & V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res. Doc., 76/IV/8, 12 pp.

RUDOMIOTKINA, G.P. 1983. Areas, periods and conditions of bigeye tuna, *Thunnus obesus*(Lowe), spawning in the tropical part of the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 18(2): 355-362.

SAKAMOTO, S. 1969. Preliminary review on the regional change in size composition, sex-ratio and gonad index of the Atlantic bigeye caught by tuna longline fishery. Bull. Far. Seas Fish. Res. Lab., 1: 49-56.

SCHAEFER, K. 1996. Spawning time, frequency and batch fecundity of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, from Clipperton Atoll in the eastern Pacific Ocean. Fish. Bull., 94: 98-112.

SCHAEFER, K.M., D.W. Fuller & N. Miyabe. 2005. Reproductive biology of bigeye tuna(*Thunnus obesus*) in the Eastern and Central Pacífic Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull., 23(1): 1-31.

SHARP, G.D. & Pirages, S. 1978. The distribution of red and white swimming muscles, their biochemistry, and the biochemical phylogeny of selected scombrid fishes. Pp. 41-78, In G.D. Sharp & A.E. Dizon, eds. The physiological ecology of tunas. Academic press, New York.

SHOMURA, R.S. & B.A. Keala. 1963. Growth and sexual dimorphism in growth of bigeye tuna(*Thunnus obesus*). A preliminary report. FAO Fish. Rep., 6(3): 1409-1417.

SMITH, A. 1828. Descriptions of new, or imperfectly known objects of the animal kingdom, found in the south of Africa. So. Afr. Commercial Advertiser 2.

STEQUERT, B. & F. Marsac. 1989. Tropical tuna - surface fisheries in the Indian Ocean. FAO Fish. Tech. Pap., No 282, Rome, FAO, 238 pp.

STUNKARD. 1962. Caballerocotyla klawei sp. n., a monogenetic trematode from the nasal capsule of *Neothunnus macropterus*. J Parasitol, 48: 883-890.

SUDA, A. & S. Kume. 1967. Survival and recruit of bigeye tuna in the Pacific Ocean, estimated by the data of tuna longline catch. Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., 25: 91-104.

TANING, A.V. 1928. Synopsis of the scopelids in the North Atlantic. Vidensk. Medd. Dansk Naturh. Foren. 86: 4-69.

TURNER, S. C. 1998. Stock structure and mixing. Detailed Report, Tuna Symposium. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 50(1): 17-24.

UEYANAGI, S. 1966. On the red pigmentation of larval tuna and its usefulness in species identification. Rep. Nankai. Reg. Fish. Res. Lab. 24: 41-48.

UEYANAGI, S., Y. Nishikawa & S. Tsuji. 1997. Identification and occurrence of *Thunnus* larvae collected from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea by the Shoyo-Maru cruise in 1994 with the review of recent identification study of larval *Thunnus*. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 46(2): 181-185.

WEBER, E. 1980. An analysis of Atlantic bigeye tuna(*Thunnus obesus*) growth. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 9(2): 303-307.

YASUTAKE H., G. Nishi & K. Mori. 1973. Artificial fertilization and rearing of bigeye tuna(*Thunnus obesus*) on board, with morphological observations on embryonic through to early post-larval stage. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. 8, June: 71-78.

ZAVALA-CAMIN, L.A. 1977. Distribución del patudo(*Thunnus obesus*) en el sudeste y sur del Brasil(1969-1977). B. Inst. Pesca. Sao Paulo, 5(1): 40-50.