

## RAPPORT DE LA RÉUNION 2008 D'ÉVALUATION DES STOCKS D'ALBACORE ET DE LISTAO DE L'ICCAT

*(Florianópolis, Brésil – du 21 au 29 juillet 2008)*

### 1 Ouverture, adoption de l'ordre du jour et organisation des sessions

La réunion a été ouverte par M. Papa Kebe, au nom de M. Driss Meski, Secrétaire exécutif de l'ICCAT. M. Kebe a remercié le Gouvernement brésilien d'accueillir la réunion et d'assurer toute la logistique. Le Dr Joan G. Pereira, Rapporteur général du Groupe d'espèces tropicales, a présidé la réunion.

L'ordre du jour (**Appendice 1**) a été adopté avec de légères modifications. La liste des participants se trouve à l'**Appendice 2**. La liste des documents présentés à la réunion est jointe à l'**Appendice 3**. Les personnes suivantes ont assumé les fonctions de rapporteurs :

P. Pallarés	Points 1, 9 et 10
H. Murua, L.V. González-Ania,	
P. Kebe, G. Scott	Point 2
A. Delgado de Molina, J. Ariz,	
P. Bannerman, E. Chassot	Point 3
H. A. Andrade, K. Ramírez	Point 4
S. Cass-Calay, K. Satoh	Points 5.1, 6.1 et 7.1
V. Restrepo, P. De Bruyn,	
J. Walters, E. Chassot	Points 5.2, 6.2 et 7.2
G. Scott et G. Díaz	Point 8

### 2 Examen des informations biologiques

#### 2.1 *Albacore*

L'albacore est une espèce tropicale et subtropicale qui est surtout répartie dans les eaux océaniques épipelagiques des trois océans. Les tailles exploitées vont de 30 cm à 170 cm; la maturité est atteinte à environ 100 cm. Les petits poissons (juvéniles) forment des bancs associés à des listaos et à des juvéniles de thon obèse, et ne se trouvent que dans les eaux proches de la surface, tandis que les grands poissons forment des bancs dans les eaux de surface comme de subsurface. La reproduction chez les femelles s'est avérée très variable. La principale zone de frai se trouve dans la zone équatoriale du Golfe de Guinée et la reproduction a surtout lieu de janvier à avril. Les juvéniles se trouvent généralement dans les zones côtières du continent africain. Par ailleurs, la reproduction intervient dans le Golfe du Mexique, dans le sud-est de la mer des Caraïbes et au large du Cap-Vert. On ne connaît pas toutefois l'importance relative de ces zones de frai. Même si, de par leur localisation si distincte, ces zones de frai pourraient impliquer des stocks distincts ou une répartition sensiblement hétérogène de l'albacore, on postule l'existence d'un stock unique pour tout l'Atlantique comme hypothèse de travail, compte tenu des données indiquant que les albacores sont répartis sans discontinuité dans tout l'Atlantique tropical et de la récupération de marques d'ouest vers l'est sur une base régulière. Les mâles prédominent les prises de grands poissons.

La mortalité naturelle est supposée être plus élevée pour les juvéniles que pour les adultes, comme l'indiquent les études de marquage réalisées dans d'autres océans. Les données de marquage ont signalé que les taux de mortalité naturelle sont tributaires de la taille pour le thon obèse, le listao et l'albacore dans l'océan Pacifique tropical occidental (Hampton, 2000). En résumé, ces travaux ont démontré que l'ampleur de M était plus élevée dans les classes de taille les plus petites par rapport aux poissons de taille moyenne. En outre, il est apparu que la mortalité changeait, passant d'élevée à faible, à environ 40 cm FL, approximativement la taille à laquelle les trois espèces sont recrutées dans la pêcherie de senneurs du Pacifique occidental. Les résultats de ces travaux soulignent l'importance de tenir compte des taux de mortalité naturelle spécifique à la taille ou à l'âge. Dans ce sens, le Groupe a discuté de la mortalité variable de l'albacore et a décidé de continuer à utiliser la M variable dans l'évaluation.

Les taux de croissance ont été décrits comme étant relativement lents initialement, augmentant au moment où les poissons abandonnent les zones de nourricerie. Néanmoins, des questions demeurent en ce qui concerne le modèle de croissance le plus approprié pour l'albacore de l'Atlantique. Une étude récente (Shuford et al., 2007)

a mis en place une nouvelle courbe de croissance utilisant le calcul de l'augmentation quotidienne de la croissance à partir des otolithes. Les résultats de cette étude, ainsi que d'autres analyses récentes de pièces dures, n'ont pas appuyé le concept du modèle de croissance à deux stances (croissance initiale lente) qui est actuellement utilisé pour les évaluations du stock d'albacore de l'ICCAT. Cette divergence pourra être solutionnée dans les prochaines analyses. Or, on a distribué divers documents de référence relatifs aux données biologiques sur les thonidés tropicaux qui contenaient des informations très intéressantes sur la croissance, l'écologie et le comportement du listao. Il s'agissait fondamentalement d'articles ayant fait l'objet d'examen par des pairs et de documents de travail présentés au Groupe de travail de la CTOI sur l'analyse des données de marquage qui contiennent de nouvelles données relatives aux études de marquage et de croissance de l'albacore. Les documents diffusés par le Groupe de travail de la CTOI sur l'analyse des données de marquage se sont principalement centrés sur les courbes de croissance du listao et de l'albacore dans l'océan Indien. Bien que les documents n'aient pas été présentés pendant la réunion, ils ont néanmoins fourni une source précieuse d'informations afin de comparer les taux de croissance entre les zones et les autres méthodes employées. A titre d'exemple, la plupart des documents estimaient que l'albacore a une croissance en deux stances ou en plusieurs stances tandis que la croissance du listao ne présente pas le même schéma.

Le Groupe de travail a été saisi d'un document (SCRS/2008/111) qui contenait de nouvelles informations pour l'Atlantique Sud-Ouest sur les tailles, le sex-ratio et les taux de capture de l'albacore, lesquelles ont été recueillies dans le cadre du programme d'observateurs mené par la flottille de thoniers palangriers uruguayens entre 1998 et 2007. Les schémas géographiques et saisonniers de la proportion de sub-adultes et d'adultes ont été analysés ainsi que les relations avec la température à la surface de l'eau (SST). Les plus fortes captures ont été signalées dans les eaux territoriales de l'Uruguay, associées au plateau continental ; celles-ci comprenaient notamment des poissons de classe sub-adulte (<100 cm). On trouvait la CPUE plus élevée dans les latitudes méridionales entre 35° S et 37° S à la fois pour les adultes et les sub-adultes, avec un maximum à 36° S (1,6 et 4,7 poissons/1.000 hameçons pour les sub-adultes et les adultes respectivement). Les valeurs de CPUE plus élevées étaient également associées à la SST entre 19° et 21° C, avec un maximum à 21°C (2,0 et 7,1 poissons/1.000 poissons pour les sub-adultes et les adultes, respectivement) et un minimum pour les deux classes à SST supérieure à 25°C. La composition des sexes était de 1,3 mâle par femelle. La longueur moyenne à la fourche pour toute la période s'élevait à 111,2±16,7 cm (gamme : 52-180 cm), avec de légères différences entre les mâles (116,9 ±15,4 cm; gamme : 65-180 cm) et les femelles (117,1 ±14,0 cm; gamme : 65-162 cm). Des tailles inférieures ont été enregistrées entre mai et août, avec un minimum en août (99,0 ± 14,7 cm) et un maximum en décembre (144,5 ± 12,9 cm). Les changements de la moyenne du poids ou de la longueur des poissons débarqués dans la pêcherie peuvent servir d'indicateurs utiles des schémas d'exploitation. Or, de la même façon que la CPUE nominale peut être un indicateur trompeur de l'abondance du stock en raison des changements de capturabilité, les changements du poids moyen nominal peuvent ne pas être nécessairement un indicateur des changements du poids moyen au niveau de la population. Il conviendrait d'envisager des méthodes de standardisation similaires à celles utilisées pour les jeux de données de CPUE afin de séparer les changements du poids moyen au niveau de la population des changements du lieu de pêche, de l'époque ou de la sélectivité.

## 2.2 Listao

Le listao est une espèce grégaire que l'on trouve en bancs dans les eaux tropicales et subtropicales des trois océans. Le listao connaît une maturité précoce (environ à la première ou deuxième année de vie), une forte fécondité et il se reproduit de façon opportuniste tout au long de l'année dans les eaux tempérées de plus de 25°C (Cayré et Farrugio, 1986). On pense que la maturité du listao est plus rapide et que sa durée de vie plus courte que celle de l'albacore (Maunder, 2001). En outre, certains travaux ont montré que sa croissance varie en fonction de la latitude (Gaertner et al., sous presse).

Le listao est l'espèce dominante capturée sous DCP, où il est capturé en association avec des juvéniles d'albacore, de thon obèse et avec d'autres espèces de la faune épipelagique. L'utilisation croissante, au début des années 1990, des dispositifs de concentration de poissons (DCP) pourrait avoir modifié le comportement des bancs de thons. Dans ce sens, Fonteneau (2000) a constaté que les bancs libres d'espèces mixtes étaient nettement plus fréquents avant l'introduction des DCP. De plus, l'association aux DCP pourrait également avoir eu un effet de « piège écologique » qui, à son tour, a eu un impact négatif sur la croissance et sur l'embonpoint des listaos et pourrait modifier les schémas de déplacement de cette espèce (Hallier et Gaertner, 2008).

Aucun document contenant de nouvelles informations biologiques sur le listao n'a été présenté à la réunion.

Gaertner *et al.* (2008) (sous presse) a réalisé des recherches sur la variabilité latitudinale des taux de croissance

du listao de l'Atlantique Est. Ils ont ré-analysé les données de marquage conventionnel recueillies par l'ICCAT depuis les années 1960. Les résultats de cette étude suggèrent que les paramètres de croissance du listao varient en fonction de la latitude. La  $L_{\infty}$  estimée du listao marqué et récupéré au nord de 10°N était inférieure à la  $L_{\infty}$  estimée du listao marqué et récupéré au sud de 10°N (89,4 cm contre 112,3 cm, respectivement) ; tandis que le coefficient du taux de croissance estimé était plus élevé dans la zone septentrionale de l'Atlantique Est que dans les zones équatoriales ( $K = 0,376$  et  $0,135$ , respectivement). Les paramètres de croissance estimés au cours de cette étude coïncident avec la gamme des estimations de croissance obtenues dans l'océan Atlantique et dans d'autres océans. Toutefois, la présente étude n'appuie pas les estimations de  $L_{\infty}$  et de  $K$  réalisées dans la région sénégalaise dans les années 1980 dans le cadre du Programme d'Année Listao, et traditionnellement appliquées dans les évaluations de l'ICCAT.

La variabilité latitudinale des taux de croissance compliquerait les techniques d'évaluation structurée par âge parce que la taille par âge dépendrait de l'emplacement géographique et des schémas de déplacement. Ces auteurs ont suggéré d'éventuelles alternatives aux modèles standard structurés par âge, y compris le recours à des modèles de prise par taille et de matrices de transition de la croissance par grandes zones géographiques. Le Groupe a tenu compte des implications de ces résultats dans l'évaluation. Compte tenu des incertitudes associées aux courbes de croissance, de la variabilité de la croissance entre les zones et des déplacements des poissons, on n'a procédé à aucun découpage des âges à la présente réunion à l'aide des courbes de croissance disponibles. Il a été conclu qu'il fallait accorder la plus grande priorité à une meilleure compréhension des schémas de croissance du listao.

Le Groupe s'est montré préoccupé devant le faible nombre de documents de travail présentés à la réunion relatifs aux informations biologiques sur l'albacore et le listao. En outre, le Groupe a souligné l'importance de réaliser des études biologiques (croissance, maturité, reproduction, etc.) ainsi que des études écologiques pour les espèces de thonidés tropicaux pour lesquelles ces informations sont estimées insuffisantes. Outre le fait de permettre d'acquérir des connaissances plus exhaustives des processus se déroulant au sein de la population, cela permettra aussi de recourir à des informations plus actualisées dans l'évaluation des espèces de thonidés tropicaux.

Le tableau ci-dessous récapitule les paramètres biologiques adoptés par le SCRS et utilisés dans les évaluations de 2008 de l'albacore de l'Atlantique et du listao (Est et Ouest).

<i>Paramètre</i>	<i>Albacore</i>
Mortalité naturelle « Date de naissance » postulée des poissons d'âge 0	Postulée être de 0,8 pour les âges 0 et 1, et de 0,6 pour les âges 2+ 14 février (environ le milieu de la saison forte de reproduction).
Groupe plus	Age 5+
Taux de croissance	Longueur à l'âge calculée d'après l'équation de Gascuel <i>et al.</i> (1992) :
Poids à l'âge	$FL \text{ (cm)} = 37,8 + 8,93 * t + (137,0 - 8,93 * t) * [1 - \exp(-0,808 * t)]^{7,49}$ La moyenne des poids à l'âge s'est basée sur l'équation de croissance de Gascuel <i>et al.</i> (1992) et sur la relation longueur-poids de Caveriviere (1975) : $W(\text{kg}) = 2,1527 * 10^{-5} * L(\text{cm})^{2,976}$
Calendrier de maturité	Postulée être en arête vive au début de l'âge 3.
Recrutement partiel	Basé sur les résultats de la VPA structurée par âge ( <i>cf.</i> section abordant la production par recrutement).
<i>Listao (Est &amp; Ouest)</i>	
Mortalité naturelle « Date de naissance » postulée des poissons d'âge 0	Postulée être de 0,8 pour tous les âges 14 février (environ le milieu de la saison forte de reproduction).
Groupe plus	Age 5+
Taux de croissance	$L \text{ (cm)} = 94,9 * [1 - \exp(-0,340 * t)]$ (Ouest) - Pagavino et Gaertner (1995) $L \text{ (cm)} = 97,258 * [1 - \exp(-0,251 * t)]$ (Est) - Hallier et Gaertner (2006)
Poids à l'âge	$W(\text{kg}) = 7,480 * 10^{-6} * FL \text{ (cm)}^{3,253}$ (tout l'Atlantique)
Calendrier de maturité	Postulée être en arête vive au début de l'âge 2.

### 3 Examen des statistiques des pêcheries: données d'effort et de capture, y compris fréquences de taille et tendances des pêcheries

#### 3.1 Description des pêcheries

L'albacore est capturé dans l'ensemble de l'Atlantique tropical, entre 45°N et 40°S, par des engins de surface (senne, canneur et ligne à main) et à la palangre (**Figure 1**). Le **Tableau 1** présente les débarquements d'albacore par pavillon et engin.

Le listao est capturé presque exclusivement par des engins de surface dans l'ensemble de l'Atlantique, bien que des captures secondaires soient réalisées à la palangre comme prises accessoires (**Figure 2**). Le **Tableau 2** présente les débarquements de listao par pavillon et engin.

##### 3.1.1 Canneurs

Dans l'Atlantique Est, les pêcheries de canneurs exploitent les concentrations de juvéniles d'albacores dans des bancs mixtes associés au thon obèse et au listao. Plusieurs pêcheries de canneurs opèrent le long de la côte africaine.

La pêcherie de canneurs ghanéens, basée à Tema, est la plus importante en termes de capture. Cette flottille a commencé à utiliser des DCP (dispositions de concentration du poisson/objet flottant naturel ou artificiel) au début des années 1990 afin d'augmenter leurs captures de ces espèces et d'autres thonidés. Au cours de ces cinq dernières années, plus de 70-80% de ces captures ont été réalisées avec DCP ; le poids moyen des poissons capturés est demeuré relativement stable, à environ 2 kg (mode autour de 48 cm).

Une autre pêcherie de canneurs basée à Dakar a démarré ses opérations en 1956 au large des zones côtières du Sénégal et de la Mauritanie. D'autres pêcheries de canneurs opèrent dans les divers archipels de l'Atlantique (Açores, Madère, îles Canaries et Cap-Vert), qui ciblent différentes espèces de thonidés, dont l'albacore et le listao en fonction de la saison. Le poids moyen de l'albacore capturé par ces flottilles est fort variable (entre 7 et 30 kg) ; les longueurs oscillent entre 38 cm et 80 cm, le mode s'établissant aux alentours de 48 cm. Le poids moyen du listao capturé par les canneurs de Dakar et des îles Canaries s'élève à 2,5 kg et 3 kg, respectivement, les longueurs allant de 35 à 70 cm (mode proche de 45 cm) pour les canneurs de Dakar et de 38 cm à 72 cm (mode à 57 cm) pour la flottille de canneurs des îles Canaries. Depuis le début des années 1990, les flottilles de Dakar et des îles Canaries ont opéré à l'aide d'une méthode différente, utilisant le bateau comme DPC sous lequel se rassemblent diverses espèces de thonidés, dont l'albacore. Ces changements ont entraîné une augmentation de la biomasse exploitable du stock de listao (en raison de l'expansion de la zone de pêche) et de sa capturabilité.

Dans l'Atlantique Ouest, les canneurs vénézuéliens et brésiliens ciblent l'albacore avec le listao et d'autres petits thonidés. Les tailles de l'albacore vénézuélien oscillent entre 45 cm et 175 cm et pour l'albacore brésilien entre 45 cm et 115 cm, le mode s'établissant à 65 cm.

##### 3.1.2 Senneurs

Les pêcheries de senneurs de l'Atlantique Est ont commencé à opérer en 1963, connaissant un essor rapide au milieu des années 1970. Elles opéraient initialement en zones côtières, puis leur aire d'action s'est progressivement étendue jusqu'en haute mer. Les senneurs capturent de grands albacores dans la région équatoriale au cours du premier trimestre de l'année, ce qui coïncide avec la saison et la zone de frai. Ils capturent également de petits albacores en association avec du listao et du thon obèse. Depuis le début des années 1990, plusieurs flottilles de senneurs (CE-France, CE-Espagne et NEI) opèrent des pêcheries en utilisant des objets, entre 45 et 55% de la capture totale étant réalisée avec cette méthode, alors qu'avant, la proportion de la capture effectuée avec cette méthode de pêche ne représentait que 15% du total. La flottille de senneurs ghanéens pêche principalement au moyen d'objets flottants (80%-85%). Fréquemment, le canneur repère d'abord les DCP sous lesquels se sont concentrés les poissons ; il appelle ensuite un senneur qui réalise l'opération s'il s'agit d'une grande concentration. Dans cette situation, la prise est divisée entre le senneur et le canneur.

La pêche sous objets flottants a principalement lieu au cours du premier et du quatrième trimestres de l'année, le listao constituant l'espèce dominante, l'albacore et le thon obèse venant en plus faibles quantités. La composition par espèce des bancs associés aux objets flottants est très différente de celle des bancs libres. Les prises

d'albacore réalisées avec des objets flottants représentent entre 15% et 26% de la capture totale entre 1991 et 2006 (22% en 2006 pour les flottilles de CE-France, CE-Espagne et NEI) et entre 52% et 86% pour le listao au cours de la même période (86% en 2006 pour les flottilles de CE-France, CE-Espagne et NEI).

La pêcherie de senneurs de l'Atlantique Est montre une distribution bimodale dans les classes de taille pour l'albacore, avec des modes proches de 50 cm et de 150 cm, mais avec très peu de tailles intermédiaires et une forte proportion de gros poissons (plus de 160 cm). Le poids moyen de l'albacore capturé par les flottilles de senneurs européens et NEI était de 13,4 kg en 2006 (4,2 kg sous DCP et 30,5 kg pour les poissons non-associés). Les tailles de l'albacore capturé par les senneurs ghanéens ont oscillé entre 48-52 cm au cours de la dernière décennie. Le poids moyen du listao capturé par les flottilles de senneurs européens et NEI était de 2,5 kg en 2006 (2,0 kg sous DCP et 2,5 kg sur banc libre), les tailles allant de 30 cm à 65 cm, avec un mode aux alentours de 45 cm.

Les séries de capture de la Tâche I disponibles pour ces évaluations de stocks incluent, pour la première fois, les prises de « faux poissons » (poissons vendus sur les marchés locaux des ports de débarquement, qui ne sont pas déclarés dans les livres de bord). Les prises de « faux poissons » réalisées par les flottilles de senneurs européens ont été calculées à partir de 1981.

Entre 1997 et 2004, la pêcherie de senneurs a fait l'objet d'une fermeture spatio-temporelle à la pêche avec DCP artificiel pendant une période de 3 mois dans une vaste zone de l'Atlantique équatorial, ce qui a affecté les prises d'albacore. A partir de 2005, ces restrictions ont pris fin et ont été remplacées par une nouvelle fermeture spatio-temporelle couvrant une zone plus réduite (Piccolo) et d'une durée de seulement un mois (novembre).

Dans l'Atlantique Ouest, les pêcheries de senneurs, qui étaient sporadiques entre 1970 et 1980, opèrent dans les zones côtières depuis 1980 au nord de la côte vénézuélienne et au sud du Brésil. Les tailles s'inscrivent dans une gamme plus petite que celles des prises de l'est (de 40 à 140 cm), la majorité étant de taille intermédiaire. L'albacore n'est pas l'espèce-cible de ces flottilles.

La pêcherie de senneurs pêchant le listao, enregistrant des captures bien inférieures à celles des canneurs, n'est opérée que par le Venezuela et le Brésil. Les tailles des poissons pour ces pêcheries s'établissent entre 35 cm et 65 cm, avec un mode autour de 55 cm pour le Venezuela, et pour le Brésil entre 35 cm et 75 cm, avec un mode autour de 40 cm.

### 3.1.3 Palangre

La pêcherie palangrière a commencé à opérer à la fin des années 1950 et est vite devenue importante, effectuant d'importantes captures au début des années 1960. Depuis lors, les captures sont progressivement en baisse. Les pêcheries palangrières capturant l'albacore se trouvent dans tout l'Atlantique (**Figure 1**). Le degré de ciblage de l'albacore varie parmi les flottilles palangrières. Dans le Golfe du Mexique, les navires palangriers des Etats-Unis et du Mexique ciblent l'albacore (le poids moyen de l'albacore est demeuré entre 32 et 39 kg au cours de la période 1994-2006). Les navires vénézuéliens ciblent aussi l'albacore, du moins de façon saisonnière. En revanche, les navires du Japon et du Taïpei chinois ont commencé, au début des années 1980, à changer de ciblage, abandonnant le ciblage du germon et de l'albacore au profit du thon obèse par le biais de la palangre profonde. Les palangriers uruguayens capturent aussi l'albacore dans l'Atlantique Sud-Ouest, avec d'autres espèces cibles. Les tailles (FL) de l'albacore ont oscillé entre 52 et 180 cm avec un mode de 110 cm (SCRS/2008/111).

## 3.2 Capture

### 3.2.1 Albacore

Le **Tableau 1** et la **Figure 3** illustrent le développement des captures d'albacore dans l'Atlantique Est, l'Atlantique Ouest et l'ensemble de l'Atlantique. En 2006, le total des prises d'albacore s'est élevé à 108.623 t. Les prises de la Tâche I au titre de 2007 sont indiquées à titre purement informatif, étant donné qu'il s'agit de chiffres préliminaires et incomplets (il manque des flottilles importantes).

Globalement, le total des prises atlantiques d'albacore de la Tâche I a à peine changé depuis le SCRS de 2007. De légères actualisations ont été apportées aux séries historiques de capture nominale de la Tâche I qui changeront légèrement la composition de la capture des unités de gestion de l'Atlantique Est et de l'Atlantique Ouest. Les révisions effectuées étaient les suivantes :

- Les séries de capture palangrière « non-classifiée » de l'Atlantique (non séparée par les unités de gestion Est et Ouest) du Taïpei chinois (1962-65), NEI (relatifs aux pavillons) (1983-03), Panama (1986-99) et CE-Espagne (2005-2006) ont été divisées en unités géographiques Est et Ouest en utilisant l'information géographique correspondante des données de capture et d'effort de la Tâche II (sauf les flottilles NEI et du Panama pour lesquelles le Taïpei chinois avait été utilisé). Les détails sont fournis au **Tableau 3**.
- Les séries de capture historiques de Sao Tome & Principe (1988-1993), désagrégées par espèce (ces captures existent dans la Tâche I comme thonidés non-classifiés depuis 1970), ont été présentées et discutées à la fin de la réunion 2007 du SCRS et incorporées dans les prises de la Tâche I.
- Les reports du Cap-Vert à partir de 2004 ont été remplacés par les statistiques de capture officielles déclarées avant la réunion actuelle.
- Les scientifiques français ont présenté, pendant la réunion, une estimation des « faux poissons » capturés par les flottilles de senneurs européens (1981-1997) qu'ils ont incorporée en tant que flottille « Mix.FR+ES » dans la Tâche I.

Les prises d'albacore ont augmenté à partir des années 1950 pour atteindre une moyenne de 150.000 t dans les années 1980, et elles ont atteint en 1990 un chiffre maximum (193.448 t). Depuis lors, les prises entament une baisse graduelle, ces dernières années se situant à un niveau similaire à ceux enregistrés au début des années 1970.

**Canneurs** : la prise totale réalisée par cet engin pour l'ensemble de l'Atlantique s'élevait à 13.129 t en 2006, bien qu'en 1993, les prises se rapprochaient de 25.000 t (**Figure 4**). Le développement est différent pour les diverses pêcheries.

Dans l'Atlantique Est, les navires de l'Angola, du Cap-Vert et du Japon, qui réalisaient d'importantes captures au début de la pêche, ont diminué leur capture, tandis que d'autres pêcheries ont accru la leur. En 2006, la capture s'élevait à 10.434 t (**Figure 5**), avec une prise record en 1968 de 22.135 t. Les documents SCRS/2008/105, SCRS/2008/106 et SCRS/2008/124 montrent les diverses données statistiques correspondant aux pêcheries tropicales espagnoles, des îles Canaries, et au total de l'Europe et NEI, respectivement.

Dans l'Atlantique Ouest (**Figure 6**), les prises des canneurs ont démarré en 1974, et ont augmenté régulièrement, passant de 1.300 t en 1974 à 7.000 t en 1994, puis elles ont été ramenées à environ 2.695 t en 2006.

**Senneurs** : Les prises d'albacore réalisées par cette flottille ont atteint 62.761 t pour l'ensemble de l'Atlantique en 2006. Dans l'Atlantique Est, les prises ont augmenté de façon spectaculaire au début de la pêche (**Figure 4**), passant de 10.000 t dans les années 1960 à 100.000 t en 1980, se stabilisant à ce niveau jusqu'en 1983 avant de diminuer de moitié en 1984. Ceci est survenu à la suite de la baisse drastique de l'effort consécutive à la chute de la production des gros albacores, du fait que les flottilles de senneurs français, espagnols et NEI abandonnèrent la pêche. Les prises ont ensuite augmenté une fois de plus, avec une prise record de plus de 129.000 t en 1990, suivie par une tendance descendante au cours des années suivantes, atteignant 58.319 t en 2006. Les documents SCRS/2008/105 et SCRS/2008/124 présentent les données statistiques des pêcheries de senneurs espagnols, européens et NEI. Pour les « faux poissons », les estimations correspondant à l'albacore indiquent que le chiffre record de 2.750 t a été atteint en 1993, étant ramené à 1.063 t en 2006.

Les estimations des rejets et des prises accessoires dans la pêche de senneurs français de l'océan l'Atlantique Est ont été obtenues à partir des sorties d'observateurs réalisées entre 2005 et 2008 (SCRS/2008/117). Les résultats ont indiqué que pratiquement aucun rejet n'a été observé sur les bancs libres pendant cette période et que le listao et la thonine commune (*Euthynnus alleteratus*) avaient composé la majorité des rejets qui avaient été essentiellement réalisés sous les dispositifs de concentration du poisson (DCP). En 2007, les taux de rejet moyens du listao et de l'albacore sous DCP étaient estimés à 42,9 kg et 1,3 kg par tonne débarquée, respectivement. Les échantillons de données de taille des « faux poissons » prélevés au port de pêche d'Abidjan ont indiqué qu'il n'existait pas de différence considérable entre les distributions de taille des rejets et des « faux poissons » pour le listao, l'albacore et le thon obèse. Depuis le début des années 1980, les petits listaos dominent les débarquements thoniers de « faux poissons » à Abidjan et les débarquements moyens annuels sur le marché local entre 2004 et 2007 étaient supérieurs à 9.500 kg tandis que le total des débarquements à Abidjan pour les conserveries s'élevait à environ 40.000 t par an au cours de la même période. C'est pourquoi, le taux moyen de « faux poisson » au cours de ces dernières années était d'environ 235 kg par tonne de listao débarqué. Pour

l'albacore, la biomasse moyenne annuelle de « faux poisson » débarqué se chiffrait à environ 1.900 t entre 2004 et 2007 par rapport à 37.000 t de débarquements commerciaux à Abidjan. Le taux moyen de « faux poisson » était alors d'environ 50 kg par tonne d'albacore débarqué pour les conserveries. Les quantités de thonidés juvéniles vendues comme « faux poisson » pourraient largement dépasser les rejets de listao, ce qui souligne la nécessité d'améliorer l'échantillonnage des « faux poissons » qui sont actuellement absents des statistiques officielles et ne sont pas inclus dans les modèles d'évaluation des stocks.

Dans l'Atlantique Ouest (**Figure 6**), les prises ont augmenté depuis le commencement de la pêche au début des années 1960 jusqu'en 1983, lorsqu'elles ont atteint 25.000 t. Les captures des années suivantes dégagent de fortes variations, étant donné qu'une partie de cette flottille a déplacé sa pêche vers l'océan Pacifique. En 2006, les prises s'élevaient à 4.442 t. Les captures les plus importantes de l'Atlantique Ouest sont réalisées par la pêche de senneurs vénézuéliens (certaines années, elles représentent l'intégralité de la capture totale).

**Palangriers** : Après le maximum de 50.000 t atteint entre 1959 et 1961, les prises palangrières ont été ramenées à un niveau d'environ 30.000 t au début des années 1970 et à environ 25.000 t dans les années 1990. En 2006, les prises palangrières ont atteint 22.238 t. Les principales pêcheries sont celles du Brésil, du Taïpei chinois, du Japon, du Mexique et des Etats-Unis. L'apparition, à partir de 1985, d'importantes captures réalisées par des flottilles NEI dans des zones inconnues est préoccupante car on ne sait pas au sûr dans quelle mesure ces prises ont eu réellement lieu dans l'Atlantique. Le document SCRS/2008/125 présente les données statistiques pour la pêche palangrière mexicaine dans le golfe du Mexique.

### 3.2.2 Listao

Le **Tableau 2** et la **Figure 7** (prise par zone) montrent l'essor des prises de listao dans l'Atlantique Est, l'Atlantique Ouest et l'ensemble de l'Atlantique. En 2006, le total des prises de listao s'est élevé à environ 142.200 t (environ 115.700 t dans l'Est et environ 26.500 t dans l'Ouest). Ce niveau de capture s'est maintenu relativement stable au cours des 11 dernières années, bien qu'il soit considérablement plus faible que celui des années 1991 et 1993, lorsque les captures de cette espèce ont atteint le plus haut niveau (approximativement 200.000 t). Les prises de la Tâche I présentées au titre de 2007 sont uniquement informatives étant donné qu'il s'agit de chiffres préliminaires et incomplets (il manque des flottilles importantes).

Quant à l'albacore, de légères révisions ont été faites aux prises historiques de listao de la Tâche I depuis le SCRS de 2007. Néanmoins, cela n'affecte que le stock oriental. Les révisions effectuées étaient comme suit :

- Les séries historiques de capture de la Tâche I de Sao Tome & Principe (1988-2003), désagrégées par espèce (ces captures existaient dans la Tâche I comme thonidés non classifiés depuis 1970) présentées et discutées à la fin de la réunion de 2007 du SCRS ont été incorporées dans les prises de la Tâche I.
- Les reports du Cap-Vert à partir de 2004 ont été remplacés par les statistiques de capture officielles déclarées avant la réunion actuelle.
- Des scientifiques français ont présenté une estimation des « faux poissons » capturés par les flottilles de senneurs européens (1981-2007) qui a ensuite été incorporée comme flottille « Mix. FR+ES » dans la Tâche I.

La ventilation des prises atlantiques « non classifiées » dans les stocks Est et Ouest a déjà été réalisée pendant la réunion intersession de 2007 des thonidés tropicaux (Recife (Brésil), 11-16 avril 2007) (Anon. 2008).

Dans l'Atlantique Est (**Figure 8**), les principales pêcheries sont actuellement celles des flottilles des senneurs, principalement de France, Ghana, la flottille NEI (Belize, Guinée, Antilles néerlandaises, Panama, Malte, Maroc, Saint-Vincent et Vanuatu), et d'Espagne, suivies des flottilles de canneurs de France, Ghana, Portugal et Espagne.

Dans l'Atlantique Ouest (**Figure 9**), les principales pêcheries sont celles des canneurs brésiliens et vénézuéliens.

**Canneurs** : En 2006, la prise totale réalisée par cet engin dans l'ensemble de l'Atlantique s'élevait à 64.924 t.

Dans l'Atlantique Est, les principales flottilles de canneurs sont du Ghana, du Sénégal et des îles du Nord (Canaries, Madère et Açores). En 2006, les prises ont atteint 41.175 t, la même niveau qu'à la fin des années 1980. Les documents SCRS/2008/105, SCRS/2008/106 et SCRS/2008/124 contiennent les diverses données

statistiques pour les pêcheries tropicales espagnoles, des îles des Canaries, pour l'ensemble de l'Europe et pour la catégorie NEI, respectivement.

Dans l'Atlantique Ouest, les prises des canneurs ont atteint 20.000 t en 1982 et sont demeurées à ce niveau par la suite, oscillant entre 18.000 t et 28.000 t (**Figure 9**). En 2006, les prises dans ces pêcheries se sont élevées à 23.749 t. La principale pêcherie est la pêcherie brésilienne de canneurs qui cible le listao. Les canneurs cubains et vénézuéliens ont également participé à la pêche.

**Senneurs** : En 2006, la prise totale réalisée par cet engin pour l'ensemble de l'Atlantique s'élevait à 71.215 t.

Dans l'Atlantique Est, la pêche de senneurs s'est développée dans les années 1960, à l'origine comme pêche côtière, pour s'orienter de plus en plus vers la pêche hauturière. Au début des années 1970, les prises de listao ont atteint 50.000 t (**Figure 8**). Au début des années 1980, les prises ont atteint 70.000 t. En 1985, les captures des senneurs ont connu une baisse considérable, en raison du déplacement d'une grande partie des flottilles françaises et espagnoles vers l'océan Indien. Cette situation s'est modifiée au cours des années suivantes, les prises de listao atteignant alors 142.000 t en 1991. A partir de cette époque, les prises ont connu une chute accusée, descendant jusqu'à 66.819 t en 2002, puis atteignant 69.170 t en 2006.

Les documents SCRS/2008/105 et SCRS/2008/124 présentent les données statistiques correspondant aux pêcheries de senneurs espagnols, européens et NEI.

Pour les « faux poissons », les estimations correspondant au listao (principale espèce thonière à l'intérieur de ce groupe) indiquent que le chiffre le plus élevé a été atteint en 1993, avec 13.750 t, et qu'en 2006, il s'est élevé à 5.313 t.

Dans l'Atlantique Ouest, les pêcheries de senneurs qui se sont développées dans les années 1960 (flottille étasunienne) comptaient des captures bien plus faibles que celles des pêcheries de canneurs ; actuellement, les seules opérations à la senne sont effectuées par le Venezuela et le Brésil. A la fin des années 1970, les prises annuelles ont atteint 3.000 t, et dans les années 1980, elles ont rapidement atteint 18.000 t (1984), les prises fluctuant dans les années 1990 entre 12.800 t (1993) et 2.100 t (1995). En 2006, les captures s'élevaient à 2.045 t. Les principales captures de l'Atlantique Ouest sont réalisées par la pêche de senneurs vénézuéliens (certaines années, celles-ci représentent l'intégralité de la capture).

### **3.3 Effort de pêche**

En général, il est extrêmement difficile de distinguer l'effort de pêche effectif par espèce au sein des pêcheries qui ciblent les thonidés tropicaux. Toutefois, des exceptions existent, à savoir que plusieurs pêcheries palangrières ciblent l'albacore et la pêche de canneurs brésiliens capture le listao en tant qu'espèce-cible.

A partir des années 1990, des changements importants ont eu lieu dans les principales pêcheries de surface de l'Atlantique Est qui compliquent encore davantage l'estimation de l'effort effectif, y compris l'utilisation fort accrue des objets flottants par les senneurs et les canneurs, ainsi que l'emploi des canneurs comme DCP à Dakar et dans d'autres pêcheries de canneurs.

Comme indicateurs de l'effort nominal dans l'Atlantique Est, la capacité de transport des flottilles de senneurs et de canneurs a été traditionnellement utilisée. La **Figure 10** montre le développement de la capacité de transport des flottilles de surface dans l'Atlantique Est pour la période 1972-2006. La capacité de transport des canneurs est demeurée stable depuis la fin des années 1970, autour de 10.000 t. La capacité de transport de la flottille de senneurs, en revanche, a connu d'importants changements pendant toute la période à l'étude, la pêche étant en constante augmentation depuis son démarrage jusqu'en 1983, lorsque la capacité de transport a dépassé les 70.000 t. Après cette époque, jusqu'en 1990, la capacité de transport a considérablement diminué, étant ramenée à 37.000 t, étant donné qu'une partie de la flottille a abandonné cette pêche. Une légère récupération s'est produite au cours des deux années suivantes (1991 et 1992), suivie depuis lors d'une chute progressive, la capacité s'élevant à environ 29.700 t la dernière année (2006).

Le document SCRS/2008/124 décrit le développement des mesures de l'effort de pêche nominal pour les senneurs de la CE et les senneurs NEI : le nombre de rectangles de 1°x1° explorés et le nombre avec un effort supérieur à 1 jour de pêche, et le total des jours de pêche des senneurs (1991-2007). On peut observer que, tandis que la zone de recherche demeure au même niveau pendant ces périodes, le nombre de jours de pêche a considérablement diminué.

Pour l'Atlantique Ouest, le volume et la distribution de l'effort de pêche de la pêcherie palangrière brésilienne a récemment connu des changements considérables. Jusqu'en 1995, les requins étaient les espèces cibles principales (58% des prises totales). Toutefois, depuis 1993, la proportion des requins a chuté, et a été remplacée par l'espadon qui est devenu l'espèce dominante dans cette pêcherie (l'espadon représente désormais 48% des prises totales). L'effort dans les pêcheries de surface du Venezuela est élevé depuis 1992 (capacité de transport des navires supérieure à 8.000 t). L'effort dans la pêcherie palangrière des Etats-Unis, qui est active dans l'Atlantique Nord-Ouest et dans le Golfe du Mexique, a chuté quelque peu au cours de ces dernières années. L'effort palangrier japonais dirigé sur l'albacore a également décliné ces dernières années. Cette flottille cible essentiellement d'autres espèces (thon obèse et thon rouge).

L'effort palangrier vénézuélien et mexicain exercé sur l'albacore a diminué au cours de ces dernières années.

### **3.4 Fréquences de taille de la Tâche II**

Les catalogues actualisés des fréquences de taille de la Tâche II disponibles dans la base de données ICCAT (échantillons observés et fréquences de taille extrapolées déclarées) à la fois pour l'albacore et le listao sont indiqués aux **Tableaux 4** et **5**, respectivement. Ils contiennent un jeu d'informations de métadonnées (stratification spatio-temporelle, nombre de poissons dans le jeu de données, type de fréquences de taille, etc.) qui permet d'avoir une image claire du niveau d'hétérogénéité dans les données de taille.

Lorsqu'on compare les catalogues actuels avec ceux publiés aux fins de révision sur le site web de l'ICCAT (mai 2008), il est possible de vérifier que :

- Les révisions antérieures à 2006 n'ont été déclarées que par le Japon (2003-2005, données de taille et de prise par taille) pour l'albacore uniquement, et le Taïpei chinois (échantillons de taille 2005) pour les deux espèces.
- De nouvelles informations de taille (à partir de 2006) ont été déclarées par divers pays : Canada (2007), Taïpei chinois (2006-07), Japon (2006), Etats-Unis (2006-07), CE-Espagne (2007, flottilles tropicales et basées aux Canaries), CE-France (2007, flottille tropicale), CE-Portugal (2007), Cap-Vert (2007), et Ghana (2007).

Des informations détaillées sur les espèces couvertes et le type de fréquences de taille peuvent être obtenues dans les tableaux correspondants.

### **3.5 Prise par taille et prise par âge**

Au début de la réunion, le Secrétariat a présenté les jeux de données de prise par taille (CAS) pour l'albacore (1970-2007) et le listao (1969-2007), conjointement avec leurs tableaux de substitution correspondants. Les règles de substitution, ainsi que les jeux de données de taille utilisés dans les estimations ont été révisés par le Groupe et actualisés en conséquence. L'année 2007 a été rejetée pour les deux espèces en raison de l'absence d'informations sur la taille (et sur les prises de la Tâche I) d'importantes pêcheries.

#### **3.5.1 Albacore**

La prise par taille de l'albacore inclut la reconstruction complète de 2005 (considérablement incomplète dans les estimations antérieures) et de 2006. La série de prise par taille historique (1970-2004) a été laissée exactement pareille à celle de l'évaluation antérieure. Après révision des tableaux de substitution, le Groupe a décidé d'inclure dans la prise par taille révisée :

- Les nouvelles séries de « faux poissons » (1981-2006) estimées par la flottille de senneurs européens (fichier de référence avec des échantillons d'avril 2007 à février 2008), stocké dans la base de données ICCAT comme étant de CE-France et CE-Espagne).
- Les chiffres de report (de 2005) à 2006 pour la Tâche I en ce qui concerne la Colombie, Cuba, la République dominicaine, CE-Lettonie, le Gabon et la Libye.

Aucun changement n'a été apporté aux critères de substitution.

Le Japon a ultérieurement identifié un problème concernant les divergences dans la révision de la prise par taille

japonaise déclarée (2003-2004) qui n'a pas été incluse dans la prise par taille historique et également une divergence dans le nombre de poissons trouvés en 2005 (seulement 65% de l'information de taille a été incorporée dans la base de données ICCAT en raison d'un problème lié au caractère incomplet du formulaire-5 ICCAT déclaré, et à une faiblesse correspondante du code qui lit automatiquement les formulaires et omet ces possibilités). Dans le même temps, le Japon a également présenté une révision de la prise par taille complète (tous les trimestres) au titre de 2006. Le Groupe a estimé qu'il était trop tard pour changer la prise par taille révisée et a décidé de conserver la série de prise par taille incomplète de 2006 (seulement le premier trimestre). Le Groupe a décidé que ces actualisations devraient être réalisées avant la prochaine réunion du SCRS.

Le Secrétariat a également fait part des incohérences (mineures pour la prise par taille de l'ensemble de l'Atlantique) existant entre la Tâche I et la prise par taille au niveau de la discrimination flottille/engin au cours de la période 1975-1983, qui pourraient avoir des implications lors de la sélection des divers indices liés aux flottilles pour les analyses de VPA. Au cours de cette période, la prise par taille a diverses prises regroupées par flottilles (pêcheries palangrières, de canneurs et de senneurs) sans une correspondance directe avec les chiffres de la Tâche I. Le Groupe a estimé qu'il conviendrait d'effectuer cette révision de la prise par taille historique pour la prochaine évaluation.

Après la création d'une version révisée de la prise par taille, le Secrétariat a obtenu les matrices de la prise par âge correspondantes (matrices globales et aussi basées sur la pêche).

La **Figure 11** présente une comparaison entre la Tâche I et la prise par taille. La distribution de la prise par âge est décrite à la **Figure 12**. Les **Tableaux 6 et 7** indiquent les matrices globales de prise par taille et de prise par âge.

Le Secrétariat devra rassembler, dans un document du SCRS (SCRS/2008/128), des informations détaillées sur les estimations finales de la prise par taille de l'albacore et les présenter au SCRS.

### 3.5.2 Listao

La prise par taille du listao inclut la reconstitution complète de 2005 (incomplète dans les estimations antérieures) et de 2006. La série de prise par taille historique (1969-2004) a été légèrement ajustée avec l'inclusion de Sao Tome & Principe et du Cap-Vert. Après avoir révisé les tableaux de substitution, le Groupe a décidé d'inclure dans la prise par taille révisée :

- Les nouvelles séries de « faux poissons » (1981-2006) estimées par la flottille de senneurs européens (fichier de référence avec des échantillons d'avril 2007 à février 2008, stocké dans la base de données ICCAT comme étant de CE-France et CE-Espagne).
- Les chiffres de report (de 2005) à 2006 pour la Tâche I en ce qui concerne le Cap-Vert et CE-Irlande.

Aucun changement n'a été apporté aux critères de substitution.

La **Figure 13** présente une comparaison entre la Tâche I et la prise par taille. Les **Tableaux 7 et 8** indiquent les matrices de prise par taille pour les stocks Est et Ouest.

Le Secrétariat devra rassembler, dans un document du SCRS (SCRS/2008/126), des informations détaillées sur les estimations finales de la prise par taille du listao et les présenter au SCRS.

### 3.5.3 Prise par âge

Le format variable de l'ICCAT pour présenter les données de prise par taille de l'albacore a été utilisé pour créer la prise par âge en suivant les paramètres de découpage des cohortes (**Tableau 10**) par classe de taille utilisés dans une évaluation antérieure. Le Secrétariat a présenté la prise par âge en nombre de poissons pour les pêcheries sélectionnées et le volume total qui ont ensuite été utilisés dans l'évaluation (**Figure 13** et **Tableau 9**). La prise par âge en poids pour les mêmes pêcheries a également été créée en utilisant le même découpage de cohortes et la relation longueur-poids suivante :

1. Kevin Davis (1991)  $RWT$  (poids vif) =  $0,000000089 * FL^{**2,88}$  où  $RWT$  est en livres et la longueur à la fourche en mm.
2. Gaertner *et al.* (1992)  $RWT = 0,00006611 * FL^{**2,7148}$  ; et
3. Caveriviere (1975)  $RWT = 0,00002153 * FL^{**2,976}$ .

Un nouveau découpage de cohortes de Shuford *et al.* (2007) a également été extrapolé et le Groupe a estimé qu'il faudrait procéder à de nouvelles recherches afin de tester d'éventuelles divergences par rapport aux calculs antérieurs.

### 3.6 Préparations des données Multifan

Avant la session d'évaluation, il a été décidé d'essayer de réaliser des analyses Multifan-CL (MFCL) du listao et de l'albacore à la réunion d'évaluation de 2008, afin de mieux incorporer la dynamique spatiale et halieutique liée à ces espèces dans l'ensemble de l'Atlantique.

Pour le listao, les définitions préliminaires des pêcheries sont fournies au **Tableau 3.6.1** et celles pour l'albacore au **Tableau 12**. Pendant la période intersession, le Secrétariat a préparé les données de capture jusqu'en 2006 par zone (5x5) et par trimestre, ainsi que les données disponibles d'effort/capture et de taille de la Tâche II. Les scientifiques nationaux ont élaboré des indices de CPUE pour des pêcheries spécifiques par trimestre (*cf.* section 4), et les données de la Tâche II de l'ICCAT ont été examinées afin de produire des indicateurs de taux de capture pour les pêcheries restantes.

L'intervalle temporel convenu pour les applications MFCL était trimestriel. Ainsi, les informations sur la fréquence de la capture, de l'effort et de la taille par pêcherie et trimestre ont été compilées à partir de CATDIS ICCAT, et des informations de la Tâche II sur la taille, la capture et l'effort. Les données de l'effort trimestriel par pêcherie ont été estimées à partir des données de capture et d'effort de la Tâche II en appliquant des modèles linéaires généralisés qui tiennent compte de la flottille, du type d'engin et du type d'effort au sein de chaque définition de pêcheries consignée dans la base de données de la Tâche II. L'**Appendice 4** documente les procédures utilisées pour créer la CPUE de la série temporelle, laquelle a ensuite été divisée à l'intérieur de l'information de capture spécifique à la pêcherie en vue d'estimer les schémas de l'effort pour le MFCL. Dans tous les cas, lorsque celle-ci était détaillée, la CPUE standardisée était disponible auprès des scientifiques nationaux ou basée sur les travaux réalisés par le Groupe à la session d'évaluation ; ces schémas de CPUE ont été utilisés pour calculer les schémas de l'effort trimestriel à des fins d'utilisation dans le MFCL. Les séries temporelles résultantes de prise et d'effort par pêcherie sont indiquées aux **Figures 14** et **15** et à l'**Appendice 4**.

Les données de fréquence de taille maintenues dans le jeu de données de la Tâche II de l'ICCAT ont également été organisées par définition des pêcheries et trimestre par MFCL en ce qui concerne le listao et l'albacore. On a utilisé un critère d'au moins 50 observations de taille par pêcherie/trimestre afin de filtrer les données à utiliser (**Figures 16** et **17**). Les codes SAS utilisés pour récapituler les données se trouvent à l'**Appendice 4**.

En appui aux préparations de données par MFCL, pour la flottille de senneurs européens et associés, les CPUE standardisées annuelles du listao, à la fois pour les modes de pêche sous DCP et en bancs libres, ont été obtenues à l'aide d'un GLM (*cf.* section 4 pour de plus amples informations). Afin d'incorporer ces indices aux sorties de MFCL, certains ajustements se sont avérés nécessaires afin d'obtenir les CPUE standardisées trimestriellement. Pendant la réunion, il n'a pas été possible d'obtenir de nouveaux indices standardisés par trimestre. C'est pourquoi une procédure a été établie en vue de diviser par trimestre la CPUE standardisée annuellement. Dans le cas de la CPUE du listao en bancs libres, les valeurs résiduelles partielles correspondant au facteur trimestre ont été utilisées comme critères pour diviser les CPUE. A partir du graphique des valeurs résiduelles partielles, un multiplicateur a été obtenu par rapport à la valeur moyenne, et des CPUE trimestrielles ont ensuite été obtenues en multipliant la valeur annuelle par ces multiplicateurs. Dans le cas de la CPUE standardisée du listao sous DPC, les valeurs résiduelles partielles n'étaient pas disponibles, c'est pourquoi la même valeur annuelle a été considérée pour chacun des quatre trimestres.

#### *Albacore*

En utilisant les données de CPUE pour la flottille de senneurs européenne et associée, on a estimé la CPUE au moyen du GLM (*cf.* section 4 pour obtenir des informations plus détaillées) pour : (a) le petit albacore (<10 kg) en utilisant le mode de pêche avec DCP et (b) les reproducteurs (> 30 kg) en utilisant les taux de capture standardisée du premier trimestre. Les informations disponibles sur l'indice des petits spécimens d'albacore et de listao n'ont pas permis d'établir de critères afin de scinder l'indice par trimestre. C'est pourquoi la même valeur annuelle a été considérée pour tous les trimestres.

L'**Appendice 4** contient les fichiers FRQ préliminaires élaborés pour le listao et l'albacore qui sont disponibles sur demande auprès du Secrétariat.

## 4 Indices d'abondance relative et autres indicateurs des pêcheries

### 4.1 Listao

#### 4.1.1 Indicateurs des pêcheries

##### *Atlantique Est*

Le Groupe a examiné plusieurs indicateurs généraux des pêcheries de senneurs et de canneurs. La capacité de transport des senneurs communautaires et le nombre de canneurs ont diminué (**Figure 10**). Néanmoins, la capacité de transport a augmenté tandis que le nombre de canneurs a baissé dans les pêcheries de Dakar (**Figure 18**). Le nombre total d'opérations, le pourcentage d'opérations fructueuses par mode de pêche (**Figure 19**) et la zone totale visitée (**Figures 20 et 21**) ont également été utilisés comme indicateur de l'effort.

Le document SCRS/2008/114 utilise les données de prise par taille du listao de l'Atlantique Est pour estimer les changements dans la mortalité totale et dans les schémas de sélectivité de deux pêcheries de surface (la pêcherie à la canne et à l'hameçon opérant à partir de Dakar (Sénégal), et les flottilles de senneurs, à l'exception des navires ghanéens) de 1971 à 2005. Le schéma général décrit par Z (**Figure 22**) concorde avec les connaissances antérieures sur cette pêcherie : une situation de, ou proche de la pleine exploitation pendant les années 1990, suivie par une diminution depuis le milieu des années 1990, probablement due à un résultat combiné de la baisse de l'effort de pêche nominal des senneurs et de l'adoption du moratoire saisonnier à la pêche avec DCP. Même si le schéma de sélectivité total demeure relativement stable au fil des ans, la tendance descendante de la sélectivité observée pour les senneurs depuis le début des années 1990 suggère que ces flottilles ne ciblent plus les petits poissons. Ceci est conforme au développement des opérations de pêche avec DCP survenu depuis la même période.

En ce qui concerne les canneurs européens basés à Dakar (Sénégal), les taux de capture nominale du listao se sont régulièrement accrus pendant toute la série temporelle. Lorsque l'on analyse ces données, il convient de garder à l'esprit que depuis le début des années 1990, ces canneurs ont développé une technique de pêche (essentiellement pour cibler le thon obèse) selon laquelle le canneur sert d'objet flottant, en fixant le banc (comprenant du thon obèse, de l'albacore et du listao) pendant toute la saison de pêche dans les eaux au large du Sénégal et de la Mauritanie. En conséquence, il paraît logique de postuler que l'adoption de cette technique de pêche a accru la capturabilité globale des thonidés. Il est toutefois à noter que le schéma décrit pour le listao contraste avec les tendances décroissantes des CPUE observées pour les deux autres espèces thonières.

#### 4.1.2 Taux de capture

Lors de la réunion du Groupe tenue à Sète (France) en 2006 (Anon. 2007), il a été recommandé que des scientifiques de diverses Parties contractantes réalisent des analyses des tendances de la CPUE pour les pêcheries le long des franges de la distribution des espèces. Les résultats de la standardisation des CPUE pour les canneurs des Açores ont été présentés et discutés pendant le Groupe d'espèces. Comme prévu, en raison de l'emplacement de cette zone de pêche en ce qui concerne la gamme de distribution du listao, l'indice standardisé a montré une forte variabilité, mais sans tendance importante (**Figure 23**).

Le Groupe a souligné l'importance de l'actualisation des taux de capture des principales pêcheries qui déclarent des captures de listao. Il convient de souligner que le listao est souvent une espèce secondaire, en fonction du prix différentiel et de la capturabilité d'autres espèces-cibles. Par conséquent, l'estimation de l'effort effectif exercé sur le listao (p.ex. effort proportionnel à la mortalité par pêche) demeure problématique et les taux de capture peuvent parfois décrire une tendance différente de l'abondance.

Pour les senneurs qui pêchent alternativement sur des bancs libres et avec DCP, il a été jugé que le temps de recherche pourrait être la meilleure mesure de l'effort de base sur les bancs libres. Il a également été suggéré que le jeu de données d'analyse pourrait être davantage limité à l'effort associé aux jeux de bancs libres en postulant que les navires qui parcourent de plus longues distances la nuit se déplacent entre les DCP, car ils ne peuvent pas rechercher les bancs libres pendant la nuit. Toutefois, cette approche nécessiterait vraisemblablement un examen plus poussé, y compris l'incorporation des données de VMS, afin de déterminer si c'est faisable et approprié. Un nouveau projet financé par l'Union européenne et intitulé « CEDER » (capture, effort et rejets estimés en temps réel), lancé en 2006, abordera en partie cette question. L'objectif fondamental développé dans le cadre de ce projet est d'analyser la trajectoire individuelle des senneurs afin de caractériser le comportement de pêche reflétant le temps de recherche des bancs non-associés ou le déplacement vers des DPC auparavant détectés par

radiobalise (en gardant à l'esprit, toutefois, que quel que soit le mode de pêche recherché, chaque banc de thons détecté par hasard peut faire l'objet de pêche). D'autres facteurs pouvant être pris en considération sont les changements dans le temps, qui ont entraîné une réduction du temps nécessaire pour réaliser les opérations et décharger les captures (augmentant l'efficacité de l'effort de pêche dans le temps).

Afin de permettre la continuité avec l'évaluation antérieure, on a actualisé les taux de capture de la flottille de senneurs européens (France et Espagne), obtenus après avoir standardisé l'effort de pêche nominal à la catégorie 5 (450-750 TJB) des senneurs de la FIS et en postulant une augmentation annuelle de 3% de l'efficacité de la pêche de la flottille à partir de 1981. L'incorporation d'une augmentation de l'efficacité avait pour but de tenir compte des changements survenus dans la flottille de senneurs pendant ces années. L'estimation d'une augmentation annuelle de l'efficacité de 3% provient d'une étude par Gascuel *et al.* (1993). Le Groupe a discuté de l'opportunité de maintenir ce postulat lorsque les navires pêchant dans l'Atlantique seront vieux (âgés en moyenne de plus de 20 ans) et que leurs capitaines et équipage auront un profil bas par rapport à ceux qui pêchent dans d'autres océans (p.ex. océan Indien). Etant donné que l'estimation de l'augmentation de 3% date d'il y a 15 ans, le Groupe a décidé de réaliser une nouvelle estimation des changements dans la capturabilité des senneurs. Ces nouvelles estimations ont montré un accroissement plus élevé de l'efficacité de la flottille, une augmentation annuelle moyenne d'environ 5% (toutes les trois espèces combinées). Néanmoins, le Groupe a décidé d'utiliser l'indice estimé avec une augmentation de 3% pour garantir la continuité avec les deux dernières évaluations.

On a présenté au Groupe des indices standardisés de juvéniles d'albacore et de listao pour les flottilles de senneurs européens et associés pêchant avec des DCP (SCRS/2008/116). On a utilisé les données des livres de bord consignées opération par opération avec DCP ainsi que les caractéristiques des flottilles. Des indices ont été élaborés en utilisant un modèle delta-lognormal. Dans ce cas, le modèle a été formulé différemment par rapport à l'utilisation générale afin de tenir compte du problème lié à la composition spécifique de la capture de petits poissons (<10 kg) réalisée par les senneurs. Ces captures sont estimées d'après l'échantillonnage afin de corriger les biais détectés dans les données des carnets de bord. C'est pourquoi le modèle a inclus deux modèles linéaires généralisés distincts : un modèle lognormal qui décrit la variabilité dans la capture non-zéro d'espèces inférieures à 10 kg, et un modèle binomial et de données qui décrit la proportion de chacune des trois espèces dans la capture. Les résultats de cette approche sont différents, en fonction de l'espèce, et les taux de capture du listao ont présenté une forme en U avec un minimum en 1998 durant toute la période.

En outre, il a été présenté un indice standardisé du listao pour la flottille espagnole qui pêche sur bancs libres (SCRS/2008/118). Cet indice correspond à la pêcherie saisonnière sur bancs libres développée par la flottille espagnole au large du Sénégal, principalement pendant les deuxième et troisième trimestres de l'année. Cette pêcherie cible essentiellement le listao. Les données des livres de bord consignées opération par opération ainsi que les caractéristiques des flottilles ont été utilisées. Dans ce modèle, seuls les jeux sur bancs libres ont été inclus pour la période (1991-2006) au cours de laquelle a démarré l'essor de la pêcherie opérant avec DCP et il existe des informations sur le mode de pêche. Pour la période historique, il a été postulé que le banc libre était le mode de pêche. Pour la période historique, il a été postulé que le banc libre était le mode de pêche. Les données se sont également limitées à la zone située au large du Sénégal. Un indice a été développé à l'aide d'un modèle delta-lognormal. Les variables considérées étaient *année*, *trimestre* et *catégorie de navires* (volume des viviers). Les séries ont couvert la période 1980 à 2006. Un seuil de 120 jours de pêche par navire et année a également été établi. Les taux de capture standardisés ont montré une tendance à la hausse dans les années 1980, suivie par une baisse au début des années 1990 et par une forte variabilité depuis lors. Le Groupe a estimé que la disponibilité du listao dans cette zone pourrait être liée à des facteurs environnementaux et que cet indice serait plus représentatif des changements de capturabilité plutôt que d'abondance.

Tous les taux de capture standardisés estimés par le Groupe pour le stock oriental sont illustrés dans la **Figure 24**. Certaines séries de données ne sont pas complètes. A titre d'exemple, il n'existe pas d'estimations pour les canneurs ghanéens après 1992. Les estimations qui n'ont pas été utilisées dans les analyses des évaluations (senneurs sur bancs libres-CE) ne sont pas incluses dans le chiffre. Les estimations telles que calculées pour les bases de données du Portugal et du Canada ont montré de fortes variations avec plusieurs maximums et minimums accusés. Les estimations des taux de capture standardisés des senneurs de Dakar ont augmenté jusqu'au début des années 1990, mais il n'y a pas de tendance temporelle claire depuis 1992.

#### *Atlantique Ouest*

Contrairement aux vastes zones de pêche observées dans la partie orientale de l'océan Atlantique, les zones de pêche dans l'Atlantique Ouest sont généralement plus côtières. La plupart des listaos débarqués à l'Ouest ont été

capturés par des canneurs brésiliens. En fait, le listao constitue la principale espèce-cible dans ce cas. Il est à noter que les taux de capture déclarés pour cette pêcherie sont plus élevés que les CPUE observées dans toutes les pêcheries de canneurs de l'Est. Aucune nouvelle information n'a été fournie depuis la réunion de 2007 du SCRS pour les senneurs vénézuéliens pêchant essentiellement dans la mer des Caraïbes.

Les taux de capture standardisés ont été calculés pour le stock occidental. Dans la plupart des documents, le modèle linéaire généralisé et la distribution delta-lognormal ont été utilisés pour calculer les indices d'abondance relative. Les modèles mixtes linéaires généralisés ont été utilisés pour analyser les données de prise et d'effort de l'Enquête statistique des pêcheries récréatives marines des Etats-Unis (MFRSS) de la côte atlantique et du Golfe du Mexique (SCRS/2008/122). Les données positives ont été modelées à l'aide d'un modèle lognormal, tandis que la proportion des captures positives a été modelée avec une distribution binomiale. La zone géographique, la saison et le mode de pêche (navire de pêche affrété ou privé) étaient les facteurs considérés dans le modèle.

Les taux de capture standardisés calculés à l'aide du modèle delta-lognormal ont varié tous les ans, sans indiquer de tendance claire.

Le SCRS/2008/121 a présenté les taux de capture standardisés du listao capturé par les flottilles palangrières pélagiques des Etats-Unis dans le Golfe du Mexique qui ont été calculés en utilisant le GLM. Les variables réponses examinées pour le listao étaient les CPUE pour la période 1992-2007. Dans l'analyse, les modèles delta-lognormal ont été utilisés avec les variables explicatives suivantes : année, zone, saison, caractéristiques des engins et caractéristiques de la pêche. Globalement, les taux de capture du listao semblent connaître une tendance ascendante en 2006 et 2007, mais ce phénomène peut s'expliquer par des taux croissants de couverture par observateurs. Actuellement, le listao n'est pas une espèce-cible pour la flottille palangrière étasunienne et il existe peu de déclarations d'opérations positives dans les livres de bord.

La plupart du listao débarqué dans l'Atlantique Ouest est capturé par la flottille de canneurs brésiliens. Afin d'obtenir des taux de capture standardisés par année et trimestre, deux approches ont été utilisées (SCRS/2008/113). Dans la première, les prises égales à zéro ont été rejetées et un modèle (lognormal) a été sélectionné afin d'analyser le jeu de données positives. Dans la deuxième approche, les prises nulles (<2% de la base de données totale) ont également été prises en compte et un modèle delta-lognormal a été utilisé pour estimer les taux de capture standardisés. Les indices ont montré de fortes variations au fil des ans, mais aucune tendance ne s'est dégagée.

La **Figure 25** illustre tous les taux de capture standardisés utilisés dans les analyses de l'évaluation. Les estimations recueillies dans l'analyse des jeux de données brésiliens et étasuniens n'ont dégagé aucune tendance. Les estimations calculées pour la base de données vénézuéliennes ont brusquement chuté au début des années 1980, mais signalent depuis 1983 une tendance légèrement à la baisse.

#### 4.1.3 Schémas spécifiques aux pêcheries de listao

Les définitions des pêcheries utilisées sont indiquées dans le tableau suivant et suivent généralement les définitions utilisées pour la modélisation de l'évaluation du thon obèse par MULTIFAN-CL.

#### Définitions des pêcheries proposées pour être utilisées dans d'autres analyses du listao.

<i>Stock</i>	<i>Fishery</i>	<i>Flags</i>	<i>Gear</i>	<i>Period</i>
Atlantic East	1E	EC-France, EC-Spain and Others	PS	1969-1979
Atlantic East	2E	EC-France, EC-Spain and Others	PS	1980-1990
Atlantic East	3E	EC-France, EC-Spain and Others-Free School	PS	1991-2005
Atlantic East	4E	EC-France, EC-Spain and Others-FADs	PS	1991-2005
Atlantic East	5E	Ghana	PS & BB	1973-2005
Atlantic East	6E	EC-France, EC-Spain (Dakar Based), Senegal	BB	1965-1983
Atlantic East	7E	EC-France, EC-Spain (Dakar Based), Senegal	BB	1984-2005
Atlantic East	8E	Azores, Madeira, Canaries	BB	1965-2005
Atlantic East	9E	Others	BB	1965-2005
Atlantic East	10E	Others	Others	1965-2005
Atlantic West	1W	Brazil	BB	1965-2005
Atlantic West	2W	Venezuela	PS+BB	1965-2005
Atlantic West	3W	All	Others	1965-2005

### *Sélection des indices d'abondance pour le listao*

Afin de sélectionner parmi les pêcheries candidates les séries de CPUE les plus appropriées en termes de représentativité des changements d'abondance du listao des deux côtés de l'océan Atlantique, une attention particulière a été accordée aux critères, tels que la prise totale moyenne, la surface des zones de pêche et la taille des séries temporelles.

Dans l'Atlantique Est, les pêcheries de canneurs décrivant des changements dans le temps de l'abondance de différentes classes de taille du listao ont été sélectionnées comme suit :

- Flottille du Portugal-Açores (indice standardisé après l'omission des plus petits bateaux qui pêchent dans les eaux côtières des Açores) : 1970-2006 ;
- Navires espagnols des îles Canaries (série non-standardisée, divisée pour des périodes temporelles, antérieure et consécutive à l'adoption de la technique de pêche en banc associé en 1992) : 1980-1991 ; 1992-2006 ;
- Flottes de canneurs (CE-France, CE-Espagne, FIS, Sénégal) opérant à partir de Dakar (Sénégal), (standardisé pour la série temporelle intégrale, puis ventilée avant et après l'adoption de la technique de pêche en banc associé en 1984) : 1969-1983 ; 1984-2006 ; et
- Navires ghanéens (CPUE non-standardisée), de 1969 à 1982 (Wise 1986).

Deux séries de senneurs ont été utilisées :

- Les senneurs espagnols et associés, ciblant des bancs libres de listao au large du Sénégal pendant le deuxième trimestre de l'année, de 1980 à 2006. L'emploi de la CPUE de senneurs dans cette zone a pour avantage de permettre de calculer un indice d'abondance apparente pour les opérations de pêche en bancs uniquement, ce qui n'est pas le cas dans d'autres zones.
- Les senneurs de la CE qui pêchent avec des DCP essentiellement dans les zones équatoriales : 1991-2006.

Pour le stock occidental, trois indices de taux de capture ont été utilisés :

- La pêcherie de canneurs brésiliens, connue pour cibler spécifiquement du listao (indice standardisé) : 1981-2006 ;
- Les senneurs vénézuéliens, opérant en général avec l'aide des canneurs (indice non-standardisé, corrigé en tenant compte d'une augmentation annuelle modérée de 1% de l'efficacité) : 1982-2005 ; et
- La pêcherie récréative étasunienne (série standardisée) : 1986-2006.

#### *4.1.4 Poids moyen*

La **Figure 26** indique le poids moyen du listao pour l'Atlantique Est et l'Atlantique Ouest. Le poids moyen du poisson débarqué n'a dégagé aucune tendance pendant la période la plus récente. Depuis le début des années 1980, le poids moyen du poisson débarqué à l'Ouest double le poids du poisson débarqué dans l'Atlantique Est.

## **4.2 Albacore**

### *4.2.1 Poids moyen*

Le poids moyen de l'albacore a connu une certaine variabilité, mais une tendance décroissante est manifeste depuis le début des années 1970 (**Figure 27**). Lorsqu'on analyse les informations séparées par engin, il est manifeste que la tendance décroissante est principalement due à la palangre et à la senne.

#### 4.2.2 Taux de capture

##### *Senne*

Le SCRS/2008/115 présente les taux de capture standardisés de l'albacore adulte capturé par les senneurs qui ont pêché pendant la période 1980-2006 dans l'océan Atlantique tropical. Deux approches ont été utilisées pour obtenir les indices à partir des résultats du modèle linéaire généralisé : (a) moyenne des moindres carrés ; et (b) moyenne des valeurs ajustées. Les estimations de la variance effectuées avec la deuxième approche étaient plus faibles. Néanmoins, les taux de capture standardisés n'ont dégagé aucune tendance.

Dans le document SCRS/2008/116, les informations sur la pêche avec DCP opération par opération consignées dans les livres de bord ont également été analysées afin d'obtenir les taux de capture standardisés de l'albacore juvénile. Un modèle delta-lognormal et un GLM ont été utilisés pour estimer les indices. Les variables explicatives incluses dans le modèle étaient année, région, trimestre et catégorie de navires. Les taux de capture standardisés de l'albacore ont dégagé une tendance aplanie au cours de la période 1991-2006.

Les taux de capture disponibles à la présente réunion étaient contradictoires (**Figure 29**). Les estimations calculées pour les indices vénézuéliens ont connu trois maximums, mais une tendance à la baisse. Néanmoins, les indices des senneurs tropicaux ont connu un chiffre record en 1989, mais n'ont pas expérimenté de nombreux changements après 1992. Les taux de capture standardisés, tels que calculés pour la base de données de la CE, semblent aplanis au cours de la période 1991-2005.

##### *Canneurs*

Les taux de capture nominaux pour la flottille des îles Canaries expérimentent plusieurs chiffres record et chutes (**Figure 30**). Les valeurs estimées recueillies avec la base de données brésiliennes ont chuté abruptement de 1981 à 1982, puis ont dégagé une tendance légèrement à la baisse. Les taux de capture nominale de Dakar ont connu un chiffre record en 1993, puis ont dégagé une tendance descendante.

##### *Pêcheries récréatives*

La distribution de modèles mixtes linéaires généralisés et delta-lognormal a été utilisée pour analyser les taux de capture de l'albacore capturé dans l'Atlantique et le Golfe du Mexique, tel que déclaré dans la base de données de l'Enquête statistique des pêcheries récréatives marines des Etats-Unis (MFRSS) (SCRS/2008/122). La zone géographique, la saison et le mode de pêche (navire de pêche affrété ou privé) étaient les facteurs pris en compte dans le modèle. Les taux de capture standardisés varient tous les ans, mais sans dégager de tendance (**Figure 31**). Des maximums ont été observés en 1984, 1994 et 1999, ainsi que des chutes à la fin des années 1980, et au milieu des années 1990. Une tendance descendante est apparente après 1999.

##### *Palangre*

Plusieurs indices de CPUE ont été présentés à la réunion, lesquels émanaient de pêcheries autres que celles des senneurs. Tous les indices ont été standardisés à l'aide d'un GLM, chacun différait dans le postulat de la distribution d'erreur (log-normal ou Poisson). Ils avaient en commun les mêmes facteurs de base, tels qu'année, saison et zone, avec d'autres facteurs particuliers à chaque cas.

Les taux de capture standardisés de l'albacore capturé par la flottille palangrière japonaise de 1965 à 2006 ont été estimés à l'aide d'un modèle linéaire généralisé (GLM) (SCRS/2008/108). Les facteurs pris en compte dans le modèle étaient année, trimestre, SST (température à la surface de l'eau), nombre d'hameçons entre les flotteurs et type de lignes principales et secondaires. Les principaux effets et interactions ont été inclus dans l'analyse. Les taux de capture ont été modélisés à l'aide d'une distribution de densité lognormal et une valeur constante positive a été ajoutée au taux de capture afin de traiter les captures égales à zéro. Les taux de capture standardisés, tels qu'estimés sur une base annuelle et trimestrielle, ont diminué jusqu'au milieu des années 1970. Les estimations étaient proches de 1,7 (poissons/1.000 hameçons) jusqu'au début des années 1990, où elles ont chuté à 0,6 (poisson/1.000 hameçons). Après cette chute, la variation des taux de capture standardisés n'a dégagé aucune tendance. Les variations des indices standardisés, tels que calculés en poids, étaient similaires à celles recueillies dans les calculs basés sur le nombre de poissons. Les taux de capture nominaux pour les années 1960 et le début des années 1970, tels que déclarés pour les flottilles japonaises et pour toutes les autres flottilles palangrières, ont été jugés douteux lors d'une réunion antérieure. C'est pourquoi le Groupe a décidé de ne pas utiliser les estimations pour les toutes premières années.

Dans l'Atlantique Sud-Ouest, l'albacore est capturé principalement par les flottilles qui opèrent à la palangre pélagique dérivante. Le SCRS/2008/109 présentait la CPUE standardisée de l'albacore capturé par les flottilles palangrières du Brésil et de l'Uruguay dans l'océan Atlantique au cours de la période 1980-2006 à l'aide de modèles linéaires généralisés avec une approximation delta-lognormal. Le nombre d'opérations analysées se chiffrait à 76.521, avec un effort total de 136.947.483 hameçons entre 7°N-45°S et 57°-20°W. Les variables réponses examinées dans le modèle étaient la CPUE et une CPUE nominale pondérée par la prise totale (CPUEp). L'année, le trimestre, la zone, la température à la surface de l'eau et le type d'engin de pêche ont été considérés comme variables explicatives pour les modèles. La CPUE et la CPUEp standardisée dégagent des oscillations tout au long de la période, avec une tendance descendante au cours des sept dernières années et une hausse modérée en 2005. Les taux de capture standardisés indiquent de fortes variations au fil des ans, avec une baisse de 2000 à 2006. Dans un autre document, seule la base de données uruguayenne a été examinée (SCRS/2008/110). Les résultats étaient similaires à ceux susmentionnés.

Un GLM a également été utilisé pour analyser la CPUE de l'albacore capturé par la flottille palangrière brésilienne mais on a postulé que le taux de capture (nombre de poissons/100 hameçons) suivait les distributions de densités de Poisson et Tweedie (SCRS/2008/112). Les quatre facteurs considérés lors de l'analyse des données de 1986 à 2007 étaient l'année, la zone, le trimestre et la cible. L'analyse par grappes des compositions d'espèces capturées dans les opérations de pêche a été utilisée pour définir les niveaux du facteur « cible ». Les estimations recueillies avec les modèles de Poisson et Tweedie étaient similaires. Les taux de capture standardisés étaient importants entre 1988 et 1990, ont diminué jusqu'en 1993 et n'ont dégagé aucune tendance à la fin de la série temporelle.

Pour la pêcherie palangrière mexicaine et étasunienne opérant dans le Golfe du Mexique (1992-2006), un indice combiné a été présenté (SCRS/2008/119), basé sur les données d'observateurs disponibles. Les variables incluses étaient : année, trimestre, flottille, opérations, température et type d'appât.

Dans le document SCRS/2008/120, la CPUE de l'albacore était en poids et en nombre pour la période 1987-2007. Les taux de capture standardisés de l'albacore ont chuté depuis 1987, mais semblent être en hausse depuis 2003. Globalement, les indices standardisés montrent une baisse depuis 1986, mais une tendance plutôt aplanie depuis 1992. La proposition de prises positives et le taux de capture de jeux de données positives pour l'albacore ont montré des tendances contradictoires dans certaines zones de pêche. Cette question a été discutée mais aucun accord ne s'est dégagé sur l'explication de ces schémas contradictoires.

Pour cette évaluation, on a utilisé des jeux de données du Japon, Brésil, Uruguay, Etats-Unis et un indice combiné entre le Mexique et les Etats-Unis. La plupart des séries temporelles de taux de capture standardisé ont montré une tendance décroissante (**Figure 32**). Les indices calculés pour le Taïpei chinois et pour les bases de données uruguayennes font figure d'exception. Les estimations pour les données du Taïpei chinois ont chuté au début des années 1970 et sont apparues aplanies après 1974, tandis que les estimations pour les données uruguayennes ont dégagé une forte variabilité, mais aucune tendance.

#### *Indices utilisés dans l'analyse*

Après avoir évalué tous les indices de taux de capture disponibles pendant la réunion, le Groupe a décidé d'en utiliser certains pour une analyse de population virtuelle, mais pas pour des modèles de production. Certains des indices dégageaient des tendances temporelles peu fiables. Les indices des taux de capture sélectionnés pour l'analyse de l'évaluation sont inclus dans l'**Appendice 7**.

#### *Indices combinés*

Des indices combinés ont été estimés pour les deux espèces à l'aide d'une approche GLM (*cf.* **Appendice 5**). Pour l'albacore, le modèle incluait la palangre japonaise, la palangre combinée Mexique et Etats-Unis dans le Golfe du Mexique, la canne et moulinet des Etats-Unis, la palangre brésilienne, la palangre du Taïpei chinois, les canneurs canadiens, les senneurs vénézuéliens, les canneurs brésiliens, les canneurs de la CE basés à Dakar, la palangre vénézuélienne et les senneurs de la CE, en postulant une augmentation annuelle constante de la capturabilité de 3%. Les estimations des indices combinés non pondérés et pondérés sont présentées au **Tableau 13** et à la **Figure 33**. L'indice non pondéré et l'indice pondéré ont dégagé des tendances similaires, avec une forte chute à la fin des années 1960, suivie par une période relativement stable jusqu'à environ 1990. A partir de 1990, les deux indices ont dégagé une tendance descendante continue.

Pour le listao, les pêcheries utilisées pour estimer l'indice combiné pour le stock de l'Atlantique Est étaient les

pêcheries de senneurs de UE-Dakar et UE-DCP et les pêcheries de canneurs du Ghana, des îles Canaries, du Portugal et de la CE basées à Dakar. Dans le cas du stock de listao de l'Atlantique Ouest, il s'agissait des pêcheries de senneurs vénézuéliens, de canne et moulinet des Etats-Unis et de canneurs brésiliens. L'indice combiné pour le stock de listao de l'Atlantique Est a montré une tendance ascendante variable mais constante depuis le début de la série temporelle en 1965 jusqu'à la fin en 2006. La série du stock de l'Atlantique Ouest a démarré en 1981 et a également dégagé des valeurs fortement variables mais avec une tendance relativement constante. Les valeurs des indices combinés estimés pour chaque stock et les matrices des facteurs de pondération sont illustrées au **Tableau 13** et à la **Figure 33**.

## 5 Méthodes et autres données relatives à l'évaluation

### 5.1 Méthodes – Albacore

#### 5.1.1 ADAPT-VPA

Les spécifications des paramètres utilisés dans le cas de base du modèle VPA de 2008 étaient généralement les mêmes que celles employées dans le cas de base du modèle VPA de 2003 (Mérida, Mexique, juillet 2003) (Anon. 2004). Un résumé des réglages et paramètres de contrôle du modèle se trouve ci-dessous et aux **Tableaux 14** (Réglages) et **15** (Paramètres).

Les modèles VPA nécessitent l'estimation ou le postulat des taux de mortalité par pêche de la dernière année (F). Comme lors de l'évaluation antérieure, les cas de base en 2008 (scénarios 5 et 8) ont permis aux valeurs de F terminal d'être estimées pour les âges 0-4. La plus vieille classe d'âge représente un groupe plus (âges 5 et plus) et l'on a spécifié que le taux de mortalité par pêche de la dernière année correspondant était le produit de  $F_{\text{âge } 4}$  ainsi qu'un paramètre estimé de « F-ratio » qui représente le ratio de  $F_{\text{âge } 5}$  à  $F_{\text{âge } 4}$ . Pour les scénarios 5 et 10, le F-Ratio initial (1970) a été estimé comme étant un paramètre traditionnel ; on lui a ensuite permis de varier annuellement à l'aide d'une marche aléatoire avec une déviation standard égale à 0,2 et une valeur escomptée de la distribution a priori égale à l'estimation annuelle précédente.

Les indices d'abondance ont été ajustés en postulant une structure d'erreur lognormale et une pondération égale (c'est-à-dire que le coefficient de variation a été représenté par un unique paramètre estimé pour toutes les années et les indices). On a postulé que les coefficients de capturabilité (mise à l'échelle) pour chaque indice étaient constants pendant la durée de cet indice et ils ont été estimés par la formule de vraisemblance concentrée correspondante.

On a postulé que le taux de mortalité naturelle était dépendant de l'âge (âges 0 et 1 =  $0,8 \text{ an}^{-1}$ ; âges 2+ =  $0,6 \text{ an}^{-1}$ ), comme dans les évaluations antérieures.

#### Description des sorties du modèle

Le **Tableau 16** résume les indices utilisés pendant les diverses sorties du modèle. Les méthodes utilisées pour estimer les sélectivités des indices sont décrites au **Tableau 17**. Une description générale des sorties du modèle s'ensuit.

- **Scénario de continuité** : Le « scénario de continuité » a été réalisé afin de déterminer l'état du stock en 2008 en utilisant les mêmes paramètres et structure du modèle que ceux du cas de base de l'évaluation de 2003 (c'est-à-dire des paramètres, contraintes et indices d'abondance identiques). Ceci est supposé faciliter la comparaison entre les résultats de l'évaluation de 2008 et celle de 2003. Les indices d'abondance et les données de capture ont été actualisés et prolongés jusqu'en 2008.
- Les **scénarios 5 et 10** ont été choisis comme « scénarios de base » et ont été combinés afin de formuler l'avis de gestion.
- **Scénario 5** : Le scénario 5 diffère du scénario de continuité et de la sortie du modèle de 2003 en ce que:
  1. Tous les indices recommandés par le groupe de travail chargé de l'évaluation de 2008 ont été utilisés.
  2. Une pénalisation a été appliquée pour limiter les déviations dans la vulnérabilité par âge (pénalisation appliquée à 2004-2006, âges 0-5+, déviation standard = 0,4).

3. L'apogée de la saison de frai a été fixée au 14 février. Le poids par âge des géniteurs a également été calculé à partir de la courbe de croissance en utilisant cette date.
- **Scénario 10** : Ce scénario est identique au scénario 5, à l'exception du fait qu'il a été postulé que les indices palangriers et des senneurs tropicaux ont des schémas de sélectivité à la partie supérieure plane plutôt que des schémas fortement en forme de cloche estimés par le Scénario 5. Pour intégrer ce postulat, les schémas de sélectivité estimés pendant le Scénario 5 ont été utilisés jusqu'à ce que soit atteinte la sélectivité totale. Ensuite, une pleine sélection (1,0) a été retenue pour les âges plus avancés.

### 5.1.2 ASPIC

Le stock d'albacore a également été évalué avec un Modèle de production excédentaire (ASPIC v. 5.16) utilisant les débarquements de la période 1950-2006. Trois différents ensembles de pêcheries ont été examinés dans les scénarios :

- 1) Une flottille combinée avec un indice combiné pour la période 1965-2007. Ce cas a employé un indice combiné pondéré (*cf.* Section 4) pour la palangre japonaise, la palangre combinée du Mexique et des Etats-Unis opérant dans le Golfe du Mexique, la canne et moulinet des Etats-Unis, la palangre brésilienne, la palangre du Taïpei chinois, les canneurs des îles Canaries, les senneurs vénézuéliens, les canneurs brésiliens, les canneurs communautaires basés à Dakar, la palangre vénézuélienne et les senneurs communautaires, postulant une augmentation annuelle constante de 3% dans la capturabilité.
- 2) Dix flottilles distinctes dont les indices couvrent certaines parties de la période 1965-2007. Ce cas a utilisé des débarquements et indices d'abondance distincts pour la palangre japonaise, la canne et moulinet des Etats-Unis, la palangre brésilienne, la palangre des Etats-Unis, la palangre uruguayenne, la senne vénézuélienne, les canneurs brésiliens et les flottilles de canneurs de l'UE-Dakar. Une dixième flottille incluait tous les autres débarquements et n'avait pas d'indice d'abondance correspondant.
- 3) Une flottille combinée avec un indice combiné pour la période 1956-2006. Ce cas a employé l'indice combiné de 1965 à 2006 qui est remonté jusqu'à 1956 en utilisant les données de la Tâche II.

Le **Tableau 18** montre les indices d'abondance utilisés dans chaque cas tandis que le **Tableau 19** fournit les captures. Ces trois scénarios ont testé différentes combinaisons de différentes formes de modèle (logistique par opposition à généralisé), des indices pondérés ou non pondérés, et une valeur fixe ou estimée de  $B_1/K$ . Un total de dix cas initiaux ont été examinés, lesquels sont récapitulés au **Tableau 20**.

## 5.2 Méthodes – Listao

### 5.2.1 Modèle seulement avec capture

Le modèle seulement avec capture combine un modèle de dynamique de la biomasse de Schaefer avec un modèle de dynamique de l'exploitation logistique (Vasconcellos et Cochrane, 2005). Le modèle postule que la capture des pêcheries suit une courbe logistique qui dépend de deux paramètres. Le modèle prédit les prises totales, qui sont ajustées aux prises observées à l'aide des méthodes bayésiennes (Gelman *et al.*, 2004). Les ajustements sont réalisés à l'aide d'un cadre bayésien afin de permettre d'utiliser l'information a priori, laquelle pourrait stimuler l'extraction de l'information provenant des captures. Un test de simulation préliminaire (Mintevra *et al.* en prép.) a montré que, pour les jeux de données artificielles, les données de capture combinées avec des priors informatifs sur certains paramètres pourraient produire des quantités de gestion acceptables.

Un modèle de capture seulement est donné par :

$$C_{t+1} = P_t \left[ 1 + x \left( \frac{B_t}{aK} - 1 \right) \right] \left[ B_t + rB_t \left( 1 - \frac{B_t}{K} \right) - C_t \right]$$

où :

$C_{t+1}$  est la capture à l'heure  $t+1$  ;

$P_t$  est la proportion de la biomasse capturée à l'heure  $t$  ;

$B_t$  est la biomasse de la population à l'heure  $t$  ;

$K$  est la capacité de transport, ou la biomasse à laquelle la croissance de la population est nulle ;  
 $r$  est le taux intrinsèque du changement de la biomasse de la population ;  
 $x$  est un multiplicateur qui définit l'augmentation de la mortalité par pêche dans le temps ;  
 $a$  ( $0 < a < 1$ ) est l'équilibre bioéconomique comme proportion de  $K$ .

Dans ce modèle, quatre paramètres sont estimés :  $r$ ,  $K$ ,  $a$  et  $x$ . On a postulé que la population faisait l'objet d'une légère exploitation au début de la série temporelle (donc  $B_0 = K$ ), et que la première prise ( $C_0$ ) était mesurée sans erreur (donc  $P_0 = C_0/B_0$ ).

Les paramètres ont été estimés à l'aide de techniques bayésiennes. Plusieurs combinaisons de priors ont été employées. Pour le stock Ouest, les priors pour  $K$  étaient établis comme  $K \sim U(100\ 000, 1\ 000\ 000)$ ,  $\ln(K) \sim U(\ln(100\ 000), \ln(1\ 000\ 000))$  ou une distribution lognormale avec une moyenne de 350 000 t et  $CV=0,5$ . Pour le stock Est, les priors pour  $K$  étaient établis comme  $K \sim U(200\ 000, 2\ 000\ 000)$ ,  $\ln(K) \sim U(\ln(200\ 000), \ln(2\ 000\ 000))$  ou une distribution lognormale avec une moyenne de 700 000 t et  $CV=0,5$ . Les priors pour  $r$  étaient établis comme  $r \sim U(0,4, 2,0)$  pour un prior basé sur des méthodes démographiques (cf. **Appendice 6**, McAllister *et al* 2001). Les priors pour  $a$  étaient établis comme uniformes sur la gamme possible du paramètre  $a \sim U(0,1)$ . Des tests de sensibilité pour les priors pour  $x$  ont été réalisés étant donné que certaines combinaisons de valeurs de  $a$  et de  $x$  pourraient entraîner des oscillations irréalistes sur le taux de capture et donc sur la biomasse. Initialement, les priors de  $x$  étaient établis comme  $x \sim U(0,10)$ , ensuite la gamme a été limitée à  $x \sim U(0,1)$  ou  $x \sim U(0, 1,1)$  pour les stocks Est et Ouest, respectivement.

On a postulé que les captures observées suivaient une fonction de vraisemblance log-normale (Casella et Berger 2002) avec une valeur escomptée égale aux captures prédites par les modèles :

$$L(\phi | w) = \prod_{t=1}^n \frac{1}{\sigma C_t \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2\sigma^2} (\ln C_t - \mu)^2 \right]$$

où :

$$\mu = \ln E(C_t) - \frac{\sigma^2}{2}$$

$n$  est la longueur de la série temporelle des captures

$C_t$  est la capture observée dans l'année  $t$

$\hat{C}_t$  est la prise escomptée pour l'année  $t$  prédite par le modèle

$\sigma$  est le paramètre de variabilité postulé être connu et égal à 0,4.

Les paramètres ont été estimés à l'aide de *SIR-Sampling Importance Resampling* (McAllister *et al.* 1994; Gelman *et al.* 2004). La fonction de l'importance était égale à la fonction des priors conjoints, et le ratio d'importance est donc égal à la vraisemblance. Un million de vecteurs paramètres ont été aléatoirement échantillonnés à partir de la distribution des priors conjoints ; sur ceux-ci, 20.000 échantillons ont été prélevés avec remplacement, la probabilité étant proportionnelle au ratio d'importance. Punt et Hilborn (1997) ont découvert que le ré-échantillonnage doit être fait jusqu'à ce qu'aucun vecteur ne se voit assigner plus de 1% de probabilité a posteriori (MSD-maximum de la densité unique). Dans notre cas, le MSD a été contrôlé et aucun vecteur n'est apparu dans plus de 1% des ré-échantillonnages. Ont également été utilisés d'autres diagnostics pour la convergence, tels que le coefficient de variation dans la pondération moyenne de l'importance (McAllister et Kirchner, 2002) et le ratio d'importance maximum (McAllister et Pikitch, 1997).

Les données utilisées dans le premier jeu de scénarios étaient la série temporelle des prises totales de 1950 à 2006 pour le stock Est et de 1976 à 2006 pour le stock Ouest. Même si les captures du stock de listao de l'Ouest débutent en 1953, elles demeurent très faibles jusqu'au milieu des années 1970. Des scénarios préliminaires utilisant toute la série de captures n'ont pas pu être exécutés étant donné que le modèle n'a pas pu trouver une combinaison de paramètres qui produirait une trajectoire dotée d'un faible taux de capture pendant pratiquement 30 ans. Pour le deuxième jeu de scénarios, le modèle a été ajusté à une série de captures restreinte pour le stock Est afin de ne disposer que de captures originaires d'une pêcherie plus homogène (cf. section 3.2). La série a été divisée en deux périodes, de 1965 à 1984 et de 1985 à 2006.

### 5.2.2 PROCEAN

Le modèle PROCEAN (Analyse de production de capture/effort) est un modèle de production excédentaire

multi-flottes développé dans un cadre bayésien afin de réaliser des évaluations de stocks basées sur les données des séries temporelles de prise et d'effort (Maury, 2001; Maury et Chassot, 2001). PROCEAN est un modèle de dynamique de la biomasse basé sur le modèle généralisé de production excédentaire (Pella et Tomlinson, 1969) qui inclut une erreur de processus pour la capturabilité de la flotte de pêche, la capacité de transport du stock et une erreur de processus solide sur la mortalité par pêche.

Les huit séries temporelles indépendantes des indices d'abondance définis par le Groupe de travail ont été utilisées ainsi que l'indice d'abondance combiné pondéré par zone de pêche (cf. Section 4).

Les scénarios préliminaires ont montré que les données ne contenaient pas suffisamment d'informations pour estimer le paramètre forme ( $m$ ) concernant l'évolution typique « sans retour » de la pêcherie de listao de l'Atlantique Est ; il a donc été fixé lorsque le modèle a été exécuté. La biomasse initiale du stock en 1969 ( $B_0$ ) s'est également avérée difficile à estimer et l'on a postulé qu'elle était égale à une proportion fixe de la capacité de transport ( $K$ ). Des distributions informatives de priors ont été considérées pour le paramètre taux de croissance ( $r$ ) et la production maximale équilibrée (PME). Des distributions normales avec une moyenne de 1,17 (S.D. = 0,26) et 150.000 (S.D. = 20.000) ont été postulées pour le taux de croissance intrinsèque (Section 5.3.2) et la PME, respectivement. Une analyse de sensibilité a été réalisée pour tenir compte de l'incertitude dans certains paramètres d'entrée et évaluer l'impact des distributions a priori sur les estimations a posteriori (cf. Section 6.2.4).

### 5.2.3 Méthodes du modèle de production excédentaire bayésien

Le modèle de production excédentaire bayésien (McAllister *et al.* 2001) est un modèle de production excédentaire en conditions de non-équilibre qui permet des distributions a priori sur le taux intrinsèque de l'augmentation de la population ( $r$ ), la capacité de transport ( $K$ ), la biomasse dans la première année modélisée définie comme ratio ( $\alpha \cdot B_0$ ) de  $K$ , prise annuelle moyenne avant l'enregistrement des données ainsi que la variance, le paramètre forme ( $n$ ) pour un modèle Fletcher/Schaefer et des paramètres de capturabilité pour chaque série temporelle. Le modèle utilise un algorithme *Sampling Importance Resampling* (SIR, McAllister et Kirkwood 1998) et peut s'adapter à un modèle de production soit de type Schaefer, soit de type Fletcher/Schaefer. Le modèle BSP a été accepté dans le catalogue ICCAT et a été antérieurement appliqué à plusieurs espèces de l'ICCAT (makaire blanc, thon rouge, istiophoridés, thon obèse). C'est néanmoins la première fois que le modèle est appliqué au listao.

Dans cette application, nous utilisons la formulation du modèle logistique de Schaefer et l'estimation de  $r$  et  $k$  et  $\alpha \cdot B_0$  à l'aide des distributions a priori. On a postulé une distribution lognormale de priors (moyenne=1, sd=0,01) pour  $\alpha \cdot B_0$  en se basant sur le fait que la biomasse dans la première année de l'année du modèle (1950 pour le listao de l'Est et 1952 pour le listao de l'Ouest) était au niveau de la capacité de transport ou proche de celui-ci. On a déterminé les distributions a priori pour  $r$  sur la base de la modélisation démographique décrite à la Section 5.3.2. On a initialement estimé que les priors pour  $K$  étaient uniformes sur  $K$  ou  $\log K$  avec des limites maximales égales à 10 fois la prise maximale observée et des limites minimales égales à la prise maximale observée, mais qu'ils sont ultérieurement descendus à  $\sim 5$  fois la prise maximale. Dans cette formulation du modèle BSP, nous avons introduit des distributions a priori pour les paramètres  $r$  et  $K$  et avons postulé que  $K$  était égal à la biomasse au point de départ pour chaque capture enregistrée pour chaque modèle.

Il a été nécessaire d'ajuster et de paramétrer initialement le modèle pour trouver des valeurs de départ adéquates pour les paramètres d'entrée  $r$  et  $K$  afin d'obtenir que le modèle estime les valeurs modales qui sont soit les estimations maximales de vraisemblance pour les paramètres non-bayésiens, soit le mode de la distribution a posteriori pour les paramètres bayésiens. Ceci est exécuté pendant la composante « mode d'estimation » de la procédure d'ajustement du modèle et souvent différentes valeurs de départ se sont avérées nécessaires pour les différents scénarios. Les valeurs de départ pour les divers paramètres sont fournies aux **Tableaux 21** et **22** pour le listao de l'Ouest et de l'Est, respectivement. Les indices utilisés pour le listao de l'Ouest sont présentés au **Tableau 23** et pour le listao de l'Est aux **Tableaux 24** et **25**.

Pour chaque sortie du modèle, les diagnostics de convergence ont été examinés au cours du stade « échantillonnage d'importance » de la modélisation selon la méthodologie décrite dans McAllister et Kirkwood (1998). En outre, compte tenu de la nature non-informative ou contradictoire de nombreux indices d'entrée, l'examen des diagnostics s'est avéré particulièrement critique en raison du biais potentiel que la fonction d'importance peut transmettre sur les modes postérieurs. Il est recommandé que les coefficients de variation (CV) des pondérations CV(wts) des échantillonnages d'importance soient inférieurs au CV de la vraisemblance multiplié par les priors CV(L\*P) pour les mêmes échantillonnages. Comme diagnostic de convergence pour

l'algorithme SIR, nous avons alors utilisé le ratio de  $CV(wts)/CV(L*P)$  en postulant que des ratios supérieurs à 2 étaient inacceptables, que des ratios entre 1 et 2 étaient marginaux et que des ratios inférieurs à 1 étaient acceptables.

### 5.3 Autres méthodes

#### 5.3.1 Estimation des tendances potentielles de la capturabilité dans la flottille de senneurs européens

Le Groupe a noté que dans diverses analyses antérieures on avait postulé que la capturabilité associée à la flottille senneurs tropicaux de la CE avait augmenté d'environ 3% par an depuis 1980. Le Groupe a réalisé des analyses supplémentaires afin de déterminer si des changements de capturabilité n'étaient pas survenus à un taux constant depuis 1980.

Les données utilisées (cf. **Figures 34** et **35** pour les trois espèces tropicales séparément et combinées) étaient : prise totale entre 1950-2006 ; prise et effort nominal (jours de pêche) entre 1969-2006 des flottilles de senneurs communautaires et associés. Aucune tentative n'a été faite de séparer les opérations avec DCP de celles en bancs libres. Les valeurs de l'effort de 1983 et 1984 ont semblé anormalement élevées et ont été exclues des analyses.

L'approche utilisée peut être récapitulée comme suit : en fonction des prises totales, les trajectoires de la biomasse ont été calculées en se basant sur un modèle de production déterministe de Fox doté de valeurs de paramètres postulées (celles-ci sont expliquées ci-dessous). A partir de ces valeurs de biomasse, des prises et de l'effort de pêche total et des senneurs, il est possible de dériver des valeurs de mortalité par pêche et de capturabilité par flottille de senneurs. Les tendances dans les valeurs de capturabilité résultantes ont ensuite été examinées. Les équations suivantes expliquent la méthode utilisée :

- 1) Postule des valeurs pour  $PME$  et  $K$ .
- 2) Postule que  $B_{1949} = K$
- 3) Projette la population en avant en utilisant le paramétrage Fletcher du modèle Fox compte tenu des valeurs ci-dessus et la série temporelle des prises totales connues :

$$B_{t+1} = B_t - e^{-1}MSY \frac{B_t}{K} \ln\left(\frac{B_t}{K}\right) - \tau C_t$$

- 4) Estime la mortalité par pêche totale :

$$F_t = \frac{\tau C_t}{(B_t + B_{t+1})/2}$$

- 5) Estime la mortalité par pêche à la senne basée sur le ratio des prises des senneurs ( $P$ ) par rapport à la prise totale :

$${}^p F_t = \frac{v_{C_t}}{\tau C_t} F_t$$

- 6) Estime la capturabilité des senneurs en utilisant l'effort nominal :

$$q_t = \frac{v_{F_t}}{f_t}$$

Les valeurs postulées pour la PME du thon obèse et de l'albacore se situaient à 90.000 t et 150.000 t, comme cela a été estimé dans les évaluations antérieures. On a postulé une PME de 150.000 t pour le listao de l'Atlantique Est. Lorsque les trois stocks ont été examinés ensemble, la PME total se chiffrait à 390.000 t.

Les valeurs de  $K$  pour le thon obèse et l'albacore ont été calculées de façon à ce que les ratios projetés  $B_{2006}/B_{PME}$  s'élèvent à 0,9 et 1,0 respectivement. La valeur de  $K$  pour le listao a été fixée arbitrairement à 700.000 t, chiffre similaire aux valeurs calculées pour l'albacore et le thon obèse. La valeur de  $K$  pour les analyses des trois espèces combinées a été la somme des trois valeurs individuelles de  $K$ .

Le Groupe a calculé les changements de pourcentage moyens dans la capturabilité en réalisant une régression de  $\ln(q_t)$  contre le temps pour différentes périodes temporelles. Il s'agissait de 1969-1979, 1980-1990 et 1991-2006, soit les mêmes périodes examinées pour diviser les séries pour les analyses Multifan. En outre, la période temporelle 2002-2006 a été examinée pour chercher à déterminer des tendances plus récentes.

### Résultats

Les tendances projetées de la biomasse sont indiquées à la **Figure 36**. Les modèles montrent des chutes plus accusées pour le thon obèse et l'albacore qu'elles ne le font pour le listao ou pour les trois espèces combinées.

Le **Tableau 26** fournit les paramètres postulés de la dynamique de population et les pentes résultantes de la régression de  $\ln(q)$  contre le temps pour différentes périodes temporelles. Les valeurs de  $\ln(q)$  pour l'intégralité de la période temporelle sont indiquées à la **Figure 37**. Ces résultats suggèrent que pendant certaines périodes temporelles, la capturabilité pourrait avoir changé de plus de 10% par an. Ceci est manifeste principalement dans les années 1970 et 1980. Pour les cinq années les plus récentes, ces analyses suggèrent que la capturabilité continue d'augmenter rapidement pour le listao, est en diminution pour l'albacore et augmente lentement pour le thon obèse.

Les **Figures 38 et 39** montrent l'effort de pêche (nominal) d'entrée ainsi que l'effort ajusté par les estimations de capturabilité par espèce. Il est à noter que le plus grand impact de l'ajustement de l'effort par capturabilité revient au thon obèse, puis au listao et enfin à l'albacore.

La **Figure 39** compare la série d'effort nominal avec deux séries ajustées pour l'albacore. La ligne bleue est ajustée en utilisant les changements de capturabilité estimés dans les présentes analyses. La ligne rouge a été obtenue en suivant la même approche qui a été appliquée à la réunion d'évaluation sur l'albacore tenue à Cumaná, Venezuela, en 2000 (Anon. 2001), laquelle postule une hausse annuelle de 3% dans  $q$  après 1980. (Il est à noter que les séries d'effort d'entrée utilisées pour les deux analyses sont différentes). Les deux séries ajustées sont d'envergure similaire, même si au cours de certaines années l'effort ajusté à partir de l'analyse actuelle peut être supérieur de 60% à l'effort ajusté par le changement annuel de 3% dans  $q$ .

Lors des discussions sur les résultats obtenus, le Groupe a convenu que l'approche utilisée pour calculer les changements dans  $q$  a des points forts et des points faibles. Le point fort est que le taux auquel  $q$  change dans le temps n'est pas fixé. Un autre point fort est qu'il est rattaché à un modèle de dynamique de population. En termes de faiblesse, la nature déterministe du modèle Fox utilisé est plutôt inflexible. Une approche plus flexible serait, par exemple, d'estimer les changements de capturabilité comme des passages aléatoires dans un cadre d'évaluation de stock, tel que Multifan-CL. Finalement, le Groupe n'a pas examiné dans le détail l'effet que les changements dans les valeurs postulées de PME et K auraient sur les résultats, bien que les sorties limitées aient suggéré que les tendances dans  $q$  étaient relativement insensibles à ceux-ci.

Pour les analyses d'évaluation des stocks, le Groupe a conclu qu'il conviendrait d'utiliser à la fois les séries d'effort ajustées pour une augmentation de 3% dans  $q$  par an, ainsi que celles ajustées par les changements de capturabilité estimés dans ces analyses (**Tableau 27**).

## 6 Résultats de l'état des stocks

### 6.1 Etat des stocks – Albacore

#### 6.1.1 Résultats de la VPA

Cette section résume les résultats des analyses de VPA expliquées à la Section 5.1. L'**Appendice 7** contient les fichiers de résultats du logiciel VPA-2BOX pour les cas de base du modèle VPA (Scénarios 5 et 10). Cet Appendice contient une description complète des résultats de VPA, y compris la matrice des taux de mortalité par pêche estimés, l'abondance à l'âge, la biomasse du stock, le recrutement, les ajustements aux indices, les sélectivités estimées des indices, les F-ratios et Fs à l'âge terminal.

#### Diagnostiques

Les **Figures 40 et 41** résument les ajustements à la série de CPUE pour le modèle de continuité VPA et pour le cas de base. Les ajustements au cas de base (Scénarios 5 et 10) sont très similaires, mais montrent une absence considérable d'ajustement à de nombreux indices (**Figure 41**).

#### Rétrospectives

Une analyse rétrospective a été réalisée en éliminant séquentiellement les entrées de capture et les indices d'abondance du cas de base du modèle de 2008, en remontant jusqu'en 2003. La **Figure 42** indique les tendances de la biomasse reproductrice et les recrutements pour les cas de base. Les tendances de la SSB ont été ajustées à la valeur maximale de la série afin de faciliter la comparaison. Les tendances de la SSB sont sensibles à l'élimination séquentielle des données et ne montrent aucune convergence dans le temps. Au lieu de cela, certaines séries indiquent une chute plus accusée de la biomasse. Le recrutement estimé est assez insensible à

l'élimination rétrospective des données. Au cours de ces dernières années, les estimations du recrutement ont fluctué sans un schéma évident.

Les schémas rétrospectifs de la mortalité par pêche à l'âge (FAA) et des nombres à l'âge (NAA) sont récapitulés aux **Figures 43 et 44**, respectivement. On note un schéma rétrospectif considérable dans la FAA, notamment pour les âges 4 et 5+ entre 1990 et 2006. Le schéma rétrospectif du NAA est moins apparent. Les résultats du modèle sont généralement convergents jusqu'aux années les plus récentes, puis ils varient sans schéma évident.

#### Comparaison du cas de base des modèles VPA de 2003 et de 2008

Le scénario de continuité de 2008 a été construit afin d'examiner les implications de l'ajout d'années récentes (2002-2006) au modèle VPA sans changer les indices utilisés ou les paramètres du modèle. Les tendances de la mortalité par pêche apicale, de la biomasse du stock reproducteur (SSB), de l'abondance (âges 0-5+), du recrutement (âge 0) et du F-ratio annuel (F5+/F4) pour le cas de base du modèle de 2003 et le modèle de continuité de 2008 sont décrites à la **Figure 45**. Les résultats de l'évaluation du stock du scénario du cas de base de 2003 et du scénario de continuité de 2008 sont similaires, mais certaines différences sont manifestes dans les estimations du recrutement, de l'abondance et de la mortalité par pêche, notamment entre 1999 et 2001. Ces incohérences pourraient vraisemblablement être causées par les différences dans les F-ratios estimés pendant ces années. Les estimations de la SSB sont assez similaires sur toute la série temporelle.

#### Cas de base des modèles VPA

Le Groupe de travail a choisi deux modèles (Scénarios 5 et 10) afin de fournir un avis de gestion. Les tendances annuelles de la production, la biomasse totale, la mortalité par pêche apicale, des recrutements (âge 0), de la biomasse du stock reproducteur (SSB) et de la SSB relative à la SSB à Fmax sont illustrées à la **Figure 46** (Scénario 5) et à la **Figure 47** (Scénario 10). On a estimé l'incertitude dans les valeurs annuelles à l'aide de 500 bootstraps des valeurs résiduelles de l'indice.

Les deux scénarios sont très semblables, bien que le Scénario 10 fasse une estimation légèrement plus optimiste de l'état des stocks qu'en 2006.

#### Scénarios de sensibilité

Plusieurs scénarios de sensibilité ont été réalisés afin d'examiner la sensibilité du modèle à :

- 1) L'application/élimination de pénalisations sur les déviations dans le récent recrutement.
- 2) L'application/élimination de pénalisations sur les déviations dans les récentes estimations de la vulnérabilité à l'âge.
- 3) Changements dans le calendrier appliqué aux indices d'abondance.
- 4) Divers postulats sur la prise par âge de la palangre japonaise en 2006.
- 5) Estimer un F-ratio unique pour toutes les années (1970-2006).
- 6) Fixer le F-ratio pour tous les ans à des valeurs différentes.

Le Groupe a envisagé ces modèles pendant le développement du scénario de base, mais a finalement décidé que ces scénarios ne seraient pas utilisés pour formuler l'avis de gestion.

#### Etat des stocks

Le Groupe de travail n'a pas pu choisir entre les deux cas de base de la VPA, et comme les résultats du modèle étaient si similaires (**Figures 46 et 47**), le Groupe a recommandé de combiner les résultats du modèle dans une distribution conjointe unique. Cette distribution conjointe a été utilisée pour déterminer l'état du stock et élaborer l'avis de gestion. Des références de gestion ont été calculées à l'aide des médianes de la distribution conjointe, et en postulant un recrutement constant égal à la moyenne des recrutements observés entre 1970-2006. Tous les paramètres de gestion et les points de référence sont récapitulés au **Tableau 28**.

La trajectoire de l'état du stock pendant la série temporelle est résumée à la **Figure 48**. Selon la distribution conjointe des cas de base des modèles de 2008, l'albacore n'a jamais subi de surpêche, même si une surpêche a eu lieu (**Figure 48**; symboles jaunes). L'état actuel du stock a été estimé à l'aide de  $SSB_{2006}/SSB_{MAX}$  et  $F_{Current}/F_{MAX}$ . Selon les résultats de la distribution conjointe, le stock n'est pas actuellement surpêché ( $SSB_{2006}/SSB_{MAX} = 1,09$ ) ni n'expérimente de surpêche ( $F_{Current}/F_{MAX} = 0,84$ ) (**Figure 49**). L'incertitude dans

l'état du stock a été estimée au moyen du bootstrap des valeurs résiduelles de l'indice. 500 bootstraps ont été réalisés pour chaque cas de base du modèle VPA (**Figure 49**). Des histogrammes des estimations du bootstrap de l'état du stock de 2006 à partir de la distribution conjointe ont été construits afin d'examiner la normalité de la distribution. Aucune preuve de biais accusé ne se dégage des résultats (**Figure 50**).

Les conclusions de cette évaluation ne rendent pas toute l'ampleur de l'incertitude dans les évaluations et les projections. Un facteur important contribuant à l'incertitude est l'exactitude de la courbe de croissance et de la procédure de découpage des âges. Les procédures de découpage des âges sont sensibles aux légers changements des limites de découpage. Des méthodes améliorées visant à estimer la prise par âge (p.ex. des approches stochastiques et/ou la composition démographique directement observée) ont le potentiel d'améliorer la fiabilité des modèles structurés par âge. Une autre source importante d'incertitude est le recrutement, à la fois en termes de niveaux récents (qui estimaient avec peu de précision dans l'évaluation), et en termes de niveaux futurs potentiels. Ces modèles ont postulé que le recrutement se poursuivrait au niveau observé pendant la période 1970-2006. Il est possible que des changements dans la pression de pêche ou l'environnement puissent invalider ce postulat.

### 6.1.2 ASPIC

Le **Tableau 29** montre les résultats initiaux des 10 scénarios. La **Figure 51** présente les trajectoires estimées de la biomasse relative et de la mortalité par pêche relative pour chacun des 10 cas. Dans le cas de la biomasse relative, les cas 1, 3, 7 et 9 ont dégagé des tendances très différentes par rapport aux autres cas. Pour la mortalité par pêche relative, les cas 1, 3, 9 et 10 ont clairement dégagé des trajectoires avec différentes tendances. Après un examen initial des résultats, le Groupe a décidé de réaliser des bootstraps pour les cas 2, 4, 6 et 8. Les trajectoires déterministes estimées pour les quatre cas de bootstrap sont indiquées à la **Figure 52**. Les quatre cas ont dégagé les mêmes tendances avec une hausse de la mortalité par pêche et une réduction de la biomasse qui a donné lieu à une période au cours de laquelle le stock a été surpêché et a connu une surpêche, suivie d'une période de rétablissement. Actuellement, le stock est surpêché mais il n'expérimente plus de surpêche. La **Figure 53** montre les diagrammes de phase de chacune des quatre sorties de bootstrap (500 bootstraps) pour l'année 2006 (c'est-à-dire condition actuelle). Les **Figures 54** et **55** montrent les trajectoires de la biomasse relative et la F relative et l'intervalle de confiance (CI) de 80% estimé à partir des 500 bootstraps. Le **Tableau 30** récapitule les résultats des sorties de bootstrap pour les cas 2, 4, 6 et 8.

## 6.2 Etat du stock – Listao

### 6.2.1 Modèle Multifan-CL

Le Groupe a tenté de réaliser plusieurs analyses des stocks Est et Ouest combinés. Ceux-ci, comme prévu, ont tous dégagé une très faible convergence étant donné que les données de marquage n'ont pas été jugées être très informatives sur une échelle spatiale océanique. Par conséquent, le Groupe a réalisé des analyses distinctes pour les stocks Est et Ouest, lesquelles sont décrites ci-dessous.

#### 6.2.1.1 Atlantique Est

Le modèle de l'Est incluait 10 pêcheries distinctes (cf. Section 4.1.3), était divisé en cadres temporels annuels et trimestriels et postulait quatre cas de recrutement, chacun survenant au début de chaque trimestre. La mortalité naturelle a été fixée à  $0,2 \cdot \text{trimestre}^{-1}$ . Les options pour le cas de base du modèle de l'Est qui incluait toutes les données de capture de 1950 à 2006 étaient similaires à celles du cas de base du modèle simulé pour la région occidentale. Toutefois, les principales différences étaient que le modèle pour la région orientale incluait une fonction de sélectivité spline cubique avec trois nœuds (passant ultérieurement à cinq) et que les pénalisations pour les déviations de l'effort étaient établies pour être les mêmes pour toutes les pêcheries.

Le modèle a eu beaucoup de mal à estimer la biomasse au début de la période de pêche (**Figure 56**). L'estimation de la biomasse par le modèle a fortement fluctué pour les années initiales du modèle, étant ramenée à zéro de manière répétée. Les estimations de la PME et de  $F_{PME}$  ont en conséquence été dénuées de sens (**Figures 57** et **58**). Compte tenu de la faiblesse de l'estimation du modèle, une autre sortie du modèle a été réalisée qui incluait uniquement les données de 1970-2006. Le modèle a été établi afin d'estimer la structure démographique de la population initiale en se basant sur la moyenne de Z au cours des 20 dernières périodes temporelles (trimestres dans ce cas). En outre, l'option de sélectivité spline cubique a été supprimée et au lieu de cela, on a établi que la sélectivité dépendait de la longueur pour toutes les pêcheries. Même si ces changements ont supprimé la présence de la biomasse en la ramenant à zéro au cours des années initiales de la sortie du

modèle, il s'en est tout de même ensuivi une augmentation de la biomasse dans le temps (**Figure 59**). Les estimations de PME et  $F_{PME}$  (**Figures 60 et 61**) étaient superficiellement plus plausibles que la sortie antérieure du modèle, mais clairement irréalistes en raison des étranges estimations de la biomasse.

Même si plusieurs options de modèle et variations *ad hoc* ont été simulées pour ce stock afin d'améliorer les sorties du modèle, elles ont toutes donné lieu à des schémas irréalistes similaires pour la biomasse. En conséquence, la poursuite des analyses a été abandonnée. Il est clair qu'à ce stade, les données pour la région orientale n'étaient pas appropriées pour la simulation avec Multifan-CL dans les limites temporelles de la réunion du Groupe de travail. D'autres sorties de modèles devraient être effectuées pendant la période intersession et devraient possiblement inclure les données de marquage une fois que celles-ci auraient été complètement vérifiées.

#### 6.2.1.2 Atlantique Ouest

Le scénario du cas de base pour le stock Ouest a utilisé les données de 1952 à 2006 pour trois pêcheries (1 = canneurs brésiliens ; 2 = canneurs + senneurs vénézuéliens ; et 3 = autres) et les postulats/contraintes suivants :

- Assumer la population de départ en conditions d'équilibre sur la base de M ;
- Assumer  $M = 0,2$  par trimestre ;
- Estimer quatre cas de recrutement annuels ;
- Permettre une plus grande variabilité dans les déviations de l'effort pour les pêcheries 2 et 3 (pondérations = 10, 3 et 3)
- Diviser les fréquences de taille en 10 (pêcherie 1) ou en 20 (pêcheries 2 et 3) ;
- Estimer les sélectivités séparément par pêcherie ; postuler une sélectivité constante après l'âge 14 (trimestres) ;
- Estimer la courbe de croissance, à commencer par celle postulée par l'ICCAT (*cf.* Manuel) ;
- Permettre des marches aléatoires dans les capturabilités des 3 pêcheries ;
- Ajuster une relation stock-recrutement afin d'estimer les statistiques liées à la PME (moyenne du prior d'inclinaison = 0,9),

On a réalisé un scénario de sensibilité additionnel en estimant la mortalité naturelle.

Un résumé des diagnostics d'ajustement est décrit à la **Figure 62**. Les schémas de sélectivité estimés sont présentés à la **Figure 63** et les trajectoires de recrutement et la SSB sont illustrées à la **Figure 64**. Globalement, le modèle estime des schémas de sélectivité en cloche et des fluctuations considérables dans le recrutement et la biomasse reproductrice. L'ajustement du modèle était imprécis. Il n'a pas été possible d'obtenir des estimations de variance de toutes les quantités d'intérêt. Des intervalles de confiance d'environ 90% pour le recrutement et la SSB sont fournis à la **Figure 65**.

En termes de points de repère, le modèle a estimé une PME de 30.660 t par an, et des ratios actuels (2006) de  $B/B_{PME}=2,04$  et  $F/F_{PME}=0,51$ . Un diagramme de B relatif et F relatif se trouve à la **Figure 66**. Lorsque le scénario de sensibilité estimant M a été réalisé (M a été estimé à 0,32 par trimestre), les points de repère ont été estimés comme suit :  $PME=35.960$  t,  $B/B_{PME}=2,31$ ,  $F/F_{PME}=0,47$ .

Le Groupe a été encouragé par ces résultats préliminaires et a recommandé que des travaux supplémentaires soient entrepris à l'avenir afin d'affiner les analyses du modèle Multifan-CL pour le stock.

#### 6.2.2 Résultats du modèle bayésien de production excédentaire

##### 6.2.2.1 Listao de l'Ouest

Les indices utilisés pour l'évaluation du modèle de production du listao de l'Atlantique Ouest ont fourni des informations assez contradictoires, notamment à propos de la chute abrupte de l'indice des senneurs vénézuéliens (**Figure 67**) et des fortes fluctuations dans l'indice de la canne et moulinet des Etats-Unis et des canneurs brésiliens. Il existe peu de chevauchement spatial dans la couverture de ces indices et compte tenu de la forte viscosité du listao, ces indices pourraient davantage refléter les conditions locales que le stock Ouest global. Il n'est donc pas invraisemblable que ces indices puissent dégager des tendances contradictoires.

Probablement en raison de ces tendances contradictoires, les sorties du modèle BSP pour le stock de listao de l'Atlantique Ouest ont initialement rencontré des problèmes avec la convergence indiquée par un CV très élevé

des pondérations des échantillonnages par importance par rapport au CV de la vraisemblance multipliée par les priors  $cv(wts)/cv(lp)$ . Pareille situation peut survenir lorsque les indices des valeurs d'entrée sont soit contradictoires, soit non-informatifs, comme cela s'est produit dans plusieurs évaluations des stocks de requins (McAllister et Kirkwood, 1998), entraînant une fonction d'importance très étroite. Pour y remédier, McAllister a recommandé d'accroître la fonction d'importance de la largeur afin de permettre une variabilité d'échantillonnage plus ample avec l'ajustement du paramètre *expand.imp* ou en diminuant les degrés de liberté de la fonction d'importance de type t multivarié (la fonction d'importance utilisée pour ces modèles). Le Groupe a exploré une série de scénarios (5-9), soit en élargissant la fonction d'importance, soit en augmentant les degrés de liberté où chaque expansion successive a amélioré les critères de convergence  $cv(wts)/cv(lp)$  et élargi la distribution a posteriori de  $r$  (**Figure 68**). Il est très probable que les scénarios 1-6 soient raisonnables étant donné qu'il n'a pas été possible d'atteindre les critères de convergence. Les scénarios 1-8 ont également été réalisés avec un très large distribution a priori de  $r$  ( $sd=5$ ) plutôt que le 0,25 souhaité à l'origine. Afin de corriger cela, un scénario 9 additionnel doté de la distribution a priori  $N$  correctement spécifiée  $N(1,17; 0,25)$  a été réalisé.

Les résultats des scénarios 7 et 8 atteignent tous les deux des critères de convergence raisonnables sans être parfaits ( $cv(wts)/cv(lp) \sim 1,6$ ) (**Tableau 31**). Les scénarios 1-8 ont également été réalisés avec un très large prior pour  $r$  ( $sd=5$ ) au lieu du 0,25 souhaité à l'origine. Afin de corriger cela, un scénario 9 additionnel doté du prior  $N$  correctement spécifié  $N(1,17; 0,25)$  a été réalisé. Il convient toutefois de noter que la distribution a posteriori de  $r$  était très large (**Figure 68**). L'ajustement aux indices pour le scénario 9 était assez médiocre et escompté compte tenu des différentes trajectoires des indices (**Figure 69**) et de la pondération égale qui leur a été donnée. Le taux intrinsèque de l'augmentation de la population,  $r$ , pour le scénario 9 a été estimé être légèrement en-dessous de la moyenne du prior et à une valeur de 1,159 avec une déviation standard de 0,278.

La **Figure 70** montre la trajectoire de la biomasse, de  $B/B_{PME}$ ,  $F$ , et de  $F/F_{PME}$  avec des projections de 25.000 t à compter de 2007 pour le scénario 9 du listao de l'ouest, montrant la hausse accusée initiale de la mortalité par pêche avec la création des pêcheries et une évaluation de l'état actuel de  $B$  au-dessus de  $B_{PME}$  et  $F$  en-dessous de  $F_{PME}$ . Il est important de noter que si l'on élargit la fonction d'importance, le modèle a tendance à estimer un  $K$  plus faible et des taux de mortalité par pêche plus élevés, de telle façon que si un biais est introduit par le manque de convergence des sorties précédentes, il a tendance à fournir des résultats plus optimistes pour cette configuration particulière du modèle (**Tableau 31**).

#### 6.2.2.2 Listao de l'Est

Le modèle BSP pour l'évaluation du listao de l'Atlantique Est a utilisé huit indices (**Figure 71** et **Tableau 24**). Malgré la nature plutôt contradictoire de certains indices, les sorties du modèle BSP pour le stock de listao de l'Atlantique Est ont dégagé des critères de convergence plus acceptables que pour le SKJ-W.

Dix-neuf scénarios ont été projetés, utilisant diverses combinaisons d'indices, limités à  $K$ , et avec des déviations standard pour les priors pour  $r$  (**Tableaux 32** et **33**). Grand nombre des scénarios ont eu recours aux mêmes données et devraient en fait être considérés comme scénarios « de prospection » afin de déterminer des conditions de limite appropriées pour les autres modèles. Les limites ont eu un fort impact sur le prior uniforme pour  $K$  (**Figure 72**). Le fait de ramener la limite supérieure de 2 millions de tonnes métriques (t) à 1 million de tonnes métriques (t) (une valeur similaire à cinq fois la prise maximum observée) a réduit les valeurs de  $K$ , qui sont passées d'environ 1,2-1,3 million de t à des valeurs approximant 720-790 mille tonnes métriques. Compte tenu des valeurs de  $K$  extrêmement élevées prédites en utilisant la limite supérieure sur  $K$  (1,3 million de t), il est vraisemblablement plus plausible d'utiliser une limite proche aux limites communément utilisées, soit 5 fois la prise maximum observée.

Il convient de noter que les distributions a priori pour  $r$  étaient, à l'origine, effectuées avec une variance de 0,09 où  $N(\text{moyenne}=1,17, sd=0,3)$ . Ceci différait légèrement de la déviation standard de l'analyse démographique qui a estimé une  $sd$  de 0,25. Les résultats sont toutefois vraisemblablement très comparables au fait d'utiliser un prior de  $N(1,17, sd=0,3)$ . Une valeur d'entrée de la déviation standard plutôt que la variance comme moyenne pour la distribution a priori a facilité une analyse impromptue de sensibilité des effets d'utiliser un prior étroit ( $sd=0,25$ ) ou large ( $sd=0,50$ ) pour  $r$ . Ce jeu de scénarios a indiqué qu'il y avait peu d'effet sur les modes postérieurs (**Tableaux 32** et **33**), ce qui avait une faible incidence réelle sur les résultats de l'état pour chaque sortie. Toutefois, les distributions a posteriori résultantes ont été bien plus larges avec le prior large ou non-informatif, ce qui a entraîné de plus larges coefficients de variation autour du mode des distributions a posteriori pour les résultats de l'état (**Tableaux 32** et **33**). En outre, les valeurs  $r$  plus élevées du mode postérieur suggèrent que le fait de libérer le prior de  $r$  permet au modèle d'estimer une valeur postérieure plus élevée pour  $r$  ( $\sim 1,3-1,7$ )

que pour les priors informatifs. Sur la base d'une modélisation démographique antérieure (section 5.3.2), ces plus fortes valeurs semblent improbables pour le listao.

Ainsi, RUN5BZ, qui utilise un prior uniforme (250000, 1000000) sur  $\ln K$ , un prior  $N\sim(1,17, 0,3)$  sur  $r$  et tous les indices pondérés de façon égale, peut être considéré comme le meilleur modèle qui incorpore toutes les données, même si les ajustements aux indices étaient en général médiocres (**Figure 73**). Les trajectoires de la biomasse, de  $B/B_{PME}$ ,  $F$ , et  $F/F_{PME}$ , avec des projections de 100.000 t à compter de 2007 pour SKJE-RUN5BZ (**Figure 74**) indiquent l'état relativement élevé de  $B/B_{PME}$  et le faible état de  $F/F_{PME}$  prédits par le modèle.

### 6.2.3 Modèle de capture uniquement

#### Listao de l'Ouest

Deux jeux de scénarios ont été réalisés pour le stock Ouest (**Tableau 34**). Pour les deux jeux, les séries de capture ont utilisé des gammes allant de 1976 à 2006, afin d'inclure les années où les captures ont commencé à augmenter (**Figure 7**). Pour le premier jeu (A), le prior de  $x$  a été établi comme des valeurs larges  $x\sim U(0,10)$ . Les explorations du comportement du modèle pour les combinaisons des paramètres  $a$ ,  $x$  ont montré que pour  $x$  élevé et  $a$  faible, les prédictions du modèle pour la biomasse et la capture dégageaient de fortes oscillations irréalistes. Un deuxième jeu (B) de scénarios avec un prior étroit sur  $x$  a également été réalisé. Lorsque des priors plus étroits sur  $x$  étaient postulés, le modèle était capable d'obtenir plus d'informations sur les captures que pour un prior plus large sur  $x$ . La **Figure 75** ne présente les résultats que pour le scénario 1 des deux jeux, qui étaient similaires pour les autres scénarios à l'intérieur de chaque jeu (cf. **Appendice 8** pour obtenir les résultats complets).

Les estimations ont été sensibles au prior de  $x$ . Le premier jeu de scénarios (A) a inclus moins d'informations sur les captures, comme suggéré par les postérieurs plus larges lorsqu'on les compare avec les priors (**Figures 75 et 76**). Pour le premier jeu de scénarios, la médiane du postérieur pour la PME s'étendait entre 54.000 t et 83.000 t. Le second jeu de scénarios (B) a pu incorporer davantage d'informations sur les captures que le premier jeu de scénarios, comme suggéré par des postérieurs plus étroits sur les paramètres et les quantités dérivées, lorsqu'on les compare aux priors (**Figure 75**), et ont été sélectionnés à des fins d'inférence. Pour le deuxième jeu de scénarios, la médiane des postérieurs pour la PME s'élevait à environ 30.000 t.

#### Listao de l'Est

Pour le stock Est de listao, trois jeux de scénarios ont été réalisés (**Tableau 35**). Pour le premier jeu (A), la série de capture de 1950 à 2006 a été utilisée, ainsi qu'un prior plus large sur  $x$ . La série de capture a connu une baisse au milieu des années 1980 lorsqu'une grande partie des flottilles de senneurs français et espagnols se sont déplacées vers l'océan Indien. Le modèle de capture seulement postule que le taux de capture augmente et se stabilise suivant une courbe logistique. Le Groupe a suggéré d'exécuter le modèle seulement avec les captures de 1985 à 2006, afin de remplir les postulats du modèle de capture uniquement. Deux autres jeux de scénarios ont été réalisés. Le jeu B incluait des sorties ajustés aux captures de 1965 à 1984 et le jeu C inclut des sorties ajustées aux captures de 1985 à 2006. Pour ces deux jeux, le prior de  $x$  était plus étroit (**Tableau 35**).

Pareillement au SKJ-W, les résultats semblent sensibles aux priors de  $x$ , et le premier jeu de passages (A) incluait moins d'informations des captures que le jeu C, comme cela était suggéré par les larges postérieurs (**Figure 77**). Le jeu C de scénarios a été jugé être le meilleur ajustement étant donné qu'un postérieur ne s'est concentré vers les limites comme ce fut le cas pour les jeux A et B (**Figure 77 et Appendice 8**). Pour le jeu A de scénarios, les médianes des distributions a posteriori de la PME ont oscillé entre 200.000 t et 275.000 t. Pour le jeu C de scénarios, les médianes des distributions a posteriori de la PME ont oscillé entre 143.000 t et 156.000 t.

### 6.2.4 PROCEAN

#### 6.2.4.1 Listao de l'Est

Le modèle s'est en général bien ajusté aux données pour les différents scénarios bien que les pêcheries de canneurs européens et sénégalais et les senneurs européens basés à Dakar aient dégagé des tendances dans les valeurs résiduelles. Dans tous les scénarios, il s'est avéré que les priors informatifs étaient nécessaires pour la convergence du modèle. Les estimations postérieures maximales de la PME oscillaient entre 154.000 t et 185.000 t et semblaient assez sensibles à la moyenne du prior de la PME (**Tableau 36**).  $F_{PME}$  semblait solide face aux changements réalisés dans les paramètres des valeurs d'entrée et les distributions a priori, la valeur de 0,48

pour  $m = 2$  étant liée à la forme de la courbe de production et menant à une valeur de  $F/F_{PME}$  en 2006 proche des autres scénarios.

Pour le scénario standard, les captures observées et prédites étaient proches de la courbe de production en conditions d'équilibre (**Figure 78**). Ceci pourrait être dû à la longévité relativement courte des listaos qui sont capturés avant 4 ans et à leur taux de croissance élevé. Le stock semblait sous-exploité en 2006, la mortalité par pêche étant en-dessous de la mortalité par pêche correspondant à la PME, soit  $F/F_{PME}=0,32$  en 2006, et la biomasse au-dessus de la biomasse correspondant à la PME, soit  $B/B_{PME}=1,79$ .

La sortie du modèle réalisée avec l'indice d'abondance combiné a donné lieu à des résultats similaires en termes de diagnostic du stock, bien que la PME ait été estimée se trouver à environ 10.000 t en-dessous du scénario standard (**Tableau 36**). La qualité de l'ajustement s'est toutefois avérée assez médiocre et les résultats ont dégagé une tendance ascendante dans les valeurs résiduelles, indiquant que les données ne se conformaient pas au postulat d'erreur lognormal. L'inclusion d'une erreur de processus sur la capturabilité pour les spécifications des paramètres du scénario standard a amélioré l'ajustement du modèle en supprimant la tendance dans les valeurs résiduelles et a permis de localiser les changements dans la capturabilité dans le temps (**Figure 79**).

Les résultats ont notamment suggéré que la capturabilité des flottilles de canneurs basées à Dakar aurait continuellement augmenté d'environ 4% tous les ans depuis les années 1970. Ceci pourrait être lié dans les années 1980 à l'introduction et au développement de la pêche en mattes associées (Fonteneau et Diouf, 1994). Malgré la hausse de 3% déjà prise en compte dans les indices d'abondance, la flottille de senneurs européens basée à Dakar et pêchant sur des bancs libres a dégagé une hausse graduelle dans la capturabilité aux alentours de 1990, suivie d'une relative stabilité (**Figure 79**). Ceci suggérerait que des améliorations technologiques à la fin des années 1980 et au début des années 1990 auraient entraîné une plus forte hausse de la capturabilité qu'il n'est généralement postulé (*cf.* Section 5.3.1).

## 7 Projections

### 7.1 Projections – Albacore

#### 7.1.1 Projections du modèle VPA

##### Spécifications

Les projections pour l'albacore (Scénarios 5 et 10) se sont basées sur des répétitions du bootstrap des matrices de mortalité par pêche à l'âge et de nombres à l'âge produites par le logiciel VPA-2BOX. Le Groupe a convenu que les projections et les points de repère devaient être calculés à l'aide d'un ré-échantillonnage des recrutements observés entre 1970 et 2006. Ceci a entraîné un recrutement essentiellement constant à la valeur moyenne des séries temporelles. Ceci contraste avec l'approche adoptée pendant l'évaluation de 2003 qui a eu recours à une relation fixe Beverton et Holt S-R estimée de façon externe au modèle. L'étendue de la variabilité du recrutement,  $\sigma_R$ , pour chaque répétition du bootstrap a été modélisée à l'aide d'une déviation standard de 0,5 sans aucune auto-corrélation.

Etant donné qu'aucun changement de gestion n'est survenu en 2007 et 2008 (projetés par le modèle VPA car les données ne sont pas encore disponibles), ces années ont été projetées à  $F$  actuel<sup>1</sup>. Des projections ont été réalisées à divers niveaux de prise constante ou de  $F$  constante, y compris :

1) Prise = 50.000 t	2009-2016
2) Prise = 70.000 t	2009-2016
3) Prise = 90.000 t	2009-2016
4) Prise = 110.000 t	2009-2016
5) Prise = 130.000 t	2009-2016
6) Prise = 150.000 t	2009-2016
7) Mortalité par pêche= $F_{0,1}$	2009-2016
8) Mortalité par pêche= $F_{max}$	2009-2016
9) Mortalité par pêche= $F_{actuelle}$	2009-2016
10) Mortalité par pêche= $F_{1992}$	2009-2016

<sup>1</sup>  $F$  actuel a été calculée comme la valeur maximale (apicale) de la moyenne géométrique  $F$ -à l'âge. La moyenne géométrique a été calculée pour les années 2003-2006.

Les projections qui ont utilisé divers niveaux de prise constante ont utilisé une restriction selon laquelle F entièrement sélectionnée était soumise à la contrainte de ne pas dépasser  $3 \text{ an}^{-1}$ .

## Résultats

Le Groupe de travail a recommandé que l'avis de gestion soit formulé en utilisant la distribution conjointe des scénarios 5 et 10 de la VPA. Les projections reflètent donc le résultat de la médiane des deux scénarios des cas de base.

Les projections de la biomasse totale, de la production, de la mortalité par pêche, de la SSB et du recrutement sont illustrées aux **Figures 80 et 81**. La SSB et F sont également décrites par rapport aux points de repère de gestion ( $F_{\text{max}}$  et la SSB correspondante en conditions d'équilibre). Les projections de prise constante (**Figure 81**) indiquent que les captures de 130.000 t ou moins sont soutenables pendant l'intervalle de la projection. Les captures dépassant 130.000 t provoqueraient une condition de surpêché et de surpêche pendant l'intervalle de la projection. Les projections de mortalité par pêche constante (**Figure 81**) indiquent que les niveaux actuels de la mortalité par pêche (2003-2006) permettent à la biomasse reproductrice d'augmenter graduellement pendant l'intervalle de la projection. Le fait d'augmenter la pression de pêche aux niveaux de 1992 entraînerait la détérioration du stock à une condition de surpêché ou de surpêche pendant l'intervalle de la projection.

### 7.1.2 ASPIC

Des projections ASPIC (**Figure 82**) pour chacun des quatre cas ont été réalisées pour les scénarios de capture suivants : 108.263 t (niveau de capture de 2006), 80.000 t, 100.000 t, 120.000 t, 140.000 t et 160.000 t. Tous les scénarios ont indiqué que les niveaux de capture de 120.000 t ou moins rétabliront le stock de la condition de surpêché. Un niveau de capture de 140.000 t ne rétablira pas le stock selon les résultats du cas 6, mais il le rétablira pour les autres trois cas. Les quatre cas ont tous indiqué que le stock ne se rétablira pas si les niveaux de capture se situent à 160.000 t ou plus.

## 8 Recommandations

- Le Groupe a décidé que le niveau de débarquement des « faux poissons » à Abidjan (de l'ordre de 10.000 t pour le listao) et la taille réduite des poissons débarqués étaient suffisamment importants pour potentiellement affecter les résultats des évaluations de stocks. C'est pourquoi le Groupe recommande de développer et de mettre en œuvre des protocoles d'échantillonnage afin de recueillir des informations détaillées sur les volumes des débarquements, la composition spécifique et la composition par taille des débarquements de faux poissons.
- Comme cela s'est déjà fait au sein d'autres ORGP, il conviendrait que l'ICCAT mette en œuvre des études de marquage conventionnel de grande envergure et de conception prudente afin de compléter l'utilisation des données dépendant des pêcheries utilisées pour estimer les indices d'abondance.
- Bien que des améliorations aient eu lieu, le Groupe a décidé qu'il était nécessaire d'accroître les efforts en ce qui concerne les études biologiques des trois espèces de thons tropicaux : albacore, listao et thon obèse.
- Le Groupe a été encouragé par les résultats préliminaires obtenus pour le stock de listao de l'Ouest et a recommandé que davantage de travaux soient entrepris à l'avenir afin d'affiner les analyses du modèle Multifan-CL pour ce stock. En ce qui concerne le stock Est, le Groupe a recommandé d'effectuer davantage de modélisation pendant la période intersession et d'inclure éventuellement les données de marquage une fois que celles-ci auront été complètement vérifiées.
- Le Secrétariat a besoin de ressources suffisantes pour préparer les fichiers de données disponibles (tableau de substitutions, prise par taille, prise par âge, marquage) au moins deux semaines avant la réunion et les scientifiques nationaux doivent consacrer suffisamment de ressources à l'examen de ces fichiers avant le début de la réunion, et solliciter les modifications nécessaires, selon le cas. Il convient de noter que le Sous-comité des Statistiques devrait se saisir de cette question, laquelle devrait être révisée par le SCRS à sa session plénière. Il serait bon d'envisager également d'utiliser les techniques modernes de conférence sur la web.

## 9 Autres questions

Le Groupe a examiné le rapport de 2007 de la Sous-commission 1, qui incluait dans le cadre des discussions, la suggestion selon laquelle *le SCRS analyse et présente suffisamment à l'avance à la Commission, aux fins de son examen à sa réunion extraordinaire en 2008, une gamme d'options visant à augmenter la production par recrue et la PME du thon obèse en réduisant la mortalité des petits thons obèses en ayant recours aux fermetures de zones (c'est-à-dire la fermeture totale pour toutes les pêcheries de surface) et aux moratoires sur l'utilisation des dispositifs de concentration du poisson (DCP). Il a été, de surcroît, suggéré que le SCRS analyse les impacts de ces mesures sur les captures d'albacore et de listao également (ICCAT 2008)*. Le Groupe a estimé que la suggestion de la Sous-commission 1 se référait aux analyses réalisées en 2005, lesquelles incluaient une vaste gamme de scénarios de gestion ainsi que différentes approches visant à évaluer l'effet du moratoire et d'autres mesures alternatives. Néanmoins, le Groupe a pensé qu'il serait utile d'analyser l'effet de la fermeture spatio-temporelle établie par la [Rec. 04-01], étant donné qu'à l'époque de la réunion de 2005 on ne disposait pas de données d'observation pour réaliser ces analyses, étant donné que la Recommandation venait tout juste d'être adoptée à ce moment-là. Toutefois, ces analyses n'ont pas pu être effectuées à la session d'évaluation étant donné que celle-ci s'est essentiellement concentrée sur l'actualisation des évaluations de l'état des stocks de listao et d'albacore. Des discussions ont été tenues afin de planifier les analyses devant être menées entre la session d'évaluation et la réunion du Groupe d'espèces en septembre 2008.

Comme pour les analyses précédentes, le Groupe a discuté de la période de référence qu'il fallait considérer dans les analyses. Compte tenu du fait que l'application pendant la première fermeture spatio-temporelle n'était que partielle, le fait de considérer la période antérieure à 2004 comme référence entraînerait vraisemblablement une surestimation des effets de la fermeture spatio-temporelle actuelle. D'un autre côté, le fait de considérer les années antérieures (1993-1996) au premier moratoire rendrait difficile le fait de séparer l'effet de la diminution continue de l'effort par les flottilles européennes et associées depuis cette période. Comme alternative, le Groupe a décidé de limiter les analyses aux flottilles européennes et associées en postulant que ces flottilles ont totalement mis en œuvre les différentes fermetures spatio-temporelles.

En plus de ces analyses, le Groupe a estimé que l'on pourrait réaliser quelques scénarios généraux de réduction de l'effort pour différentes composantes des flottilles, comme l'avait suggéré la Sous-commission 1, et de leurs effets sur la production par recrue. Ces analyses pourraient fournir la gamme d'options sollicitées par la Sous-commission 1.

Afin de faciliter les travaux du Groupe au mois de septembre, pendant la réunion du Groupe d'espèces, il a été suggéré que les scientifiques fassent ces analyses avant la réunion du Groupe d'espèces et présentent les résultats comme des documents du SCRS.

Les résultats des analyses menées avant et pendant la réunion du Groupe d'espèces figurent à l'**Appendice 9**.

## 10 Adoption du rapport et clôture

Le Président a remercié une nouvelle fois les hôtes pour avoir organisé la réunion. Le rapport a été adopté et la réunion a été levée.

## Références

- ANON. 1984 Report of the Juvenile Tropical Tuna Working Group (Brest, France, July 12-21, 1984). Collect. Vol. Sci. Pap., 21(1):1-289.
- ANON. 2001. Report of the ICCAT SCRS Atlantic Yellowfin tuna Stock Assessment Session (Cumaná, Venezuela, July 10-15, 2000). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52(1): 1-148.
- ANON. 2004. 2003 ICCAT Atlantic Yellowfin Tuna Stock Assessment Session (Mérida, Mexico, July 21-26, 2003). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(2): 443-527.
- ANON. 2007. Report of the 2006 ICCAT Inter-sessional Meeting of the Tropical Species Working Group (Sète, France, April 24-28, 2006). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(1): 1.90.
- ANON. 2008. Report of the 2007 Inter-sessional Meeting of the Tropical Tunas Species Group. (Recife, Brazil,

- April 11-16, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(1): 1-96.
- BUTTERWORTH, D.S. and H.F. Geromont. 1999. Some aspects of ADAPT VPA as applied to North Atlantic bluefin tuna. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(2) : 233-241.
- CASS-CALAY, S.L. 2008. Evaluating the impact of changes in fishing pressure on Atlantic tropical tunas using yield-per-recruit and spawner-per-recruit analyses. SCRS/2008/170.
- CAVERIVIÈRE, A. 1976. Longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des albacores (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique. Cah. ORSTOM, ser. Océanogr., 14 (3): 201-208.
- CAYRÉ, P. and H. Farrugio. 1986 Biologie de la reproduction du listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'Océan Atlantique. In Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program. P.E.K. Symons, P.E.K., P.M. Miyake and G.T. Sakagawa (eds.), p. 252-272.
- CAYRÉ, P. and F. Laloë. 1986 Relation poids-longueur du listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'Océan Atlantique. In Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program. Symons, P.E.K., Miyake, P.M. and Sakagawa, G.T. (eds.), p. 335-340.
- DAVIS, K. 1991. Length-Weight relationships for western North Atlantic yellowfin tuna. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 36: 280-288.
- FONTENEAU. 2000. Comparison of the species composition of tuna schools taken on logs and on free schools in the eastern Atlantic, before and after the deployment of FAD fisheries. Tuna Fishing and Fish Aggregating Devices (Symposium Caribbean-Martinique, 15-19 October 1999). Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons (Colloque Caraïbe-Martinique, 15-19 octobre 1999). No. 28, P. 678. Actes de colloques. Institut français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer. Brest [Actes Colloq. IFREMER].
- FONTENEAU, A. and T. Diouf. 1994. An efficient way of bait-fishing for tunas recently developed in Senegal. *Aquatic Living Resources*, 7: 139-151.
- GAERTNER, D., H. Salazar, O. Rodriguez, L. Astudillo and C. Castillo. 1992. Relacion longitud-peso para el atún aleta amarilla en el Atlantico Oeste. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 38: 262-265.
- GAERTNER, D., A. Delgado de Molina, J. Ariz, R. Pianet, J.P. Hallier. 2008. Variabilité de la croissance du listao (*Katsuwonus pelamis*) entre les secteurs de l'Atlantique Est: utilisation de données de marquage-recapture dans un contexte de méta-analyse. *Aquatic Living Resources*, Vol. 21, No. 4, pp. 349-356.
- GASCUEL, D., A. Fonteneau, A. Capisano. 1992. A two-stanza growth model for the yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic. *Aquatic Living Resources*, Vol. 5, No. 3, pp. 155-172.
- GASCUEL, D., A. Fonteneau, E. Foucher. 1993. Analysis of fishing power evolution using Virtual Population Analysis: the case of purse seiners exploiting yellowfin (*thunnus albacares*) in the eastern Atlantic. *Aquatic Living Resources*, Vol. 6, No. 1, pp. 15-30.
- GELMAN, A., J.B. Carlin, H.S. Stern, D.B. Rubin. 2004. Bayesian Data Analysis. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.
- GOTELLI, N.J. and A.M. Ellison. 2001. A Primer in Ecology. 3rd edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA.
- HALLIER, J.P. and D. Gaertner. 2006. Estimated growth of the skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) from tagging surveys conducted in the Senegalese area (1996-1999) within a meta-analysis framework. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 59(2): 411-420.
- HAMPTON. 2000. Natural mortality rates in tropical tunas: size really does matter. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences [Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.]. Vol. 57, No. 5, pp. 1002-1010.

- HAMPTON, J. 2002. Stock assessment of yellowfin tuna in the western and central Pacific Ocean. SCTB15 Working Paper.
- ICCAT. 2008. Report of the Meeting of Panel 1. *In* Report for Biennial Period, 2006-07, Part II (2007) - Vol. 1 COM, pp. 191.
- LANGLEY, A. M., Ogura and J. Hampton. 2003. Stock assessment of skipjack tuna in the western and central Pacific Ocean SCTB16 Working Paper.
- LESSA, R. and P. Duarte-Neto. 2004. Age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western Equatorial Atlantic, using dorsal fin spines. *Fisheries Research*, 69: 157-170.
- LOTKA, A.J. 1907. Relation between birth rates and death rates. *Science*. 1907. 26:21.
- MAURY, O. 2001. PROCEAN: A production catch/effort analysis framework to estimate catchability trends and fishery dynamics in a Bayesian context. IOTC Proceedings, 4: 228-231.
- MAURY, O and E. Chassot. 2001. A simulation framework for testing the PROCEAN model and developing Bayesian priors. IOTC Proceedings 4: 544-554.
- MCALLISTER, M.K., E.K. Pikitch, A.E. Punt, R. Hilborn. 1994. A Bayesian approach to stock assessment and harvest decisions using the sampling/importance resampling algorithm. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 2673-2687.
- MCALLISTER, M.K., and Kirkwood, G.P. 1998. Using Bayesian decision analysis to help achieve a precautionary approach to managing newly developing fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 2642-2661.
- MCALLISTER, M.K., G.P. Kirkwood. 1999. Applying multivariate conjugate priors in fishery-management system evaluation: how much quicker is it and does it bias the ranking of management options? *ICES Journal of Marine Science [ICES J. Mar. Sci.]*. Vol. 56, No. 6, pp. 448-899. Dec. 1999.
- MCALLISTER, M.K., E.K. Pikitch and E. Babcock. 2001. Using demographic methods to construct Bayesian priors for the intrinsic rate of increase in the Schaefer model and implications for stock rebuilding. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 1871-1890.
- MCALLISTER, M.K., C. Kirchner. 2002. Accounting for structural uncertainty to facilitate precautionary fishery management: illustration with Namibian orange roughy. *Bull. Mar. Sci.* 70:499-540.
- MCALLISTER, M. and T. Carruthers. 2008. 2007 stock assessment projections for western Atlantic bluefin tuna using a BSP and other SRA methodology. *Collect. Vol. Sci. Pap., ICCAT*, 62(4): 1206-1270.
- MINTE-VERA, C.V., M. Vasconcellos, K. Cochrane. [in prep] Fisheries dynamics models for data-poor situations.
- PAGAVINO AND GAERTNER. 1995. Fitting a growth curve to size frequencies of the skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught in the southeastern Caribbean. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 44(2): 303-309.
- PELLA, J.J. and P.K. TOMLINSON. 1969. A generalized stock production model. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna. Com* 13: 420-496.
- PUNT, A.E, and R. HILBORN. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach. *Rev. Fish. Biol. Fisher.* 7: 35-63.
- RIKHTER, V.A. & Efanov, V.N. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res. Doc.*, 76/VI/8:1-12.
- SHUFORD, R.L., J.M. Dean, B. Stéguert, M. Morize. 2007. Age and growth of yellowfin tuna in the Atlantic Ocean, 2007. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 60(1): 3330-341.
- VASCONCELLOS, M. and K. Cochrane. 2005. Overview of world status of data-limited fisheries: inferences

from landings statistics. *In*: Kruse, G.H., Gallucci, V.F., Hay, D.E., Perry, R.I., Peterman, R.M., Shirley, T.C., Spencer, P.D. Wilson, B., Woodby, D. (Eds.) Fisheries Assessment and Management in Data-Limited Situations. Alaska Sea Grant College Program, Anchorage.

VILELA, M.J. & Castello, J.P. 1993 Dinámica poblacional del barrilete (*Katsuwonus pelamis*) explotado en la región sudeste-sur del Brasil en el periodo 1980-1986. Frente Marítimo, Montevideo, 14:111-124.

WISE, J. 1986. The baitboat fishery for skipjack in the Gulf of Guinea, 1969-82. *In* Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program. P.E.K. Symons, P.E.K., P.M. Miyake and G.T. Sakagawa (eds.), p. 111-117.

## TABLEAUX

- Tableau 1.** Tâche I – Prises estimées (t) d'albacore (*Thunnus albacares*) par zone, engin et pavillon principaux.
- Tableau 2.** Tâche I – Prises estimées (t) de listao (*Katsuwonus pelamis*) par zone, engin et pavillon principaux.
- Tableau 3.** Ventilation des prises atlantiques «non-classifiées» d'albacore de la Tâche I en unités de gestion Est et Ouest à l'aide des informations géographiques de prise et d'effort de la Tâche II.
- Tableau 4.** Catalogue des données de taille de la Tâche II de l'albacore dans la base de données ICCAT.
- Tableau 5.** Catalogue des données de taille du listao de la Tâche II dans la base de données ICCAT.
- Tableau 6.** Matrice globale de prise par taille de l'albacore (nombre de poissons) obtenue pour l'ensemble de l'Atlantique.
- Tableau 7.** Matrice globale de prise par taille du listao (nombre de poissons) obtenue pour le stock Est.
- Tableau 8.** Matrice globale de prise par taille du listao (nombre de poissons) obtenue pour le stock Ouest.
- Tableau 9.** Matrice de prise par âge de l'albacore.
- Tableau 10.** Limites de taille supérieures de l'albacore à des fins de découpage des âges.
- Tableau 11.** Définitions de la pêcherie utilisées pour la préparation des analyses MFCL pour le listao.
- Tableau 12.** Définitions de la pêcherie utilisées pour la préparation des analyses MFCL pour l'albacore.
- Tableau 13.** Estimations des indices pondérés et non-pondérés combinés pour l'albacore et le listao. Se référer au texte pour obtenir une explication des flottilles utilisées dans la procédure de GLM.
- Tableau 14.** Spécifications du fichier de contrôle utilisées pour les sorties du modèle VPA.
- Tableau 15.** Spécifications du fichier de paramètres utilisées pour les sorties du modèle VPA.
- Tableau 16.** Indices d'abondance utilisés pour les sorties du modèle de VPA.
- Tableau 17.** Méthodes utilisées pour estimer les sélectivités des indices pour les modèles VPA. (B&G = Butterworth et Geromont, 1999).
- Tableau 18.** Indices estimés d'abondance utilisés dans les sorties d'ASPIC.
- Tableau 19.** Séries de captures utilisées dans les sorties d'ASPIC.
- Tableau 20.** Scénarios résumés pour les sorties d'ASPIC de l'albacore
- Tableau 21.** Valeurs d'entrée initiales des paramètres du BSP du listao de l'Ouest et valeurs d'entrée techniques pour tous les scénarios.
- Tableau 22.** Valeurs d'entrée initiales des paramètres du BSP du listao de l'Est et valeurs d'entrée techniques pour tous les scénarios.
- Tableau 23.** Indices du BSP du listao de l'Ouest.
- Tableau 24.** Listao de l'Est – Huit indices utilisés dans le modèle BSP. Les pondérations sont déterminées par l'inverse de la fraction de la zone totale pêchée dont l'indice tient compte chaque année<sup>2</sup>. Les pondérations sont utilisées dans le modèle BSP comme CV de façon à ce que plus la valeur est élevée, plus faible est son influence.
- Tableau 25.** Indices combinés et indices UE-senneurs pour le listao de l'Est construits avec la variable q ou une augmentation de 3% de q par an, utilisés pour le modèle BSP.
- Tableau 26.** Résultats récapitulatifs des analyses des tendances de capturabilité dans la pêcherie de senneurs. Les valeurs de la pente de régression peuvent être utilisées pour inférer un changement dans le pourcentage annuel moyen de la capturabilité pour différentes périodes temporelles.
- Tableau 27.** Séries temporelles de l'effort de pêche nominal des senneurs de la CE, estimations des tendances de capturabilité par espèce (et espèces combinées), et effort ajusté pour les changements de capturabilité estimés par année. La dernière colonne montre l'effort ajusté pour l'albacore postulant un changement de 3% par an en suivant la méthode appliquée en 2000.
- Tableau 28.** Points de repère et références de gestion calculés à partir de la distribution conjointe de l'albacore,

<sup>2</sup> Pour 1960, la pondération pour SKJ-GHN-BB = 1/% de la zone totale pêchée=1/(4/19)=4,75.

dans les scénarios 5 et 10 de la VPA.

**Tableau 29.** Résultats du non-bootstrap des sorties initiales d'ASPIC.

**Tableau 30.** Résultats du bootstrap des cas 2, 4, 6 et 8 d'ASPIC.

**Tableau 31.** Sorties du modèle, critères de convergence et résultats du modèle BSP pour le listao de l'Ouest.

**Tableau 32.** Sorties du modèle, critères de convergence et résultats du modèle BSP pour le listao de l'Est pour les distributions a priori de  $r$  avec des déviations standard plus étroites (0,3 ou 0,25). Il convient de noter que la  $sd=0,25$  était spécifiée à l'origine à partir des analyses démographiques.

**Tableau 33.** Sorties du modèle, critères de convergence et résultats du modèle BSP pour le listao de l'Est avec de larges déviations standard (0,5) de la distribution a priori de  $r$ .

**Tableau 34.** Tableau récapitulatif des sorties du modèle de capture uniquement pour le listao de l'Ouest. Abréviations :  $\ln K$  est  $\ln(K) \sim U(\ln(100), \ln(1000))$ ,  $U$  est  $K \sim U(100, 1000)$ ,  $\log N$  est  $K \sim \log N(\text{moyenne}=350000, CV=0.5)$ ,  $u$  est  $r \sim U(0,4 ; 2,0)$ ,  $D$  est  $r$ -démographique,  $L$  est  $x \sim U(0,10)$ ,  $s$  est  $x \sim U(0 ; 1,1)$ . Les données de capture utilisées allaient de 1976 à 2006.

**Tableau 35.** Tableau récapitulatif des sorties du modèle de capture uniquement pour le listao de l'Est. Abréviations :  $\ln K$  est  $\ln(K) \sim U(\ln(200), \ln(2000))$ ,  $U$  est  $K \sim U(200, 2000)$ ,  $\log N$  est  $K \sim \log N(\text{moyenne}=350000, CV=0.5)$ ,  $u$  est  $r \sim U(0,4 ; 2,0)$ ,  $D$  est  $r$ -démographique,  $L$  est  $x \sim U(0,10)$ ,  $s$  est  $x \sim U(0 ; 1,1)$ . Les sorties ont été ajustées aux séries de capture suivantes : A- 1950 à 2006, B – 1965 à 1984, C- 1985 à 2006.

**Tableau 36.** Estimations maximum de la distribution a posteriori des paramètres et points de référence basés sur les différents scénarios réalisés avec PROCEAN. SD = déviation standard ;  $q$  = capturabilité.

## FIGURES

**Figure 1.** Distribution géographique des prises d'albacore par engin et décennie.

**Figure 2.** Distribution géographique des prises de listao par engin et décennie.

**Figure 3.** Capture d'albacore atlantique par zone.

**Figure 4.** Capture d'albacore atlantique par engin.

**Figure 5.** Capture d'albacore par engin – Est.

**Figure 6.** Capture d'albacore par engin – Ouest.

**Figure 7.** Capture de listao atlantique par zone.

**Figure 8.** Capture de listao par engin dans l'Atlantique Est.

**Figure 9.** Capture de listao par engin dans l'Atlantique Ouest.

**Figure 10.** Changement dans le temps de la capacité de transport de la flottille de senneurs européens et associés.

**Figure 11.** Comparaison de la prise par taille de la Tâche II et de la Tâche I (t) pour l'albacore atlantique.

**Figure 12.** Distribution relative des prises d'albacore atlantique par âge (0-5+) et année (la taille des bulles est proportionnelle aux prises totales).

**Figure 13.** Comparaison de la prise par taille de la Tâche II et de la Tâche I (t) pour le listao.

**Figure 14.** Prise trimestrielle de listao par trimestre cumulatif de 1956 à 2006, selon les définitions des pêcheries de MFCL (Tableau 11).

**Figure 15.** Modes de taux de capture trimestriels par pêcheries élaborés pour le listao (Tableau 11).

**Figure 16.** Prise trimestrielle d'albacore par trimestre cumulatif de 1956 à 2006, selon les définitions des pêcheries de MFCL (Tableau 12).

**Figure 17.** Modes de taux de capture trimestriels par pêcheries élaborés pour l'albacore (Tableau 12).

**Figure 18.** Changement dans le temps de la capacité de transport des canneurs basés à Dakar.

**Figure 19.** Proportion des opérations avec DCP, % des opérations réussies et nombre total d'opérations pour les senneurs de la CE dans l'Atlantique Est.

**Figure 20.** Changement dans le temps de la zone totale que les senneurs de la CE ont visitée et dans laquelle ils ont pêché.

**Figure 21.** Changement dans le temps de la zone totale que les canneurs basés à Dakar ont visitée et dans laquelle ils ont pêché.

**Figure 22.** Changements au fil des ans de la mortalité totale apparente  $Z$ , sur la base de l'équation de Beverton et Holt, pour les trois espèces de thons tropicaux dans l'océan Atlantique. YFT = albacore ; BET = thon obèse ; SKJ = listao (stocks Est et Ouest). La taille du recrutement complet a été fixée à 50 cm (FL).

**Figure 23.** CPUE standardisée du listao pour la pêcherie de canneurs des Açores. L'indice a été obtenu en ajustant un GLM delta-lognormal aux registres de capture journaliers. Symboles ouverts : CPUE observée. Lignes : CPUE prédite et intervalles de confiance d'environ 95%.

**Figure 24.** CPUE standardisées pour le stock de l'Atlantique Est (1969-2006).

**Figure 25.** CPUE standardisées pour le stock de l'Atlantique Ouest (1981-2006). Les lettres w et n indiquent les estimations rassemblées dans l'analyse de la prise en poids et en nombre, respectivement.

**Figure 26.** Poids moyen du listao débarqué dans l'océan Atlantique Est et Ouest.

**Figure 27.** Poids moyen de l'albacore débarqué dans l'océan Atlantique.

**Figure 28.** Poids moyen de l'albacore débarqué par flottille de pêche.

**Figure 29.** CPUE standardisée de l'albacore capturé par les flottilles de senneurs.

**Figure 30.** CPUE nominale de l'albacore capturé par les flottilles de canneurs.

**Figure 31.** CPUE standardisée de l'albacore capturé par la flottille des Etats-Unis de canne et moulinet.

**Figure 32.** CPUE standardisée de l'albacore capturé par les flottilles palangrières.

**Figure 33.** Estimation des indices d'abondance combinés pondérés et non-pondérés pour l'albacore et les deux stocks de listao.

**Figure 34.** Séries de capture d'entrée utilisées dans les analyses des tendances de capturabilité.

**Figure 35.** Séries d'effort nominal d'entrée utilisées dans l'analyse des tendances de capturabilité. Le chiffre à droite exclut les valeurs de 1983 et de 1984.

**Figure 36.** Trajectoires de la biomasse résultant des analyses de la tendance de capturabilité.

**Figure 37.** Tendances de la capturabilité estimée (en unités logarithmiques) pour les trois stocks individuels et combinés. La ligne continue est une moyenne glissante.

**Figure 38.** Effort de pêche des senneurs de la CE et associés (jours de pêche). La ligne noire continue est la série nominale. Les lignes avec les symboles représentent l'effort de pêche ajusté pour les changements de capturabilité potentiels. Toutes les séries sont mises à l'échelle afin de démarrer à la même valeur en 1969.

**Figure 39.** Effort de pêche des senneurs de la CE et associés (jours de pêche). La ligne noire continue est la série nominale. Les lignes avec les symboles représentent l'effort de pêche ajusté pour les changements de capturabilité potentiels pour l'albacore. La ligne rouge avec les carrés vides postule un changement de 3% par an dans  $q$  à partir de 1980 ; la ligne bleue avec les cercles pleins est ajustée pour les changements de capturabilité estimés dans la présente analyse.

**Figure 40.** Ajustements des indices de CPUE pour le modèle de continuité VPA de l'albacore.

**Figure 41.** Ajustements des indices de CPUE pour les scénarios 5 et 8 de la VPA de l'albacore. Les losanges bleus sont les valeurs observées. La ligne rouge et le symbole « X » sont les valeurs prédites du scénario 5 et du scénario 10, respectivement.

**Figure 42.** Tendances rétrospectives de la biomasse reproductrice ( $t$ ) et des recrutements (nombres à l'âge 0) à partir des cas de base de la VPA de l'albacore. La légende indique la dernière année de l'analyse.

**Figure 43.** Schémas rétrospectifs de la mortalité par pêche à l'âge à partir des cas de base du modèle pour l'albacore. La légende indique la dernière année de l'analyse.

**Figure 44.** Schémas rétrospectifs en nombre à l'âge à partir des cas de base du modèle pour l'albacore. La

légende indique la dernière année de l'analyse.

**Figure 45.** Estimations annuelles de la mortalité par pêche moyenne par groupe d'âge, biomasse du stock reproductif (SSB), recrutement et F-ratio pour les sorties du cas de base de 2003 (ligne rouge) de la VPA et celui de continuité de 2008 (ligne bleue) de la VPA.

**Figure 46.** Scénario 5 – Estimations annuelles de la production, biomasse totale, mortalité par pêche apicale, des recrutements (âge 0), de la biomasse du stock reproducteur (SSB) et de la SSB par rapport à SSB à  $F_{MAX}$ . Les lignes en pointillés sont les intervalles de confiance de 80% obtenues à partir de 500 sorties de bootstraps.

**Figure 47.** Scénario 10 – Estimations annuelles de la production, biomasse totale, mortalité par pêche apicale, des recrutements (âge 0), de la biomasse du stock reproducteur (SSB) et de la SSB par rapport à SSB à  $F_{MAX}$ . Les lignes en pointillés sont les intervalles de confiance de 80% obtenus à partir de 500 sorties de bootstraps.

**Figure 48.** Trajectoire de l'état du stock de 1970 à 2006. L'état du stock en 2006 (grand cercle) a été estimé à l'aide de  $SSB_{2006}/SSB_{MAX}$  et  $F_{Actuel}/F_{MAX}$ . Les points jaunes indiquent qu'il y avait surpêche. Les points verts indiquent que la population n'est ni surpêchée, ni qu'elle fait l'objet de surpêche.

**Figure 49.** Diagrammes de phase illustrant la situation du stock en 2006 (symbole continu) obtenu en utilisant la moyenne de la distribution conjointe des modèles 5 et 10 de la VPA. Les cercles vides montrent 500 sorties de bootstrap de chaque modèle VPA.

**Figure 50.** Histogrammes des estimations de bootstrap de la situation du stock en 2006. Ils ont été construits pour examiner le biais et la normalité.

**Figure 51.** Biomasse relative ( $B/B_{PME}$ ) et mortalité par pêche relative ( $F/F_{PME}$ ) estimées pour 10 sorties d'ASPIC. Consulter le texte pour obtenir une explication plus détaillée des spécifications de chaque sortie.

**Figure 52.** Trajectoires de la biomasse relative – F relative ('snail tracks') pour 4 cas d'ASPIC.

**Figure 53.** Diagrammes de phase des conditions de 2006 à partir des sorties de bootstrap pour 4 sorties d'ASPIC. Le losange vert indique les résultats déterministes.

**Figure 54.** Trajectoires estimées de la biomasse relative et intervalles de confiance de 80% estimés à partir de 500 bootstraps.

**Figure 55.** Trajectoires estimées de F relative et intervalles de confiance de 80% estimés à partir de 500 bootstraps.

**Figure 56.** Estimations de la biomasse par Multifan-CL pour la zone de l'Atlantique Est à l'aide des données de 1950 à 2006.

**Figure 57.** Estimations de la biomasse par rapport à la PME par Multifan-CL pour la zone de l'Atlantique Est à l'aide des données de 1950 à 2006.

**Figure 58.** Estimations de F par rapport à  $F_{PME}$  par Multifan-CL pour la zone de l'Atlantique Est à l'aide des données de 1950 à 2006.

**Figure 59.** Estimations de la biomasse par Multifan-CL pour la zone de l'Atlantique Est à l'aide des données de 1970 à 2006.

**Figure 60.** Estimations de la biomasse par rapport à la PME par Multifan-CL pour la zone de l'Atlantique Est à l'aide des données de 1970 à 2006.

**Figure 61.** Estimations de F par rapport à  $F_{PME}$  par Multifan-CL pour la zone de l'Atlantique Est à l'aide des données de 1970 à 2006.

**Figure 62a.** Déviations de l'effort estimées à partir de l'application de Multifan-CL au listao de l'Ouest pour les trois pêcheries.

**Figure 62b.** Fréquences de taille globales ajustées dans l'application de Multifan-CL au listao de l'Ouest pour les trois pêcheries.

**Figure 63.** Sélectivités estimées par l'application de Multifan-CL au listao de l'Ouest pour les trois pêcheries.

**Figure 64.** Tendances du recrutement et de la biomasse reproductrice estimées par l'application de Multifan-CL au listao de l'Ouest.

**Figure 65.** Intervalles de confiance d'environ 95% pour la SSB et le recrutement estimés par l'application de Multifan-CL au listao de l'Ouest.

**Figure 66.** Trajectoire conjointe de la biomasse et de la mortalité par pêche par rapport aux niveaux de la PME, estimée par l'application de Multifan-CL au listao de l'Ouest.

**Figure 67.** Diagramme des indices d'abondance utilisés pour les modèles de projection BPS pour le listao de l'Ouest.

**Figure 68.** Distributions a priori et a posteriori de  $r$ ,  $K$  et distributions a posteriori de la PME et  $F_{PME}$  pour les scénarios 1, 5, 7 et 9 de BSP, montrant l'expansion de la distribution a posteriori de  $r$  et la migration de  $K$  vers des valeurs plus faibles. Il convient de noter que pour le scénario 9, la distribution a priori de  $r$  était  $N(1,17 ; 0,25)$  et  $N(1,17 ; 0,5)$  pour tous les autres.

**Figure 69.** Ajustements des indices pour le scénario 9 du BSP du listao de l'Ouest.

**Figure 70.** Trajectoire de la biomasse, de  $B/B_{PME}$ ,  $F$ , et  $F/F_{PME}$  avec des projections de 25.000 t à partir de 2007 pour le scénario 9 du listao de l'Ouest. Les lignes en pointillés sont des intervalles de confiance de 90% basés sur les échantillons d'importance.

**Figure 71.** Diagrammes des indices d'abondance utilisés pour les modèles de projection BSP pour le listao de l'Est.

**Figure 72.** Comparaison du listao de l'Est. A. Passage 5B avec une distribution a priori large de  $r$  ( $sd=0,5$ ) et B. Scénario 5BZ avec une distribution a priori étroite de  $r$  ( $sd=0,25$ ).

**Figure 73.** Ajustements des indices pour le scénario 5BZ du BSP avec une distribution a priori de  $r$  avec faible variance.

**Figure 74.** Trajectoire de la biomasse, de  $B/B_{PME}$ ,  $F$ , et  $F/F_{PME}$  avec des projections de 100.000 t à partir de 2007 pour le scénario 5BZ du listao de l'Est, distribution a priori de  $r$  avec faible variance. Les lignes en pointillés sont des intervalles de confiance de 90% basés sur les échantillons d'importance.

**Figure 75.** Distributions a priori et a posteriori pour les scénarios A.1 et B.1 pour le stock de listao de l'Ouest. Les distributions a priori (boîtes en pointillés) et les postérieures (boîtes en ligne continue) ont été relativisés afin de s'inscrire dans la même échelle. Les boîtes en pointillés pour les quantités de gestion sont les valeurs obtenues en exécutant le modèle seulement avec les distributions a priori.

**Figure 76.** Distributions a posteriori de  $K$ ,  $r$  et PME pour les scénarios A1 à A6 (gauche) et B1 à B6 (droite) pour le stock de listao de l'Ouest (les unités pour  $K$  et PME sont de 1.000 t).

**Figure 77.** Distributions a posteriori de  $K$ ,  $r$  et PME pour les scénarios A1 à A6 (gauche) et C1 à C6 (droite) pour le stock de listao de l'Est (les unités pour  $K$  et PME sont de 1.000 t).

**Figure 78.** Total des captures observées (cercles), prédites (ligne continue) et courbe de production en conditions d'équilibre estimée dans le scénario standard.

**Figure 79.** Changements relatifs dans la capturabilité estimés avec une erreur de processus sur la capturabilité pour les 8 flottilles de pêche considérées dans le scénario standard. GHN.BB = canneurs ghanéens ; CAN.BB = canneurs canariens ; POR.BB = canneurs açoréens ; EUSKR.BB = canneurs européens et sénégalais ; EC.PS.FAD = senneurs européens pêchant avec des dispositifs de concentration du poisson ; EUDKR.PS = senneurs espagnols pêchant au large du Sénégal.

**Figure 80.** Résultats de la projection de captures constantes à l'aide de la distribution conjointe des sorties 5 et 10 de VPA de l'albacore.

**Figure 81.** Résultats de la projection de  $F$  constante à l'aide de la distribution conjointe des sorties 5 et 10 de VPA de l'albacore.

**Figure 82.** Projections de la biomasse pour les niveaux de capture de 80.000 t, 100.000 t, 120.000 t, 140.000 t et 160.000 t pour chacun des 4 cas d'ASPIC.

## APPENDICES

**Appendice 1.** Ordre du jour

**Appendice 2.** Liste des participants

**Appendice 3.** Liste des documents

**Appendice 4.** Appendices MFCL.

**Appendice 5.** Estimation des indices combinés pour l'albacore et le listao.

**Appendice 6.** Elaboration des distributions a priori démographiques pour l'albacore et le listao.

**Appendice 7.** Résultats de la VPA. Fichier de résultats pour les scénarios 5 et 10 du cas de base de la VPA pour l'albacore.

**Appendice 8.** Résultats détaillés de l'application du modèle de capture seulement à l'évaluation du listao de l'Atlantique.

**Appendice 9.** Production par recrutement et biomasse reproductrice par recrutement des thonidés tropicaux avec modification de la mortalité par pêche spécifique aux flottilles.