

## **RAPPORT DE LA RÉUNION ICCAT DE PRÉPARATION DES DONNÉES SUR LE THON ROUGE DE 2016**

*(Madrid (Espagne), 25-29 juillet 2016)*

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

La réunion a été tenue au Secrétariat de l'ICCAT à Madrid du 25 au 29 juillet 2016. Le Dr Clay Porch (États-Unis), coordinateur, a ouvert la réunion. Le Dr Gary Melvin (Canada) et le Dr Sylvain Bonhommeau (UE-France), rapporteurs pour les stocks de thon rouge de l'Atlantique Ouest et Est et de la Méditerranée, respectivement, ont rempli les fonctions de co-présidents. Les Présidents ont souhaité la bienvenue aux participants de la réunion (« le groupe ») et ont passé en revue l'ordre du jour qui avait été adopté avec quelques modifications (**Appendice 1**).

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 rapporteur :

<i>Point</i>	<i>Rapporteur</i>
Points 1 et 10	M. Neves dos Santos
Point 2	S. Tensek, A. di Natale
Point 3	G. Diaz, D. Secor, H. Arrizabalaga et L. Kerr
Point 4	C. Palma et G. Diaz
Point 5	D. Álvarez-Berastegui, A. Kimoto, T. Rouyer et J. Walter
Point 6	J. Walter, D. Butterworth, C. Porch
Point 7	D. Butterworth et T. Carruthers
Point 8	C. Porch
Point 9	S. Bonhommeau, G. Melvin

Le coordinateur a signalé que plus de 40 documents et présentations avaient été soumis pour examen. Compte tenu du temps limité disponible, il a été convenu de limiter chaque présentation et les discussions en découlant à 10 minutes. Dans plusieurs cas, les discussions ont dû être reportées à l'un des divers petits groupes de travail ayant été composés afin de se concentrer sur des tâches liées aux points 3 à 7 de l'ordre du jour.

### **2. Examen des progrès accomplis par l'ICCAT-GBYP et au cours de la phase 6 du programme**

Au cours de la phase 5, plusieurs examens partiels des activités réalisées par le programme ont été réalisés, comme le demandait la Commission. L'analyse coûts-bénéfices des activités de marquage et des prospections aériennes de l'ICCAT-GBYP a été réalisée avec succès et les rapports sont disponibles sur la page web de l'ICCAT-GBYP, tandis que l'analyse coûts-bénéfices des études biologiques n'a pas été effectuée en raison de l'absence de soumissionnaires. La phase 5 de l'ICCAT-GBYP s'est officiellement terminée en février 2016 et a été immédiatement suivie de la phase 6. L'analyse pleinement intégrée de toutes les activités de l'ICCAT-GBYP depuis le début du programme (second examen de l'ICCAT-GBYP) a été réalisée au début de la phase 6, mais le rapport final doit encore être achevé et n'est donc pas encore accessible au public. L'équipe de coordination de l'ICCAT-GBYP a entrepris l'analyse des données des marques PSAT de l'ICCAT-GBYP, la révision des données des madragues, l'examen de l'ancienne littérature sur la maturité du thon rouge, l'examen et la sélection des meilleures données commerciales, des marchés et des ventes à la criée, une étude sur les jeunes thons rouges de l'année en Méditerranée et l'analyse de la base de données des marques conventionnelles de l'ICCAT (les rapports sont disponibles sous forme de documents du SCRS).

En ce qui concerne les activités d'exploration de données, des activités supplémentaires de récupération de données ont été lancées pendant la phase 6 afin de recueillir des jeux de données historiques et récentes faisant encore défaut dans les données de tâche I et de tâche II. Un contrat a été attribué à l'Université de Stanford pour la récupération de 393 jeux de données de marques électroniques qui seront disponibles à la fin du mois d'août. D'autres jeux de données électroniques ont déjà été fournis au groupe d'espèces sur le thon rouge du SCRS. Aux fins de la récupération de données en Mauritanie, un cours de formation de courte durée a été réalisé en juillet, dans le cadre d'une activité d'exploration locale de données.

Les prospections aériennes ont été suspendues pendant la phase 6, tandis que les activités de marquage PSAT ont été continuées et suivies par des activités complémentaires et limitées de marquage conventionnel. 19 marques électroniques ont été apposées à bord d'un sennet sous pavillon turc, 15 dans une madrague marocaine, 20 dans une madrague de Sardaigne et 24 dans une madrague portugaise, tandis que le marquage électronique supplémentaire sera effectué dans les eaux irlandaises et dans le détroit de Messine. Une campagne de sensibilisation aux marques sur le terrain a été renforcée au cours de cette phase en concluant un contrat couvrant l'élaboration de deux vidéos promotionnelles de courte durée, tandis que les activités de récupération et de récompense des marques sont toujours en cours. La première partie de l'étude de faisabilité du marquage génétique de spécimens étroitement apparentés a été achevée, mais le rapport doit encore être approuvé et la décision relative à la deuxième partie est encore en suspens.

Les études biologiques de la phase 6 sont consacrées à l'échantillonnage et l'analyse. L'échantillonnage biologique a été amélioré cette année, en raison de la nécessité de collecter des échantillons supplémentaires d'adultes dans les zones de frai aux fins de la réalisation d'une étude préliminaire de faisabilité concernant les spécimens étroitement apparentés. Trois contrats ont été conclus en vue d'échantillonner les adultes, tandis que le contrat principal concernant les études biologiques doit encore être attribué. Cette année, les études biologiques constitueront la suite des travaux des phases précédentes (par exemple micro-éléments, forme des otolithes, génétique, analyses de l'âge, etc.) grâce à l'introduction de l'analyse des marqueurs génétiques microsatellites. Il est prévu de tenir un atelier larvaire en septembre.

Le développement de la modélisation MSE est en cours et est mené principalement par un expert externe, le Dr Tom Carruthers, dont le contrat a été reconduit. La réunion du groupe de pilotage de modélisation de la MSE de l'ICCAT-GBYP aura lieu à un stade ultérieur.

### **3. Examen des informations historiques et récentes sur la biologie et la structure des stocks**

Le document SCRS/2016/140 indiquait que l'année 2015 avait été marquée par les températures les plus élevées observées jusqu'à présent en Méditerranée et l'ICCAT-GBYP a présenté les effets que cela pourrait avoir sur la biologie reproductive du thon rouge au SCRS cette même année. Actuellement, sur la base de quelques données et échantillons détaillés concernant la présence de jeunes de l'année ayant été recueillis dans différentes parties de la mer Méditerranée, il est possible d'observer une situation particulière montrant une taille à un moment donné variant selon la zone à la fin de l'été-automne et au début de l'hiver 2015/2016, ce qui refléterait des frais fractionnés et différents taux de croissance. Ces poissons pourraient engendrer des difficultés à l'avenir pour les lectures d'âge et la clé d'identification âge-taille (ALK) au moins pour les juvéniles de thons rouges nés en 2015. Ce document fournit également les courbes et les équations de croissance des différentes cohortes de jeunes thons rouges de l'année (YOY) qui ont été détectés et nés en 2015.

Le groupe s'est brièvement penché sur la question de savoir si les températures anormalement élevées en Méditerranée au cours de 2015 auraient une incidence négative ou positive sur le stock oriental. En général, les eaux plus chaudes peuvent se traduire par un allongement des saisons de frai qui ont tendance à produire des recrutements plus élevés. Cependant, il est difficile de prédire que ce résultat sera obtenu dans tous les cas. Il a également été demandé comment ces températures élevées peuvent affecter les signaux chimiques dans les otolithes. On a supposé que les eaux plus chaudes de la mer Méditerranée peuvent produire un signal similaire à celui observé dans le golfe du Mexique. Cependant, il a été indiqué que le contraire pourrait être vrai et que des températures plus élevées dans la Méditerranée pourraient donner lieu à des signaux dans les otolithes encore plus différents de ceux du golfe du Mexique. Le groupe a constaté que le document indiquait que trois cohortes ont été frayées pendant la saison de frai, mais, à un certain moment, leurs tailles se seraient chevauchées et il ne serait pas possible de différencier une cohorte des autres. Il a été indiqué que les anneaux quotidiens des otolithes pourraient être utilisés pour différencier les cohortes.

Le document SCRS/2016/141 présentait un bref aperçu de quelques-unes des études anciennes les plus importantes consacrées à la maturité sexuelle et la biologie reproductive du thon rouge de l'Atlantique. Une attention particulière a été accordée aux travaux de Rodriguez-Roda (1964, 1967) et de Frade (1950, 1962), et en particulier sur l'étude de la taille des poissons à la première maturité. Toutes ces études sont bien connues, mais elles sont très souvent oubliées dans les documents récents sur la biologie du thon rouge. En raison des discussions récurrentes sur la maturité sexuelle du thon rouge de l'Est, un résumé de leurs conclusions pourrait s'avérer utile.

Le groupe a décidé une nouvelle fois que, aux fins de l'évaluation des stocks, il est important de savoir quelle est la proportion de poissons de chaque âge qui est arrivée à maturité et qui contribue à la reproduction. Le groupe a noté que, dans le document, les échantillons de poissons d'environ 110 cm FL étaient peu nombreux, même si les poissons échantillonnés de cette taille étaient complètement matures. Étant donné que la plupart des poissons des échantillons mesuraient 135 cm FL et plus, le groupe a abordé le fait que cela pourrait indiquer que les poissons de 110 cm FL de la population ne sont pas tous matures et que seule une partie de ces poissons fraie.

Le document SCRS/2016/146 révisait la maturité sexuelle et la reproduction du thon rouge en Méditerranée et dans l'ouest de l'Atlantique Nord par rapport aux registres historiques de recherche et des postulats actuels de gestion. Le document souligne la nécessité de mettre à jour et de réviser les postulats scientifiques émis par l'ICCAT au sujet du thon rouge de l'Atlantique Ouest dans le contexte des nouveaux acquis obtenus au moyen de techniques histologiques et de nouvelles techniques endocriniennes qui établissent une similitude avec la maturité et la reproduction dans la mer Méditerranée. Sur la base de la confirmation de la période de frai dans l'Atlantique et de la prolongation de la période de frai établies par les larves recueillies dans la Slope Sea de l'Atlantique Nord-Ouest, il est nécessaire de procéder à un vaste échantillonnage au moyen de technologie de pointe des thons rouges reproducteurs dans les zones pélagiques ainsi qu'à un échantillonnage larvaire plus vaste, afin de pouvoir déterminer les caractéristiques spatio-temporelles et océanographiques des zones de frai ainsi que leur variabilité.

Le document SCRS/2016/151 indiquait que les pêcheries de juvéniles de thon rouge, *Thunnus thynnus* (L.) -ABFT- ont commencé à se développer à la fin des années 40 (golfe de Gascogne), au milieu des années 50 (au large des côtes du Maroc) et en 1958 au large de la Nouvelle Angleterre (États-Unis). Les résultats d'une analyse de la population juvénile de thon rouge de l'Atlantique Est entre 1949 et 1962 ont fait apparaître que, selon différents scénarios, la mortalité par pêche intense exercée sur les groupes de poissons juvéniles (<5 ans) pendant la période étudiée pourrait avoir constitué l'un des principaux facteurs expliquant la baisse des pêcheries dans l'Atlantique Nord-Est de reproducteurs à partir de 1963. La prise de 6.879.967 juvéniles de thon rouge de l'Atlantique pourrait avoir donné lieu à un recrutement limité des juvéniles dans le stock des reproducteurs. L'analyse a également été réalisée pour la période comprise entre 1970 et 2006 et la période actuelle (2009). Dans le premier de ces deux cas, la mortalité par pêche (F) a chuté à la suite d'une diminution des prises de juvéniles, principalement au Maroc. Néanmoins, au cours de ces années, plus de 4 millions de spécimens de 1 an issus du stock de l'Atlantique Est ont été capturés illégalement. La chute de F est actuellement encore plus élevée en raison de la disparition quasi-totale des pêcheries juvéniles à la suite de la mise en œuvre du programme pluriannuel de rétablissement de la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (ICCAT), qui a commencé à être appliqué aux pêcheries ciblant le stock oriental en 2007.

Le document SCRS/2016/154 expliquait que les modèles récemment adoptés par le Comité permanent pour la recherche et les statistiques (SCRS) de l'ICCAT pour le thon rouge de l'Atlantique (ABFT), *Thunnus thynnus* (L.) (RW= 0,0000159137 SFL 3,020584, Ouest et RW= 0,0000315551 SFL 2,898454, Est), ainsi que les modèles utilisés jusqu'à présent (RW= 0,0000152 SFL 3,0531, pour le stock de l'Ouest ; et RW= 0,000019607 SFL 3,0092, pour le stock de l'Est) et un modèle alternatif pour le stock de l'Est (RW= 0,0000188 SFL 3,01247), sont analysés au moyen d'échantillons bivariés (*SFL* (cm), *RW* (kg)) de 698 paires de données ( $K= 2,02 \pm 0,23$  SD, stock de l'Ouest) et 474 paires de données ( $K= 2,03 \pm 0,15$  SD, stock de l'Est), dans le but de les valider et de déterminer le modèle qui correspond le plus à la réalité représentée par les échantillons, étant dès lors celui qui aura la puissance prédictive et descriptive la plus élevée. Les résultats de l'analyse indiquent que les modèles adoptés pour l'Est et l'Ouest, actuellement utilisés, sous-estiment clairement le poids des thons rouges reproducteurs alors que le modèle alternatif proposé dans le présent document explique mieux les données des échantillons. Le résultat de l'analyse statistique classique est confirmé au moyen de la technique de régression quantile, en sélectionnant les quantiles 5 %, 25 %, 50 %, 75 % et 95 %. D'autres indicateurs biologiques et de la pêche concluent également que les modèles Ouest et Est sous-estiment progressivement le poids des reproducteurs de thon rouge (de 2-3 m) à hauteur de 8 à 14 %. La valeur moyenne de K (1,78 et 1,82) obtenue pour les reproducteurs (> 140 cm), en utilisant les modèles adoptés, représente le thon rouge de l'Atlantique dans des conditions d'engraissement faible et, de plus, l'évolution de K tout au long de l'année, en utilisant les modèles L-W mensuels adoptés, ne représente pas l'augmentation significative du poids que les thons rouges de l'Atlantique connaissent à l'état sauvage entre août et décembre .

Une présentation de D. Richardson portant sur une publication récente (Richardson et al. 2016) indiquait que, dans le cadre d'un échantillonnage opportuniste du plancton en 2013, 67 larves de thon rouge ont été recueillies dans la Slope Sea entre le Gulf Stream et le plateau continental nord-oriental des États-Unis. La majorité de ces larves étaient de petite taille (< 5 mm) et le suivi au moyen de balises dérivantes a confirmé que ces larves pourraient ne pas avoir été transportées dans la région depuis le golfe du Mexique. Les données de marquage électroniques et les études sur la reproduction publiées font état de migrations de frai structurées par taille dans le cas du thon rouge de l'Atlantique Ouest et soutiennent un âge d'arrivée à maturité plus jeune. Il convient également de signaler que

les suivis pluriannuels publiés de marques électroniques apposées sur des thons rouges montrent un déplacement entre la Slope Sea en un an vers le golfe du Mexique ou la mer Méditerranée l'année suivante.

La présentation SCRS/P/2016/037 présentait un indice océanographique de l'habitat de frai du thon rouge dans le golfe du Mexique (Domingues et al. 2016). Parmi les principales conclusions de cette étude figurent le fait que l'indice\_BFT reflète efficacement la variabilité spatio-temporelle de la présence de larves de thon rouge. Les zones présentant des conditions environnementales favorables pour les larves dans le golfe du Mexique présentent une variabilité spatio-temporelle d'une année à l'autre, ayant trait aux caractéristiques océanographiques d'échelle moyenne et à la température de surface de la mer. La comparaison de l'indice\_BFT avec le recrutement des poissons d'âge 0 estimé dans le cadre de l'évaluation des stocks de 2014 indique que les changements des conditions environnementales reflètent une composante pertinente (~ 58%) de la variabilité du recrutement. Il est possible que cet indice soit considéré comme un indice approchant pour les écarts de recrutement à partir d'une courbe reproducteurs-recrues. En outre, les prévisions spatio-temporelles de l'habitat seront utiles pour élaborer les prospections larvaires et évaluer les tendances de l'habitat au fil du temps.

### **3.1 Examen des postulats sur le cycle vital, tels que les calendriers de fécondité, de maturité et de mortalité**

#### *Fécondité*

Des informations ont été présentées au groupe indiquant que la durée des actes de ponte du thon rouge de l'Est est plus longue (> 30 jours) (Gordoa et al. 2015) qu'on ne le pensait. En outre, il a été indiqué que l'on a observé que des femelles frayaient jusqu'en octobre, même lorsque leurs ovaires étaient déjà partiellement absorbés (Di Natale et al. 2016). Il est nécessaire de disposer de plus amples détails sur cette observation, car cela contredit la littérature historique et récente sur la reproduction du thon rouge de l'Atlantique Est. En ce qui concerne la fécondité, il existe des éléments de preuves dans la littérature scientifique qui indiquent que la fécondité par acte de ponte par gramme de poids corporel est assez constante indépendamment de la taille du poisson (par exemple, Correiro et al. 2005 ; Knapp et al. 2014). Cependant, la question de la viabilité et de la survie des œufs et des larves de jeunes femelles à l'état sauvage par rapport à ceux produits par des femelles reproductrices plus âgées reste sans réponse. Cependant, il a été indiqué au groupe que, en captivité, la qualité des œufs et des larves semble être influencée par la qualité de l'alimentation des femelles, plutôt que par la taille (Izquierdo et al. 2001).

#### *Âge d'arrivée à maturité*

Le groupe a abordé le fait que des progrès significatifs ont été accomplis en ce qui concerne l'étude et la détermination de l'âge d'arrivée à maturité du thon rouge de l'Ouest. Il a été fait remarquer au groupe qu'il existe des preuves scientifiques indiquant que le thon rouge de l'Ouest est mature à l'âge de 3-5 ans (Heinisch et al. 2014) à l'instar du thon rouge de l'Est, au lieu de ce qui est actuellement postulé pour l'évaluation des stocks, à savoir 9 ans. Il est notoire que les poissons de ce jeune âge sont rares dans le golfe du Mexique (GOM) tout au long de l'année. Le groupe a salué la nouvelle hypothèse qui indique qu'il est possible que des jeunes thons rouges frayent dans la zone connue comme la *Slope Sea* où des larves de thon rouge ont été trouvées en 2013 (Richardson et al. 2016). Un avis général au sein du groupe s'est dégagé sur le fait qu'il s'agit d'une hypothèse prometteuse qui doit encore être testée. Il a été souligné que le nouvel âge proposé d'arrivée à maturité du stock occidental concorde avec l'âge d'arrivée à maturité du stock oriental. Il était difficile de justifier d'un point de vue biologique l'écart actuel entre les âges d'arrivée à maturité de chaque stock, notamment étant donné que les deux stocks ont des courbes de croissance presque identiques. Toutefois, le groupe a reconnu que certaines informations de base nécessaires à l'évaluation des stocks en ce qui concerne le nouvel âge proposé d'arrivée à maturité font actuellement défaut, telles que la contribution relative de ces reproducteurs plus jeunes à la reproduction totale. De plus, il n'existe actuellement aucune information disponible sur la proportion de poissons matures à chaque âge, sur la question de savoir si le frai a lieu chaque année dans la *Slope Sea* et sur l'origine du stock des poissons frayant dans cette zone (ou même si les poissons frayant dans cette zone constituent un stock distinct). Le groupe a rappelé l'une des recommandations formulée lors de la réunion de préparation des données sur le thon rouge de 2013 tenue à Tenerife (Anon. 2014b) en ce qui concerne le développement d'une ogive de maturité pour le stock occidental.

Le groupe a décidé d'élaborer deux vecteurs alternatifs pour la proportion de poissons qui contribuent à la reproduction de la population en tant que fonction de l'âge. Ces vecteurs devaient être utilisés dans le modèle opérationnel de la MSE pour décrire la gamme plausible de ces relations et devraient être utilisés pour les deux stocks. L'un des vecteurs (option 1) a été développé en postulant que seule la maturité détermine la contribution au stock reproducteur. L'autre vecteur (option 2) a été calculé en utilisant les résultats des études consacrées aux spécimens de thon rouge du Sud étroitement apparentés et en les transposant au thon rouge de l'Atlantique (tableau sur les vecteurs de maturité, **Appendice 4**). Le groupe a également convenu de définir les trimestres au cours

desquels le frai était possible pour chacune des zones du modèle opérationnel. Les définitions devaient être effectuées en ne considérant que la SST (tableau des zones de frai, **Appendice 4**). Les deux calculs liés aux vecteurs de la proportion de poissons frayant et la définition des zones de frai possibles ont été réalisés par quelques membres du groupe de travail. Même si la méthodologie utilisée dans les deux cas n'a pas été examinée de manière approfondie par l'ensemble du groupe de travail, il a été accepté que ces valeurs soient transmises au groupe de travail chargé de la de modélisation de la MSE.

Les trimestres et les zones présentant une probabilité d'activité de frai ont été classés en deux catégories (oui et non) en utilisant le critère d'une valeur moyenne trimestrielle de la SST  $> 20^{\circ}\text{C}$  en supposant que  $20^{\circ}\text{C}$  est la température minimale de survie des larves (SCRS/P/2016/043). Les températures moyennes par trimestre ont été estimées sur la base de Oceans Path-finder de la NOAA NASA AVHRR en carrés de  $5^{\circ}\times 5^{\circ}$ . Les zones et les trimestres présentant une probabilité positive d'activité de frai pourraient être surestimés pour certaines zones en raison de la gamme latitudinale importante de certaines des zones géographiques représentées (par exemple Atlantique Ouest).

#### *Mortalité naturelle*

Le groupe a rappelé que, lors de la réunion de Tenerife, il a été proposé de remplacer la mortalité naturelle actuellement postulée pour chaque stock par une fonction de mortalité Lorenzen ( $M=3,0.W^{-0.288}$ ) rééchélonnée de sorte que le taux moyen de mortalité des classes d'âge disponibles pour la pêche (âges 4+) est égal à la valeur déduite de l'âge maximal en utilisant la relation de Then et al. (2014). Par conséquent, le groupe réitère cette recommandation. Aux fins de l'estimation de la fonction de mortalité de Lorenzen, le groupe recommande d'utiliser un âge maximal de 35 ans pour les deux stocks, de l'Ouest et de l'Est. Ce postulat se fonde sur l'âge maximal observé dans les observations canadiennes âge-taille du thon rouge, les courbes de croissance actuellement utilisées pour chaque stock et les tailles maximales observées de poissons débarqués dans les pêcheries (en moyenne 300 cm FL). Cort et al. (2015) faisaient état d'un thon rouge pesant 725 kg et mesurant 320 cm FL, mais l'âge de ce poisson n'a pas été estimé.

#### *Stock-recrutement*

De récents exercices de modélisation ont tenté d'incorporer des taux de mélange dans les évaluations des stocks de thon rouge de l'Est et de l'Ouest (SCRS/P/2016/038). Le groupe a convenu que, même si une grande incertitude entoure les estimations des années les plus récentes de la SSB et du recrutement, si cela marque le début d'une tendance à la hausse dans les évaluations futures, cela peut être instructif pour déduire la relation stock-recrutement du thon rouge de l'Ouest.

### ***3.2 Examen des informations sur la structure des stocks et les taux de mélange***

Les termes de référence abordés par le groupe sur le mélange sont directement applicables aux efforts du SCRS pour travailler avec le Dr Tom Carruthers et d'autres scientifiques en vue de développer un modèle opérationnel, cadre MSE, visant à aborder les scénarios de la structure des stocks, les postulats sur le cycle vital et les déplacements saisonniers sur la dynamique des populations et les points de référence. Ces termes de référence sont également applicables aux activités probables d'évaluation des stocks du SCRS et à un effort parallèle visant à évaluer les modèles opérationnels et d'évaluation par la Dre Lisa Kerr et ses collègues.

#### *Nouvelles informations sur le mélange des stocks*

Dans le cadre d'un échantillonnage opportuniste du plancton en 2013, 67 larves de thon rouge ont été recueillies dans la *Slope Sea* entre le Gulf Stream et le plateau continental nord-oriental des États-Unis (Richardson et al, 2016). La majorité de ces larves étaient de petite taille ( $< 5$  mm) et le suivi des trajectoires des balises dérivantes a confirmé que ces larves pourraient ne pas avoir été transportées dans la région depuis le golfe du Mexique. Les données de marquage électronique et les études sur la reproduction publiées font état de migrations de frai structurées par taille dans le cas du thon rouge de l'Atlantique Ouest et soutiennent un âge d'arrivée à maturité plus jeune. Il convient également de signaler que les suivis pluriannuels publiés des trajectoires des thons rouges portant des marques électroniques montrent un déplacement depuis la *Slope Sea* et vers le golfe du Mexique l'année suivante.

Des applications consacrées aux analyses des isotopes stables d'otolithes ont été présentées. Celles-ci étaient consacrées au mélange du stock occidental. Siskey et al. (2016) ont mené une étude sur les tendances décennales des niveaux de mélange observés dans les pêcheries des États-Unis, en analysant des otolithes archivés par NMFS. Ils ont observé une contribution considérablement plus élevée de poissons d'origine méditerranéenne dans les années 90 (contribution de 48% au stock de l'Est) que dans les années 70 (contribution nulle) et les années les plus récentes 2009-2014 (contribution de 4%). Ils ont attribué le mélange plus élevé dans les années 90 à l'épuisement du stock occidental. Contrairement aux faibles niveaux récents de mélange dans les pêcheries des États-Unis observés par Siskey et al. (2016) pour la période 2009-2014, le document SCRS/2016/130 fait état d'un niveau élevé de mélange en 2015. L'échantillon des pêcheries des États-Unis de 2015 était fortement biaisé en faveur de la flottille récréative qui présentait > 80% de <120 cm CFL. Les auteurs suggèrent que ce changement apparent dans le mélange entre la période 2009-2014 et 2015 pourrait avoir été causé par des contributions de juvéniles d'origine méditerranéenne issus d'une forte classe d'âge.

Le document SCRS/2016/128 présentait une analyse comparative des attributions individuelles de l'origine des thons rouges échantillonnés dans le cadre du programme ICCAT-GBYP. À cet effet, une base de données d'identification intégrée des stocks a été établie avec des spécimens attribués à une origine en utilisant différentes méthodes (à savoir isotopes stables d'otolithes, génétique et analyse de la forme des otolithes) au cours des dernières années. L'analyse de la base de données intégrée a fait apparaître que les taux globaux de concordance entre les méthodes étaient relativement bons compte tenu de l'influence cumulative de l'erreur de classification inhérente à chaque méthode. Les taux de concordance les plus faibles concernaient les poissons qui pourraient avoir réalisé des migrations transatlantiques, par exemple des poissons prélevés dans l'Est qui ont été classés comme étant d'origine occidentale (selon au moins une méthode), ou inversement. Cela peut être le reflet de l'influence de l'histoire environnementale sur les marqueurs phénotypiques (forme des otolithes et chimie). Les taux de concordance entre les méthodes ont également augmenté lorsque des critères de classification plus restreints ont été utilisés (par exemple lorsque les probabilités d'appartenance d'un spécimen à un stock donné étaient supérieures à 0,7, par rapport à 0,5).

Par la suite, la SCRS/P/2016/032 présentait le développement d'un panel de traçabilité génétique en vue d'affecter les thons rouges à leur lieu de naissance. À cette fin, les auteurs ont recueilli des larves et des jeunes de l'année provenant de la Méditerranée, des larves du golfe du Mexique et des jeunes de l'année du Cap Hatteras. En appliquant la méthode de séquençage d'ADN lié aux sites de restriction (RAD-seq) à 204 des échantillons, ils ont découvert et génotypé plus de 10.000 SNP et les ont utilisés pour déterminer la structure de la population. Leurs résultats montrent une différenciation génétique claire entre le golfe du Mexique et la Méditerranée et suggèrent une séparation entre le golfe du Mexique et le Cap Hatteras, ce qui signifie que ce dernier ne peut être utilisé comme référence pour la composante de reproduction du golfe du Mexique. L'information génétique sur les échantillons du Cap Hatteras était très préliminaire car elle était fondée sur un petit échantillon de jeunes de l'année, qui ont été prélevés en une seule journée. Respectivement, les 144 et 38 SNP qui différencient le mieux l'Atlantique Nord-Ouest de la Méditerranée et le golfe du Mexique de la Méditerranée ont été sélectionnés et génotypés dans 152 nouveaux échantillons. Avec un panel réduit de 40 SNP, 93% et 60% d'attributions correctes pour les échantillons de la Méditerranée et du golfe du Mexique respectivement ont été obtenus. Même si ce panel est celui qui a offert les meilleurs résultats jusqu'à présent, il peut encore être amélioré, notamment en augmentant la taille de l'échantillonnage de référence du golfe du Mexique.

Les informations sur la composition du stock peuvent être appliquées à la phase de préparation des données du processus d'évaluation des stocks afin d'éviter d'appliquer des données de stocks mixtes (p.ex. séries de CPUE) aux dynamiques des stocks. La SCRS/P/2016/038 présentait une méthode révisée d'évaluation des stocks appliquée au stock de thon rouge de l'Ouest dans laquelle les données d'entrée (prise, prise par âge, prise par unité d'effort) de l'évaluation de l'ICCAT la plus récente du stock de thon rouge de l'Atlantique Ouest ont été révisées sur la base des estimations précédentes de la composition des stocks (Busawon et al. 2013 ; Fraile et al. 2014; Rooker et al. 2014 ; Secor et al. 2015 ; Siskey et al. 2016). L'évaluation des pêcheries de l'Atlantique Ouest a été comparée à l'évaluation des poissons d'origine occidentale pour démontrer la sensibilité des résultats au mélange de stocks, et pour démontrer une méthode pratique d'évaluation qui tient compte du mélange des stocks. Les estimations de la taille du stock et de la mortalité par pêche découlant de la VPA du thon rouge de l'Atlantique Ouest étaient généralement similaires aux estimations de l'ICCAT (2014) fondées sur les pêcheries de stocks de l'Atlantique Ouest. Cependant, les estimations de la SSB dans l'évaluation du stock d'origine occidentale étaient plus faibles dans les années 70 et la SSB et le recrutement étaient plus élevés au cours des dernières années (depuis le milieu des années 2000). La mortalité par pêche et le recrutement étaient également plus faibles dans les années 80-90 selon l'évaluation de l'origine occidentale. Ces résultats sont préliminaires et des travaux sont en cours de réalisation en vue d'améliorer la méthode.

### 3.2.1 Examen de l'état de la base de données de marquage électronique de l'ICCAT et de la réponse à la lettre du président du SCRS

Le groupe s'est penché sur la réponse apportée à l'appel de données de marquage électronique. De nombreux collaborateurs ont apporté une réponse positive à la demande, et jusqu'à présent, un résumé des suivis des trajectoires de 770 spécimens a été soumis (**tableau 1**). Un examen de la base de données de marquage (marques conventionnelles et électroniques) a été présenté dans le document SCRS/2016/135 (722 suivis de trajectoires déclarés dans ledit document). La majorité des marques a été apposée dans l'Atlantique Ouest et le golfe du Saint-Laurent et représente plus de la moitié des données disponibles (**tableau 2**). Quatre régions ne présentaient aucune apposition de marques, à savoir le Nord de l'Atlantique central, le Sud de l'Atlantique central, l'Atlantique Nord-Est et la mer des Caraïbes. Parmi les 770 spécimens marqués, 242 ont été remis à l'eau en Méditerranée, ou s'y sont rendus, et 85 de ceux-ci ont été remis à l'eau dans le golfe du Mexique, ou s'y sont rendus, et pourraient donc avoir été attribués à un stock (**tableau 3**). Le groupe a abordé la nécessité de passer en revue la liste des chercheurs potentiels et d'envoyer un second appel à ceux qui n'ont pas répondu. La base de données a été publiée sur le ownCloud et est à la disposition du SCRS.

### 3.2.2 Examen/compilation de l'inventaire des données de composition (génétique, micro-éléments) par flottille, zone et année

Les éléments suivants ont été recommandés en ce qui concerne la présentation et la structure d'un inventaire de la structure des stocks :

- Les données seront mises à la disposition de l'ICCAT-GBYP à des fins d'archivage et de modification des données. Les fichiers seront classés par région sur la base des mêmes délimitations géographiques spécifiées par le jeu de données de marquage électronique (Lauretta et al. 2016b) et mis à la disposition du SCRS et des parties prenantes et des scientifiques concernés.
- Dans la mesure du possible, les fournisseurs de données étaient d'accord sur le format élaboré dans le cadre du programme ICCAT-GBYP.
- Le groupe a convenu que des données d'attribution individuelle étaient nécessaires plutôt que des niveaux de mélange agrégés par strate. Les algorithmes d'attribution individuelle varient en fonction des fournisseurs de données, mais le groupe a décidé que ce ne devrait probablement pas biaiser les efforts de modélisation prévus de mélange de stocks. Pourtant, il a été recommandé de mener des recherches à l'avenir afin de comparer les différentes méthodes d'attribution individuelle et groupée. Étant donné que l'analyse du mélange des stocks deviendra de plus en plus courante dans les évaluations du thon rouge, le groupe recommande que la procédure de classification des forêts aléatoires (code R) mise au point par le Dr Alex Hanke soit retenue aux fins de son inclusion dans le catalogue de logiciels du SCRS.
- Lorsque plusieurs méthodes ont été utilisées pour attribuer une population d'origine au même spécimen, et en cas de désaccord, le groupe a décidé de sélectionner la classification en fonction de : 1) informations sur les isotopes stables d'otolithes, 2) informations génétiques et 3) forme des otolithes. Ceci a été justifié par le fait que les travaux relatifs aux isotopes stables sont revus par les pairs, à un stade opérationnel, et que 90% des spécimens de la base de données combinées (comptant 5.495 spécimens) présentent des informations sur les isotopes stables. Le travail génétique prévoit deux différentes approches qui n'ont pas encore été révisées par des pairs et environ 15% des spécimens présentent des informations sur l'origine génétique. Finalement, la forme des otolithes peut être influencée non seulement par l'origine, mais également par le cycle vital, et moins de 3% des spécimens disposent de cette information.
- Il a été conseillé de supprimer les attributions de la population d'âge 0 dans les analyses, car celles-ci ne visent pas à évaluer le mélange des stocks.

Il sera nécessaire d'accepter un risque d'erreur dans le cas des attributions individuelles. Par conséquent, l'analyste réalisera des attributions de stock (p.ex. Est ou Ouest). Cette tâche sera réalisée en fournissant la probabilité que l'identité du stock de l'Est soit déterminée dans le jeu de données. Il existe des précédents et une justification de l'acceptation de 70% de probabilité d'attribution (Fraile et al. 2014).

Il a été fait remarquer qu'un certain niveau d'incertitude entoure les estimations des matrices de mouvement et des proportions du mélange. Cela devrait être reflété dans une gamme plausible de modèles opérationnels. En outre, en raison de la nature hautement migratoire de l'espèce, les proportions de mélange peuvent varier d'une année à l'autre et un mélange stochastique devrait être incorporé dans les modèles opérationnels. Étant donné que la taille de la population varie entre les populations de l'Ouest et de l'Est et qu'un mélange stochastique risque d'accroître la probabilité d'une exploitation plus intense du stock de l'Ouest, l'ampleur de la stochasticité pourrait devenir l'un des facteurs servant à mesurer l'efficacité de la gestion. Le groupe a par conséquent recommandé que les modèles opérationnels couvrent ces types d'incertitude/de stochasticité.

### 3.2.3 Détermination des définitions de stocks préliminaires

Le groupe s'est penché sur les structures de la population élaborées antérieurement lors de la réunion du SCRS sur les paramètres biologiques tenue en 2013 (Anon. 2014b) et sur de nouvelles informations concernant la structure de la sous-population méditerranéenne (H. Arrizabalaga, en cours de révision). Les discussions ont porté sur les structures démographiques possibles qui pourraient être évaluées par le modèle opérationnel- cadre MSE et ont été consacrées (1) à une nouvelle preuve attestant de la reproduction dans la *Slope Sea* de l'Atlantique Nord-Ouest (Richardson et al. 2016) et (2) aux preuves recueillies au sujet des comportements migratoires des adultes provenant de régions de frai au sein de la mer Méditerranée (Arrizabalaga et al. en cours de révision).

#### *Reproduction dans la Slope Sea*

Des travaux de recherche génétique concernant le stock d'origine seront réalisés pour les larves recueillies dans la *Slope Sea* en juin et juillet 2016 et le nombre limité de larves prélevées en 2013 et conservées dans de l'éthanol. La collecte et le traitement des échantillons de plancton de 2016 sont actuellement en cours de réalisation, d'après une communication personnelle de D. Richardson.

Tant que les résultats ne confirment pas le contraire, le groupe a conseillé de considérer les reproducteurs de la *Slope Sea* comme faisant partie d'une population plus vaste de l'Atlantique Ouest (golfe du Mexique, Grandes Antilles et la *Slope Sea*). Le groupe a reconnu que la *Slope Sea* se trouve dans une zone à proximité de zones présentant des niveaux élevés de mélange historique et que les reproducteurs au sein de cette région pourraient inclure des spécimens du stock méditerranéen. Un autre concept est que la reproduction ayant lieu dans la *Slope Sea* représente une population séparée indépendante des populations du golfe du Mexique et de la Méditerranée. Il a été fait remarquer qu'une structure supplémentaire de la population pourrait expliquer l'incapacité des approches génétiques (p.ex. SCRS/P/2016/032) d'attribuer une fraction importante d'échantillons de stock mixte aux populations du golfe du Mexique ou de la Méditerranée. Ces deux concepts (mélange de population ou population séparée), s'ils sont démontrés, pourraient avoir des conséquences importantes sur la façon de modéliser, d'analyser et d'évaluer les populations par rapport à des points de référence. Pour l'instant, alors que de nouvelles découvertes sur la reproduction dans la *Slope Sea* sont sur le point d'être réalisées, le groupe conseille toutefois de modéliser les recrues de la *Slope Sea* comme partie de la population plus vaste de l'Atlantique Ouest.

#### *Sous-population méditerranéenne et structure du contingent*

Arrizabalaga et al. (en cours de révision) fournit une synthèse des connaissances actuelles sur les structures potentielles de population au sein de la Méditerranée. Les nouvelles connaissances recueillies depuis la dernière réunion de Tenerife (Anon. 2014b) ont essentiellement fait apparaître des liens entre les zones de frai de l'Ouest, du centre et de l'Est de la Méditerranée et l'océan Atlantique. Des incertitudes élevées entourent toujours le pourcentage de poissons résidents/migrateurs dans chaque sous-population ou contingent potentiels. Il s'avère nécessaire de recouper les résultats obtenus par différentes études génétiques, mais même en l'absence de différences génétiques, si d'importantes différences comportementales apparaissent entre des poissons frayant dans différentes zones de frai, il pourrait être nécessaire de considérer cette sous-structure dans le processus de gestion. Les connaissances actuelles et les efforts de recherche limitent la capacité de résoudre les hypothèses formulées sur le contingent, mais des informations sur les marques électroniques à long terme ainsi que des études sur la génétique des spécimens étroitement apparentés seraient utiles.

### **3.3 Examen/élaboration des matrices de mouvement (probabilité de survivance dans une région, entre les régions du modèle à 8 boîtes, par stock, mois de l'année et classe de taille)**

Les influences du mélange du stock sur les évaluations du thon rouge ont été évaluées au moyen de l'élaboration de matrices de déplacements. Butterworth et Punt (1994) et NRC (1994) ont étudié la façon dont l'ajout du mélange affecterait les résultats des évaluations de stocks de thon rouge en utilisant un modèle de fonction de transfert à temps discret. Porch et al. (2001) ont appliqué une analyse de sensibilité des résultats de la VPA au mélange du stock au moyen d'un modèle intégrant des informations de marquage du thon rouge (modèle VPA à deux boîtes). Taylor et al (2011) ont élaboré des estimations des déplacements au moyen de méthodes de transfert de masse et de gravité comme méthodes alternatives afin d'alimenter un modèle intégrant des informations de marquage structuré par âge multistocks (MAST). Ces estimations étaient fondées sur une combinaison de données de marquage électronique, de marquage conventionnel, de chimie des otolithes et de CPUE. La méthode de transfert de masse estime toutes les cellules « hors diagonale » de la matrice (à savoir, coefficients de transfert d'une zone à l'autre). Cette méthode peut être plus solide ; toutefois, en raison du nombre de paramètres, elle peut compliquer la convergence du modèle. La méthode de gravité estime un coefficient d'« attraction » pour chaque zone afin de

calculer le lieu de résidence, et le mouvement est dérivé de l'attraction relative des autres zones pendant cette saison. Cette approche réduit le nombre de paramètres à estimer, mais les estimations peuvent ne pas être réalistes en raison de cette simplification. Lauretta et al. (2015) intégraient les méthodes de transfert de masse et de gravité pour estimer les matrices de déplacements et alimenter un modèle opérationnel prévoyant le mélange des stocks. Galuardi et al. (2015) (paquet R « sattagsim ») et la présentation SCRS/P/2016/032 utilisaient des simulations de population d'advection-diffusion pour combiner différentes sources de données de marquage électronique en vue de calculer la matrice sous-jacente de probabilité de déplacements saisonniers (à savoir, la matrice complète de Markov de mouvements à partir de/vers toutes les zones). Cette méthode estime les déplacements en dehors du modèle d'évaluation, en évitant les effets interactifs de la sélectivité, de la mortalité par pêche et d'autres postulats. Il existe plusieurs utilisations possibles de ces estimations dans le modèle opérationnel servant à étayer la MSE et un paquet R s'y rapportant a été développé et est disponible. L'approche la plus simple consisterait à postuler que les matrices des déplacements dérivés sont très bien connues et à les intégrer directement dans le modèle opérationnel, évitant ainsi l'estimation simultanée de déplacements dans le modèle opérationnel. Cela simplifierait énormément l'estimation, mais cela risquerait de donner lieu à une distribution spatiale des spécimens prévue dans le modèle ne pouvant pas être conciliée avec d'autres informations des pêcheries (par exemple la prévision de la présence de peu de poissons dans une zone et au cours d'une saison présentant des captures importantes de poissons). Une solution intermédiaire et alternative consisterait à utiliser la méthode pour obtenir une distribution a priori des probabilités de déplacements. Cela offrirait l'avantage d'une meilleure définition du problème d'estimation, tout en permettant une certaine souplesse dans la modélisation des déplacements à la lumière d'autres observations des pêcheries. D'autres utilisations des matrices de déplacements estimés sont également possibles, notamment l'attribution probabiliste du stock d'origine aux suivis de trajectoires de spécimens dont l'origine n'est pas connue et la prédiction de la distribution saisonnière des spécimens issus d'un ou de plusieurs stocks. Les futures applications de matrices de déplacements continueront à reposer dans une grande mesure sur l'acquisition et la compilation des données des suivis des trajectoires des spécimens porteurs de marques électroniques (voir point 3.2.1).

### **3.4 Examen des progrès réalisés dans les clés d'identification âge-taille**

Cinq documents ont été présentés en ce qui concerne la détermination directe de l'âge, les clés âge-taille et la croissance.

Le document SCRS/2016/134 présentait une comparaison actualisée des estimations de l'âge à partir des otolithes et des épines du même spécimen, en vue d'analyser la possibilité d'utiliser les deux structures pour obtenir des clés âge-taille pour cette espèce. L'accord entre les estimations de l'âge à partir des otolithes et des épines était satisfaisant pour le thon rouge de moins de 14 ans, il y avait moins d'un an de différence entre les moyennes pour chaque âge. Des tests de symétrie ont montré des distributions asymétriques des âges. Toutefois, aucune différence significative n'a été trouvée entre les paramètres de croissance estimés à partir des deux pièces dures. Les auteurs ont suggéré d'utiliser les lectures des deux structures pour construire des clés âge-taille pour le thon rouge âgé de moins de 14 ans.

Une question a été soulevée quant à l'influence de la vascularisation du noyau des épines des nageoires dans la comparaison de l'âge ; les auteurs ont confirmé qu'une correction pour cela avait été appliquée. On a également suggéré l'utilisation d'un test statistique  $X^2$  afin de déterminer à quel point la symétrie démographique n'est plus maintenue.

Le document SCRS/2016/133 analysait les informations disponibles sur la détermination directe de l'âge du thon rouge de l'Atlantique capturé dans la zone de gestion orientale au cours de la dernière décennie. Afin d'étudier les différences entre les ALK, une fonction de croissance standard de von Bertalanffy (VB) a été ajustée aux données de taille à l'âge pour chaque strate. On a constaté une convergence insuffisante de l'ajustement de VB à la longueur asymptote en raison de la rareté des spécimens âgés pour toutes les ALK disponibles. Après ces analyses, certains registres ont été identifiés comme étant des valeurs atypiques (découlant de la lecture de questions méthodologiques) et ils ont été retirés de la base de données.

Le document SCRS/2016/143 analysait toutes les données existantes dans la base de données ICCAT de marquage conventionnel du thon rouge, afin d'extraire les données qui pourraient servir à détecter la croissance à l'état sauvage avec une confiance élevée. L'analyse a révélé que très peu de données peuvent être utilisées lorsque l'on considère la longueur droite à la fourche et le poids vif sans appliquer d'abord un coefficient de conversion. Des questions ont été soulevées sur l'objectif de ce document, parce que cette base de données a été exhaustivement examinée dans Ailloud *et al.* 2014 et qu'elle s'était avérée présenter des informations de haute qualité utiles pour estimer les paramètres de croissance une fois que les données ont été soumises à des procédures rigoureuses de

contrôle de la qualité des données ; en outre, la base de données a été utilisée pour obtenir des estimations de croissance conjointement aux données sur les otolithes (SCRS/2016/147).

Le document SCRS/2016/147 utilise les améliorations dans la détermination de l'âge à partir des otolithes avec les progrès dans la modélisation des données de marquage-récupération pour fournir une actualisation de la courbe de croissance du thon rouge de l'Atlantique Ouest. On a déterminé l'âge d'un échantillon beaucoup plus grand d'otolithes ( $n = 3.779$ ) depuis que les paramètres ont été estimés pour la dernière fois ( $n = 146$ ) et des corrections ont été apportées à la détermination de l'âge afin d'éviter les biais. Pour les données de marquage, de nouvelles approches de vraisemblance maximale rendent désormais les paramètres de croissance directement comparables lorsqu'ils sont estimés à partir des otolithes et des données de marquage. Les estimations des paramètres de croissance ont été obtenues d'une analyse intégrée des deux sources de données à l'aide du cadre « Aires-da-Silva-Maunders-Schaefer-Fuller avec corrélation » (AMSFc) (Francis *et al.*, 2016). Deux cas différents du modèle de croissance de Schnute (1981) ont été considérés : le modèle de Richards et le modèle de von Bertalanffy. Les résultats suggèrent que la courbe de Richards fournit un meilleur ajustement. Les deux courbes suivent une trajectoire similaire jusqu'à l'âge 16, après quoi elles divergent entre elles. Le modèle de Richards prend en charge une longueur asymptote moyenne inférieure ( $L_{\infty} = 263,77$  cm FL) au modèle actuellement utilisé dans l'évaluation des stocks ( $L_{\infty} = 314,9$  cm FL). Les conséquences de ce changement dans le processus d'évaluation des stocks ont été discutées par les auteurs. Après la présentation, les participants ont reconnu que le nouveau modèle avait fourni une contribution précieuse et ils ont sollicité une réestimation sans les observations de l'âge 1 et de l'âge 2 parce que celles-ci pouvaient être biaisées par la sous-sélection de spécimens à croissance plus lente dans le cadre d'une sélectivité spécifique à la longueur.

#### *3.4.1 Évaluation des performances des diverses approches des clefs d'identification âge-longueur (ALK) et de découpage des cohortes*

Une présentation relative à l'utilisation des clefs âge-longueur hybrides pour améliorer les estimations de la composition démographique a porté sur la façon de tenir compte de la faible abondance certaines années des échantillons dont on a déterminé l'âge. Au cours des années où il n'y a aucun poisson dont l'âge a été déterminé dans un intervalle de tailles, il a été suggéré d'utiliser le découpage des cohortes ; au cours des années où l'on dispose de données adéquates pour la création d'une clé, il est suggéré d'utiliser la clé. L'approche « hybride » s'applique au cas où il y a moins de 20 lectures d'âge dans un intervalle de tailles. Dans ce cas, il est suggéré de calculer la moyenne du résultat du découpage des cohortes et de la clé âge-taille avec le poids  $w$  pour la clé étant  $w = n/20$  pour  $n < 20$  et  $w = 1$  pour  $n = 20$  ou plus ; ici,  $n$  est le nombre de poissons dont l'âge a été déterminé dans l'intervalle de tailles.

Un petit groupe de travail a été chargé d'évaluer diverses approches de ALK et découpages des cohortes d'une manière objective. Le rapport est fourni à l'**Appendice 5**.

#### *3.4.2 Élaboration des clefs préliminaires d'identification âge-longueur pour chaque stock*

Un petit groupe de travail a été chargé d'élaborer une clef préliminaire ALK pour chaque stock et les détails sont donnés à l'**Appendice 5**.

#### *3.4.3 Examen du potentiel de développement des clés âge-stock-taille*

Un petit groupe de travail a examiné le potentiel de développement des clés âge-stock-taille et les détails sont donnés à l'**Appendice 5**.

### **4. Examen des prises nominales de Tâche I**

Cette section décrit l'état actuel des statistiques de la Tâche I (T1NC : captures nominales) et Tâche II (T2CE : captures et effort ; T2SZ : taille réelle ; T2CS : prise par taille déclarée par les CPC), en vue de sa validation et approbation par le groupe. Cette révision prend en compte les améliorations apportées avec l'incorporation de nouvelles informations disponibles (récupérations historiques du GBYP, échantillons de taille du thon d'élevage, échantillons de taille des caméras stéréoscopiques, etc.), et elle met également l'accent sur les améliorations à apporter à la prochaine évaluation des stocks de thon rouge (prévue en 2017).

#### **4.1 Examen des statistiques de la Tâche I à utiliser pour les projections actualisées en 2016**

Le Secrétariat a présenté au groupe les statistiques actuelles de TINC (à jour) pour les stocks de l'Est (**Tableau 4** et **Figure 1**) et les stocks de l'Ouest (**Tableau 5** et **Figure 2**). Les captures des trois dernières années (2012-2014) sont préliminaires et celles de 2015 sont encore incomplètes. Une estimation préliminaire des captures de 2015 a été faite (pour les projections actualisées de 2016) à l'aide des prises préliminaires fournies au cours de la réunion par les scientifiques nationaux (deux stocks) et également à l'aide des prises consignées sur les BCD (programme de documentation des captures de thon rouge) pour le stock oriental. Aucune modification n'a été apportée aux captures de TINC avant 2013 depuis la réunion du SCRS de 2015.

Comme demandé par le groupe, en 2015, le Secrétariat a présenté une comparaison entre les captures annuelles de TINC et du BCD. Le **Tableau 6** (et la **Figure 3**) résumant l'information actuelle du BCD (nombre, poids total et le nombre total de poissons) disponible à l'ICCAT entre 2008 et 2016 par stock. Sur un total de 18.942 BCD émis depuis 2008, environ 449 (environ 2 %, soit 890 t et 18.837 poissons) ne peuvent pas être attribués à un stock (géographiquement indéfini). En outre, plusieurs autres types d'omissions/incohérences/erreurs ont été identifiés (omissions dans le nombre de poissons capturés et/ou poids des prises, pas de date de la capture, engin non défini, entre autres) qui ne permettent pas d'utiliser leurs prises respectives dans tous les cas. Les détails de ces incohérences sont présentés au **Tableau 7** par pavillon, année et stock. Sans tenir compte de ces problèmes, dans l'ensemble, les prises de TINC et du BCD entre 2008 et 2015 sont très similaires dans le stock oriental (**Tableau 8**). Il existe peu d'information du BCD pour le stock occidental (le système du BCD a été développé pour le thon rouge de l'Est) et celles-ci ne peuvent donc pas être comparées aux données de TINC. Il y a cependant quelques exceptions mineures (principalement des lacunes dans la TINC et très peu de cas avec des sous estimations dans la TINC). Le groupe a convenu que l'information du BCD est un instrument valide pour valider et obtenir des captures provisoires de TINC (comme cela a été fait ici pour les captures de 2015) pour le stock oriental. Dans certains cas, elle peut également servir pour combler les lacunes dans la TINC. Toutefois, les incohérences rencontrées dans près de 450 BCD doivent être résolues avant d'essayer d'utiliser les BCD pour combler les lacunes dans les TINC. Le problème des engins non classifiés (codes d'engins : SURF + SPOR + UNCL) de TINC, identifiés il y a plusieurs années dans les deux stocks, est toujours problématique (**Figure 4**) et aucun progrès n'a été réalisé pour le résoudre. Dans les années 50 et 60, plus de 25 % des prises totales étaient dépourvues d'une association d'engins dans les deux stocks. La région méditerranéenne (stock oriental) est le pire des cas et le même problème (près de 25 % de la Tâche I sans engin) s'est également produit dans les années 80. Le groupe a établi un plan de travail (**Tableau 14**) pour, entre autres objectifs, réduire au minimum les prises d'engins inconnus. Cette tâche doit être accomplie avant la réunion préparatoire de données de 2017.

Pour 2017, d'autres modifications à la TINC ont été adoptées par le groupe. Les séries historiques de captures à la madrague de UE-Espagne, UE-Portugal, du Maroc et de UE-Italie, récupérées ou révisées dans le cadre du programme GBYP (SCRS/2016/139), ont été finalement approuvées par le groupe. Le Secrétariat enverra ces séries de capture à chacune des CPC susmentionnées pour une adoption formelle.

#### **4.2 Examen des transmissions par les CPC des métadonnées décrivant la qualité des statistiques soumises**

Les catalogues de la Tâche I (quantités TINC) et de la Tâche II correspondante (T2CE et T2SZ/CS) de l'ICCAT stockés dans le système de la base de données de l'ICCAT (ICCAT-DB) (c'est-à-dire : données déclarées durant toutes les années par les CPC de l'ICCAT) sont présentés dans le **Tableau 9** (région de l'Atlantique BFT-E) et le **Tableau 10** (BFT-E mer Méditerranée), **Tableau 11** (BFT-W). Les catalogues comprennent la plus grande partie des récupérations de données du GBYP, la plus grande quantité d'échantillons par caméra stéréoscopique et la (première estimation) des échantillons de l'équivalent à l'état sauvage de la senne (la croissance en taille ayant été réduite au cours de la période d'engraissement) de thons rouges mis à mort dans les fermes (2005-2013). Certains jeux de données de Tâche II (T2CE et T2SZ) déclarés au cours des deux dernières semaines doivent encore être intégrés dans le système ICCAT-DB.

#### **4.3 Examen des progrès réalisés par les CPC dans leur transmission des données de taille de la Tâche II pour inclure les échantillons de taille réelle utilisés pour estimer la prise par taille et en employant les nouvelles conversions poids/taille**

En ce qui concerne le travail d'harmonisation en cours des fréquences des tailles de la Tâche II (T2SZ), très peu de progrès ont été accomplis au cours de la dernière année. Comme indiqué dans le **Tableau 12**, la T2SZ maintient globalement (tous les pavillons et pêcheries) des niveaux raisonnables d'hétérogénéité structurale et de faible résolution dans le temps (des quantités élevées de jeux de données/poissons par année et par trimestre), de nombreux types de stratification géographique (grilles de 1 x 1, 5 x 5, 5 x 10, 10 x 10, 10 x 20, zones

d'échantillonnage), plusieurs types de fréquence (FL, SFL, CFL, LD1, WGT, etc) et divers intervalles de tailles (1, 2, 5 et de 10 cm/kg). De même, les informations de T2CS (**Tableau 13**) avec des niveaux similaires d'hétérogénéité structurale ne se sont pas améliorées l'an dernier. La révision complète présentée par le Japon (SCRS/2016/123) de T2SZ et de T2CS (1973-2011) contribue significativement à l'harmonisation de la Tâche II (composante palangrière).

#### ***4.4 Examiner et apporter des révisions finales à la tâche II en validant et intégrant aux statistiques de prise par taille les nouvelles informations provenant des fermes, de la mise à mort et des caméras stéréoscopiques et d'autres sources***

Le Secrétariat a présenté au groupe la version préliminaire de la prise par taille « pleinement » révisée (CAS, 1950-2013) qui avait été préparée, comme prévu, pour l'évaluation des stocks de 2014. Cette estimation préliminaire inclut déjà une grande partie des nouveaux échantillons de taille du GBYP récupérés et les échantillons de l'équivalent à l'état sauvage de la senne obtenus (en utilisant les « anciennes » relations W/L) des échantillons de thons d'élevage. Cette version préliminaire de CAS pourrait servir de base pour le développement d'une CAS finale entièrement révisée. Un effort conjoint (scientifiques des CPC, Secrétariat, GBYP) doit être fait pour atteindre cet objectif. Le plan de travail présenté dans le **Tableau 14** a été créé spécialement à cet effet.

### **5. Évaluation des indices disponibles aux fins de leur utilisation dans la prochaine évaluation (comprenant le tableau des critères concernant les indices)**

#### ***5.1 Examen des indices actuellement utilisés et des mises à jour pour la réunion du groupe d'espèces de 2016***

Pour le thon rouge de l'Est, deux séries actualisées ont été présentées au groupe. Comme l'indice conjoint avec les madragues espagnoles a cessé en 2013, on a présenté la série pour les madragues atlantiques marocaines pour la période 1986-2015 (SCRS/2016/136). L'indice standardisé a affiché une augmentation substantielle en 2012 et est resté à un niveau élevé depuis lors. Les données incluaient les poissons remis à l'eau, le quota ayant été atteint, et l'on a constaté des améliorations de la standardisation, mais il a été suggéré de tenir compte de l'effet de la gestion basée sur les quotas dans la standardisation de la CPUE. Il a été noté que du poisson hors quota a été estimé par les plongeurs des madragues et que la couverture géographique était concentrée. La série de CPUE actualisée de la pêche palangrière japonaise dans l'Atlantique Nord-Est pour 2016 demeure à un haut niveau depuis 2010, étayée par les classes d'âge de 2003 et des années suivantes (SCRS/2016/122). Le groupe de travail a reconnu que la concentration géographique de leurs opérations était le résultat de la courte durée des saisons de pêche, des taux de capture élevés et du quota actuel. L'indice des canneurs espagnols dans le golfe de Gascogne (Santiago *et al.*, 2016) n'a pas pu être actualisé en raison de l'absence d'activité de pêche au cours des dernières années. Une prospection acoustique (SCRS/2016/137) a commencé en 2015 et pourrait fournir des informations supplémentaires sur les tendances de l'abondance locale à l'avenir, mais elle a été considérée préliminaire pour l'évaluation actuelle.

Pour le thon rouge de l'Ouest, l'indice actualisé de la pêche palangrière japonaise jusqu'en 2016 (SCRS/2016/122) a été présenté. L'effort palangrier dans l'Atlantique Nord-Ouest au cours de ces dernières années s'est concentré sur les eaux au large du Canada aux mois de novembre à février et a observé presque 100 % de survie positive de thon rouge en novembre 2015. Les CPUE palangrières relativement élevées tant dans l'Atlantique Ouest que Nord-Est ont été soutenues principalement par la forte classe d'âge de 2003 et les classes d'âge suivantes. Les opérations en septembre et octobre n'ont pas été incluses dans cet indice, mais l'on a observé ces dernières années des opérations ciblant plus que du thon rouge au cours de ces mois. Il a été noté qu'il conviendrait de faire preuve de prudence en utilisant cette série de CPUE japonaise dans les évaluations de stocks.

#### ***5.2 Examen des nouveaux indices pouvant être éventuellement utilisés dans l'évaluation de 2017***

Trois indices de CPUE et quatre indices indépendants des pêcheries ont été présentés pour le thon rouge de l'Est. La série actualisée de la madrague de l'Algarve opérationnelle au large de la côte sud du Portugal (Algarve) indiquait une tendance ascendante généralement compatible avec d'autres indicateurs des pêcheries (SCRS/2016/118). Toutefois, des préoccupations ont été exprimées quant à la possibilité de la standardiser pour tenir compte de la mise en place de quotas et en raison du manque de données mensuelles.

Deux séries d'indices de CPUE de senneurs ont été présentées. On a souligné la difficulté fondamentale de quantifier l'effort proportionnel au taux de mortalité par pêche des senneurs. Dans les pêcheries de senneurs, il a été noté que des recherches ont récemment été lancées sur la standardisation de la senne. On a constaté que la

CPUE nominale actualisée (prise par jour) des senneurs de Balfegó (2000-2016) affichait une bonne corrélation avec les indices japonais (SCRS/2016/132). L'analyse GLM montre que seul l'effet de l'année était important. Une série de CPUE actualisée pour les senneurs tunisiens en Méditerranée centrale de 2009 à 2015 a été présentée (SCRS/2016/148).

Les prospections aériennes françaises de thons rouges juvéniles dans le Nord-Ouest de la Méditerranée, entre 2000 et 2015, ont fait apparaître une hausse générale de l'abondance et des changements dans la distribution spatiale entre le début des années 2000 et la période 2009-2015 (SCRS/2016/153). Les diagnostics des analyses de sensibilité des évaluations précédentes se sont révélés satisfaisants. Il a été noté que cet indice se rapportait à une densité de bancs et non à l'abondance des poissons individuels et que des améliorations pourraient se produire en tenant compte des changements dans la détectabilité liée à des facteurs environnementaux, y compris les déplacements du poisson. Les prospections aériennes du GBYP de géniteurs couvrent actuellement quatre années (Di Natale et Tensek, 2016). Des préoccupations ont été exprimées en ce qui concerne l'inter-calibrage de la prospection et la densité du transect entre les zones.

On a présenté un indice potentiel de survie larvaire basé sur des données empiriques obtenues d'expériences d'élevage d'œufs et de larves (SCRS/P/2016/043). L'indice, couvrant les années 2000 à 2015, identifiait la bonne survie larvaire en 2003 autour des îles Baléares, correspondant aux recrutements élevés déjà signalés par l'ICCAT, tandis que l'on a estimé de mauvaises conditions pour 2013. L'intérêt de cet indice a été souligné, mais de plus amples développements ont été suggérés afin de pouvoir envisager son inclusion de quelque manière que ce soit dans une future évaluation de stock. En raison des différences entre la façon dont les modèles d'évaluation devront incorporer les facteurs environnementaux, les traitements les plus appropriés des covariables environnementales seront une recommandation au groupe de travail sur les méthodes.

L'actualisation de la prospection larvaire dans l'Ouest de la Méditerranée (îles Baléares) jusqu'en 2014 a été présentée (SCRS/P/2016/041). Trois différents indices larvaires ont été calculés. Les trois modèles ont affiché une tendance à la hausse tout au long des dernières années et se sont avérés être en corrélation avec la SSB. Le modèle d'abondance larvaire qui tenait compte des variables relatives à la qualité de l'habitat larvaire a réalisé de bien meilleures performances. Il a été noté que les caractéristiques de la prospection ont changé au fil du temps et que les méthodes de standardisation ont été appliquées à la série temporelle. Il a été suggéré d'enquêter sur les raisons qui sous-tendent la haute valeur obtenue en 2014.

En ce qui concerne le thon rouge de l'Ouest, deux nouveaux indices potentiels d'abondance ont été présentés. La prospection acoustique dans le golfe du Saint-Laurent (SCRS/P/2016/34) a été comparée avec l'indice de canne et moulinet du golfe du Saint-Laurent et a dégagé des tendances similaires, mais une plus faible variation interannuelle a été observée dans la prospection acoustique. Il a été mentionné que les deux premières années de la série devraient peut-être être tronquées en raison des biais potentiels provenant des zéros dans les données. L'indice acoustique n'était pas standardisé, et il a été noté qu'un changement de navire de prospection s'est produit après 2015, ce qui a pu donner lieu à un changement dans la détection du thon rouge. Le groupe a noté que la prospection acoustique pourrait être une bonne option pour tester les règles de contrôle de l'exploitation en raison de la faible variation interannuelle. L'indice de recrutement larvaire pour le GOM basé sur l'indice océanographique du golfe du Mexique a fourni des estimations de la variation annuelle dans le caractère pertinent de l'habitat de frai (SCRS/P/2016/37), et il s'est avéré capturer la variabilité spatio-temporelle dans l'habitat où des larves sont présentes. Les zones dotées de conditions environnementales favorables pour les larves dans le GOM font apparaître une variabilité spatiale et temporelle d'une année à l'autre, liée aux caractéristiques océaniques de méso-échelle et à la température à la surface de la mer. La variabilité de l'indice d'une année à l'autre était principalement due à la température à la surface de la mer. Il a été suggéré que le groupe de travail sur les méthodes étudie la modalité de la meilleure approche pour inclure dans l'évaluation des stocks les indices basés sur les données environnementales.

### ***5.3 Examen des progrès réalisés en ce qui concerne les indices de CPUE combinés***

Le groupe de travail réduit a été établi pour explorer la possibilité de combiner les données palangrières de prise et d'effort non agrégées du Canada, du Japon, du Mexique et des Etats-Unis dans l'Atlantique Ouest. L'atelier a conclu qu'un chevauchement spatial a été observé lorsque les données agrégées ont été évaluées, et cela a encouragé le groupe réduit à combiner les jeux de données un par un (rapport sur l'atelier qui sera présenté au groupe d'espèces du SCRS). Aucune décision d'utiliser les données regroupées pour un indice combiné ne sera prise tant que les diagnostics des données et les détails de la standardisation n'auront été passés en revue cet automne. S'il apparaît qu'un indice combiné peut être obtenu, une deuxième réunion du groupe sera proposée

début 2017 pour développer des approches et des diagnostics de modélisation appropriés pour évaluer la performance des indices de flottilles combinés.

Les caractéristiques générales de tous les indices disponibles ont été évaluées par le biais d'une liste de critères suggérés par le groupe de travail sur les méthodes (**Tableaux 15 et 16**). Chaque scientifique responsable de l'indice a d'abord rempli les tableaux pour chaque indice. Le groupe a ensuite examiné et modifié chaque entrée. Le groupe a décidé de cesser d'attribuer des scores numériques aux entrées et a suggéré plusieurs autres changements. Les deux rangées relatives à la plausibilité biologique ont été remplacées par une seule rangée (voir ci-dessous). Une rangée pour "autres commentaires" a été ajoutée et la rangée décrivant la continuité de la CPUE a été augmentée avec le nombre d'années représentées et la durée des années couvertes par l'indice (par exemple, 12 sur 15 ans). Pour les indices indépendants des pêcheries, le critère "fraction de la capture" a été changé en « proportion du stock couvert ».

Il a été noté qu'il conviendrait de garantir dans une certaine mesure la continuité des indices potentiels à inclure dans l'évaluation des stocks pour les années suivantes. La disponibilité de la quantification de l'incertitude associée à chaque indice a également été soulignée afin d'envisager son inclusion dans le modèle d'évaluation. Le groupe a décidé de montrer tous les indices disponibles. Le groupe n'a fait aucune sélection d'indices pour la prochaine évaluation des stocks en 2017. Les tableaux seront révisés à la prochaine réunion de préparation de données, où la sélection des indices sera également faite.

Au cours de la séance, les résultats des analyses de la variabilité interannuelle de l'indice et la déviation par rapport à la dynamique du modèle de production postulé ont été examinés (SCRS/2012/039). Cet exercice est un diagnostic qui peut repérer les indices avec une variation interannuelle très élevée ou très faible dans un indice, des valeurs atypiques ou des tendances systématiques qui pourraient être le signe d'une erreur de processus dont on n'a pas tenu compte. L'exercice est très utile pour évaluer les indices qui refléteraient ou seraient utilisés dans des modèles de production (p. ex., SSB, les indices de la biomasse totale) ; il peut néanmoins signaler un comportement étrange d'indice dans des indices spécifiques à l'âge qui devraient varier avec la variabilité de la force des classes d'âge. Pour faire cette analyse, il a fallu formuler un postulat sur le taux intrinsèque d'augmentation de la population ( $r$ ). Les valeurs proviennent de Fromentin *et al.*, 2010 et ont été, pour WBFT = 0,84 et pour le thon rouge de l'Est = 1,54. Ces valeurs ont été estimées à partir des caractéristiques du cycle vital (Jennings *et al.*, 1998), sont en rapport avec la productivité d'un stock et non avec la valeur absolue du taux de croissance intrinsèque de la population. Ce processus nécessite également un postulat du taux du niveau initial de la biomasse par rapport à  $K$  au début du cadre temporel de l'indice (supposé être de 0,5 pour chaque indice), le taux maximal de chute annuelle de la biomasse (supposé être de 0,5, ou 50 % de la population peut être supprimé en un an). Dans l'ensemble, la plupart des indices ont montré des coefficients de variation interannuels élevés, certains d'entre eux supérieurs à 1. Un indice de senne a fait apparaître une très faible variabilité, ce qui est révélateur d'une hyperstabilité potentielle. Environ la moitié des indices ont montré des écarts substantiels par rapport à la dynamique postulée du modèle de production (> 50 % en dehors des limites plausibles) (**Figures 5 et 6**). Enfin, de nombreux indices ont montré des déviations positives au cours des années les plus récentes, cadre temporel où les impacts réglementaires ont considérablement affecté tous les indices dépendant des pêcheries. D'un point de vue qualitatif, cela suggère soit que le cadre postulé du modèle de production excédentaire n'est pas approprié, soit que les indices ne reflètent peut-être pas très bien les postulats du modèle de dynamique des populations.

## 6. Examen des méthodes d'évaluation

### 6.1 Examen des modèles actuels et des améliorations proposées

Le SCRS/P/2016/38 a présenté les progrès réalisés dans l'incorporation du mélange des stocks dans l'évaluation de la VPA du thon rouge de l'Atlantique grâce à l'utilisation d'informations sur la composition des stocks obtenues des otolithes, et ce, afin de réviser les données d'entrée.

### 6.2. Examen des nouveaux modèles à l'étude pour l'évaluation de 2017

Le SCRS/2016/152 fournissait une description de la méthodologie d'évaluation de la prise par taille statistique (SCAL), couvrant à la fois la formulation de la dynamique des populations et la vraisemblance logarithmique pénalisée utilisée pour l'ajustement des données. On a fourni des entrées de valeurs des paramètres pour de récentes applications au thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée ainsi que de l'Atlantique Ouest, conjointement avec les données utilisées à ces occasions. L'approche, telle que présentée, est applicable uniquement pour séparer les stocks de l'Ouest ou de l'Est et de la Méditerranée, et elle ne peut pas explicitement faire face à une situation

où ces deux stocks se mélangent. Cette approche était destinée à servir de première étape dans le processus de cette méthodologie envisagée pour une éventuelle utilisation dans le processus d'actualisation de 2017.

### **6.3 Examen de l'état du catalogue de logiciel de l'ICCAT**

Dans le cadre du plan stratégique du SCRS pour 2015-2020, il a été décidé de consolider le catalogue de logiciel d'évaluation des stocks et de veiller à la meilleure utilisation des modèles d'évaluation des stocks qui devraient être complètement documentés.

À cette fin, trois stratégies ont été convenues dans le plan stratégique :

- 1.3.1 Actualiser le catalogue de logiciel actuel d'évaluation des stocks en éliminant les logiciels périmés et en actualisant les versions logicielles actuellement utilisées.
- 1.3.2 Veiller à ce que tous les logiciels utilisés dans les toutes dernières évaluations coïncident avec les versions du catalogue.
- 1.3.3 Veiller à ce que le logiciel soit bien documenté et soit accompagné d'un manuel et d'un code utilisateur.

L'objectif mesurable du catalogue de logiciel dans le cadre du plan stratégique est de réactiver le groupe de travail sur le catalogue de logiciel d'évaluation des stocks et passer en revue les protocoles d'inclusion et d'actualisation du logiciel utilisé pour les évaluations des stocks tout en maintenant une base historique de contrôle de la version. Un examen des protocoles actuels a été achevé en 2015 avec la participation des rapporteurs des groupes d'espèces, le principal changement consistant à recommander qu'un système de contrôle de version soit utilisé pour suivre les changements dans le logiciel. Veuillez consulter : [github.com/ICCAT/software/wiki/1.-Introduction](https://github.com/ICCAT/software/wiki/1.-Introduction)

## **7. Groupe de pilotage de modélisation de la MSE de l'ICCAT-GBYP**

### **7.1 Examen des activités relatives au développement de la MSE/MP**

Le Dr T. Carruthers a fait des présentations sur les questions soulevées par le conditionnement préliminaire de modèles opérationnels pour le thon rouge de l'Atlantique (SCRS/2016/145), y compris les besoins de données manquantes, et sur les progrès réalisés dans les tests de simulation (SCRS/2016/144).

### **7.2 Examen, discussion et finalisation des spécifications techniques pour la MSE/MP**

Les définitions proposées de structure des flottilles pour le modèle opérationnel et les spécifications provisoires pour les modèles d'évaluation sont décrites ci-dessous. Nous constatons que, pour les modèles d'évaluation des stocks, il sera peut-être nécessaire d'apporter une certaine souplesse dans ces spécifications, en attendant d'examiner les diagnostics du scénario du modèle initial, sachant notamment que les modèles non spatiaux doivent peut-être incorporer une certaine souplesse en permettant à la sélectivité de modéliser les changements spatiaux dans une flottille.

- Palangre (2 flottilles) ; Japon\_palangre, autre\_palangre
- Canneurs (2 flottilles) ; BBavant2009, BB2009et au-delà
- Senneurs (5 flottilles) : PSMedRecent\_2009et au-delà, PSMedLarge\_avant2009, PSMedSmall\_avant2009, PSWestern\_avant1987, PSWestern\_1987et au-delà. La séparation précise des petites flottilles de senneurs par opposition aux grandes flottilles de senneurs en Méditerranée sera définie en fonction du trimestre et du pavillon
- Madrague (2) : TPavant2009, TP2009et au-delà
- Canne et moulinet (2); RRCan, RRUS, utiliser seulement données complètes à partir de 1988 car il manque des données de certaines flottilles avant cette année.
- Toutes les autres flottilles (1)

Cela fait au total 14 flottilles. De nombreuses flottilles ont été divisées à 2009 en raison de la Résolution 08-05 qui a eu des impacts sur les opérations des flottilles.

### 7.3 Recommandation sur les statistiques de la Tâche I et de la Tâche II, sur les indices d'abondance et sur d'autres informations à utiliser pour la MSE/MP

Le projet de document intitulé *Spécifications pour les essais de MSE pour le thon rouge de l'Atlantique Nord*, mis au point lors de la réunion de Monterey comprenait un certain nombre d'éléments qui sont spécifiquement renvoyés à cette réunion de préparation des données pour décision finale. Ces décisions sont énoncées ci-dessous, les références de tableaux se rapportant à ce document, sauf indication contraire.

- **Tableau 2.1** (Aperçu général des données disponibles pouvant être utilisées) : Le jeu de données CATDIS de l'ICCAT et le jeu de données de fréquence des tailles du thon rouge de l'ICCAT sont les sources des observations des captures et de la composition des captures, respectivement. Ces données sont maintenant disponibles à une échelle suffisamment fine pour permettre la modification des définitions des flottilles et des strates spatio-temporelles pour les modèles opérationnels qui seront utilisés pour la MSE.
- **Tableaux 2.2 et 2.3** (Données de microchimie des otolithes et de PSAT) : Les données sur le stock d'origine (microchimie des otolithes) et les données de marquage électronique (PSAT) avaient été compilées dans des jeux de données individuels. Ceux-ci sont maintenant disponibles dans leur forme brute, permettant une certaine flexibilité sur la façon dont ils peuvent être agrégés et interprétés. Les données de cette nature qui sont fournies à l'ICCAT seulement après le dernier jour de cette réunion ne seront pas incorporées aux données qui seront utilisées pour conditionner les modèles opérationnels.
- **Sélection des flottilles** (Section 3, IIIe partie) : Les flottilles sont définies comme des activités de pêche pour lesquelles la sélectivité des tailles peut être postulée comme étant constante dans le temps et dans l'espace. Sur la base des changements historiques survenus dans la pêche, des observations des données de taille et des sélectivités estimées d'un modèle d'évaluation des stocks antérieur, le groupe a identifié 14 flottilles distinctes (voir la section 7.2 ci-dessus). Celles-ci ont été structurées à l'aide de la saison de pêche, de l'année, du pavillon et des codes de groupe d'engins.
- **Indices à utiliser dans les projections** (Section 7, Ie partie) : Les prédictions des modèles opérationnels conditionnés peuvent être comparées aux indices d'abondance relative pour caractériser les propriétés statistiques de ces données (p. ex. imprécision, autocorrélation, constante de proportionnalité). En l'absence d'un indice combiné obtenu des données du taux de capture palangrière du Canada, des Etats-Unis et du Japon dans l'Ouest, la réunion a décidé de remplacer cette option par deux alternatives : l'indice palangrier japonais et l'indice palangrier combiné Etats-Unis-Canada (Lauretta *et al.*, 2016a).
- **Valeurs des paramètres** (Tableau 8.2) : La courbe de croissance de von Bertalanffy sera remplacée par une courbe de Richards (voir section 3 du rapport de cette réunion). La même courbe de mortalité basée sur l'âge sera utilisée pour les deux stocks. Il s'agit d'une courbe de type Lorenzen dans laquelle le taux de mortalité naturelle est inversement proportionnel au poids.  $M = 3W^{-0,288}$  (voir détails indiqués au point 3.1 du rapport de cette réunion). Deux scénarios de maturité à l'âge ont été développés au cours de la réunion, qui pourraient être appliqués à n'importe lequel des deux stocks pour former une conception croisée (calendrier de maturité plus jeune/plus âgé dans l'Ouest par calendrier de maturité plus jeune/plus âgé dans l'Est) (voir détails indiqués dans la section 3 et à l'appendice 3.1 du rapport de cette réunion).

## 8. Autres questions

### 8.1. Biométrie pour les poissons d'élevage

La Commission a demandé des informations sur les relations longueur-poids appropriées qui sont utilisées dans le calcul du poids des poissons lorsque ceux-ci sont placés dans les fermes. Deux documents ont été présentés et sont décrits ci-dessous. Toutefois, le groupe a décidé que la réponse à la Commission devrait être formulée lors de la réunion du groupe d'espèces de septembre.

Le SCRS/2016/131 examine la possibilité d'utiliser la relation longueur-poids la plus récente adoptée par l'ICCAT pour le stock Est afin de calculer les poids à partir des longueurs mesurées par caméras stéréoscopiques. Les poids estimés ont été comparés avec ceux obtenus à partir des observations directes des captures des senneurs réalisées dans les zones Baléares. Les observations proviennent de poissons qui sont morts pendant les opérations de pêche ou ont été endommagés et ont dû être tués au cours de la saison de pêche de 2010 à 2015. Les résultats ont montré que les estimations avec la relation longueur-poids annuelle surestiment les captures (quota) d'environ 4 % et la

relation pour le mois de juin d'environ 6 %. Donc, un modèle satisfaisant et représentatif du stock peut ne pas être le même pour chaque pêcherie. Les auteurs jugent souhaitable que les mesures de longueur-poids prises par les caméras stéréoscopiques soient ajustées pour chaque région.

Le document SCRS/2016/149 portant sur les relations morphométriques de l'engraissement du thon rouge (*Thunnus thynnus*) capturé en Méditerranée centrale en 2013 et 2014, a analysé les relations longueur – longueur (LLR) et les relations longueur – poids (LWR) de thons rouges engraisés, capturés en mer Méditerranée centrale et élevés dans la région de Mahdia (côtes tunisiennes orientales). Le facteur de condition de Fulton (K) a aussi été estimé. Au total, 1.653 et 713 spécimens provenant des captures de 2013 et 2014 ont été échantillonnés, respectivement. Les LLR, le LWR et le facteur de condition K ont montré des différences significatives entre les poissons engraisés au cours de ces deux années. Ces différences semblent être en rapport avec la durée du processus d'engraissement.

## 8.2. Couverture des observateurs

Le document SCRS/2016/124 présente un bref résumé des données d'observateurs scientifiques japonais recueillies à bord de leurs navires palangriers au cours de l'année de pêche de 2014 et 2015 (FY) dans tout l'océan Atlantique, ainsi que la couverture d'observateurs. Pendant l'année de pêche de 2015, 17 sorties d'observateurs ont été réalisées et 710 opérations ont fait l'objet d'un suivi, tandis que les observateurs ont surveillé 1.363 opérations au cours de 30 sorties pendant l'année de pêche de 2014. Les détails des sorties, les registres des spécimens et le niveau de couverture basé sur le nombre de jours opérationnels sont disponibles dans le document. Au cours de chaque année de pêche, plus de 35.000 spécimens ont été enregistrés. Au cours de l'année civile 2015, les programmes d'observateurs du Japon couvraient 8,7% des activités de pêche dans l'ensemble de l'océan Atlantique et ils contrôlaient également 30,4% des opérations qui ciblaient le thon rouge de l'Atlantique Est pendant l'année de pêche 2015.

## 9. Recommandations

### 9.1 Statistiques

Voir ci-dessus point 4.4 pour obtenir plus de détails sur un plan de travail (voir aussi le **Tableau 14**) visant la fourniture d'un jeu de données "entièrement" révisé de prise par taille (CAS, 1950-2013).

### 9.2 Recherche

Recommandations n'ayant pas d'implications financières

- Poursuivre l'échantillonnage et l'analyse des otolithes et des tissus génétiques pour l'analyse de la composition des stocks, particulièrement l'échantillonnage qui est représentatif des principales flottilles de pêche, classes de taille et d'âge et des régions. Les allocations de stocks individuelles doivent être accompagnées d'estimations de l'âge et être incorporées à la base de données du GBYP sur la composition des stocks.
- Évaluer les biais dans les procédures d'allocation des stocks en raison des approches empiriques et des algorithmes d'assignation. Continuer à explorer l'influence de l'incorporation des mélanges et de la structure des populations dans les cadres d'évaluation et de simulation (modèle opérationnel).
- Évaluer l'origine des populations de larves recueillies dans la *Slope Sea*.
- Évaluer le potentiel du frai dans les régions se trouvant à l'intérieur et à l'extérieur (c.à-d. les Açores, le Maroc et les îles Canaries) de la mer Méditerranée.
- Le groupe devrait utiliser les tout derniers modèles disponibles qui prédisent l'habitat/saisons de frai du thon rouge ainsi que les observations de concomitance du thon rouge dans ces zones/époques pour définir les zones de priorité pour les nouvelles prospections larvaires.
- L'atelier sur les larves du GBYP devrait avoir comme objectif d'évaluer les ressources nécessaires pour fournir des indices larvaires avec des coefficients de variation qui soient inférieurs à ceux obtenus actuellement dans les indices larvaires existants.

#### Recommandations ayant des implications financières

- La prochaine itération de la faisabilité d'une analyse de similitude "close kin" devrait envisager que l'estimation de la proportion de chaque groupe d'âge qui contribue à la reproduction est l'une des principales priorités en tant qu'objectif possible pour une future analyse de similitude "close kin".
- Un dernier appel doit être lancé pour obtenir les données de marquage électroniques disponibles, en établissant fermement une date de réception de ces données.
- Continuer à déployer des marques-archives, en particulier pour les juvéniles et acquérir les données de déplacement des marques-archives dans la mer Méditerranée afin d'étayer les déductions sur la taille initiale à la reproduction et la structure des populations.
- Campagne palangrière pour obtenir des échantillons pertinents pour les analyses de la reproduction, la microchimie des otolithes et les analyses génétiques.
- Obtenir des échantillons de thon rouge de l'Atlantique Sud à des fins d'assignation des populations.

#### Recherche sur la *Slope Sea*, notamment :

- Une prospection d'ichthyoplancton qui est conçue pour permettre des comparaisons rigoureuses de l'ampleur relative de frai dans la *Slope Sea* et le golfe du Mexique.
- Poursuite des travaux pour évaluer l'étendue spatiale des zones de nourricerie (jeunes de l'année et âge-1) du thon rouge né dans le golfe du Mexique et la *Slope Sea*. Analyses des échantillons existants de thons rouges de l'année de l'Atlantique Ouest pour déterminer si une zone de frai peut être assignée.

#### 9.3 Autres

Compte tenu de la convergence de séries temporelles environnementales relativement longues et des outils de modélisation plus avancés pour incorporer les covariables environnementales, il est nécessaire d'envisager la façon d'utiliser les indices environnementaux dans les évaluations de stocks. Le groupe recommande que le groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks de l'ICCAT examine un ensemble de critères similaires au catalogue détaillé de CPUE pour évaluer la pertinence des indicateurs environnementaux à des fins d'inclusion explicite dans les modèles d'évaluation. Ceci pourrait inclure des considérations comme le lien entre le processus et la biologie, les paramètres du modèle que la covariable pourrait influencer et la question de savoir si un diagnostic approprié et des performances méthodologiques de la covariable ont été réalisés.

#### 10. Adoption du rapport et clôture

En raison du temps limité, certaines analyses réalisées en appui à divers points de l'ordre du jour n'ont été examinées que partiellement en séance plénière avant la clôture de la réunion. Ces analyses sont incluses comme appendices (4 et 5) au présent rapport avec l'annotation appropriée. Le reste du rapport a été adopté pendant la réunion. La réunion a été levée.

#### Références

- Ailloud L.E., Laretta M.V., Hoenig J.M., Walter J.F. and Fonteneau, A. 2014. Growth of Atlantic bluefin tuna determined from the ICCAT tagging database: A reconsideration of methods. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 70(2): 380-393
- Anon. 2014a. Report of the 2014 Atlantic Bluefin Tuna Stock Assessment Session (Madrid, Spain – September 22 to 27, 2014). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 71(2): 692-945.
- Anon. 2014b. Report of the 2013 bluefin meeting on biological parameters review (Tenerife, Spain – May 7 to 13, 2013). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 70(1): 1-159.

- Anon. 2016. Report of the 2nd Meeting of the ICCAT GPYP Core Modelling and MSE Group. 21-23 January 2016, Monterey, CA USA. [www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%205/MODELLING\\_GROUP\\_PHASE5\\_SECOND\\_MEETING\\_REPORT.pdf](http://www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%205/MODELLING_GROUP_PHASE5_SECOND_MEETING_REPORT.pdf)
- Busawon, D.S., J.D. Neilson, I. Andrushchenko, A. Hanke, D.H. Secor, and G. Melvin. 2013. Evaluation of Canadian sampling program for bluefin tuna, assessment of length-weight conversions, and results of natal origin studies 2011-2012. . ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. 70(1) 202-219.
- Butterworth, D.S., Punt, A.E. 1994. The robustness of estimates of stock status for the western North Atlantic bluefin tuna population to violations of the assumptions underlying the associated assessment models. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 42(1): 192–210.
- Corriero, A., Karakulak, S., Santamaria, N., Deflorio, M., Spedicato, D., Addis, P., Desantis, S., Cirillo, F., Fenech-Farrugia, A., Vassallo-Agius, R., de la Serna, J. M., Oray, Y., Cau, A., Megalofonou, P., Metrio, G., 2005. Size and age at sexual maturity of female bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.1758) from the Mediterranean Sea. Journal of Applied Ichthyology 21, 483–486.
- Cort J.L., Estruch V.D., Santos M.N., Di Natale A., Abid N., de la Serna J.M. 2015. On the Variability of the Length–Weight Relationship for Atlantic Bluefin Tuna, *Thunnus thynnus* (L.), Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 23:1, 23-38, DOI: 10.1080/23308249.2015.1008625
- Di Natale A and Tensek S. 2016. ICCAT Atlantic-wide Research Programme for Bluefin tuna (GBYP). Activity report for the last part of Phase 4 and the first part of Phase 5 (2014-2015). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 72(6) 1477-1530
- Di Natale A., Tensek S. and Pagá García A. 2016. Preliminary information about the ICCAT GBYP tagging activities in Phase 5. ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap. 72(6) 1589-1613
- Domingues, R., G. Goni, F. Bringas, B. Muhling, D. Lindo-Atichati, and J. Walter (2016). Variability of preferred environmental conditions for Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) larvae in the Gulf of Mexico during 1993-2011. Fisheries Oceanography, 25(3): 320-336.
- Frade, F., 1950, Estudos de Pescarias do Ultramar Português Os Atuns, Colóquios J. Inv. Coloniasis.
- Frade, F. and Vilela, H., 1962, Le Thon Rouge et le Germon. Morphologie, Biologie et Pêche., Estud. Ens. E Doc., J. Inv.Ultramar.
- Fraile, I., H. Arrizabalaga, and J.R. Rooker. 2014. Origin of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 73: 625-634.
- Francis, R.C., Aires-da-Silva, A.M., Maunder, M.N., Schaefer, K.M. and Fuller, D.W., 2016. Estimating fish growth for stock assessments using both age–length and tagging-increment data. Fish. Res. 180, 113–118. Galuardi, B., Cadrin, S.X., Kerr, L.A., Miller, T.J., Lutcavage, M. 2014. Using electronic tag data to provide transition matrices for movement inclusive population models. ICCAT SCRS/2014/177, Madrid.
- Fromentin, J.M., Bonhommeau, S., Kell, L. and Restrepo, V. 2010. Estimating the productivity of Atlantic bluefin tuna from validated scientific data. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 65(3): 1052-1057
- Galuardi B., Cadrin S.X., Kerr L., Miller J.T and Lutcavage M. 2015. Using electronic tag data to provide transition matrices for movement inclusive population models. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 71(4): 1746-1756
- Gordoa A., Sanz N., Viñas J. 2015. Individual spawning duration of captive Atlantic bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) revealed by mitochondrial DNA analysis of eggs. PloS one, 10(8), e0136733.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J.M., Gordin, H. & Lutcavage, M.E. 2014. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. Sci. Rep. 4, 7205; DOI:10.1038/srep07205
- Jennings, S., Reynolds, J.D., Mills, S.C. 1998, Life history correlates of responses to fisheries exploitation. Proceedings of the Royal Society London, Serie B 265, 333-339.
- Kerr, L.A., Cadrin, S.X., Secor, D.H., Taylor, N. 2014. Evaluating the effect of Atlantic bluefin tuna movement on the perception of stock units ICCAT SCRS/2014/170, Madrid.
- Knapp JM, Aranda G, Medina A, Lutcavage M. 2014. Comparative Assessment of the Reproductive Status of Female Atlantic Bluefin Tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. PLoS ONE 9(6): e98233.

- Lauretta M. 2015. Revision to the catch-at-size and catch-at-age estimates of western Atlantic bluefin tuna used in the 2014 update assessment. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 71(4): 1690-1709
- Lauretta M., Hanke A. and Andrushchenko I. 2016a. An index of abundance of bluefin tuna in the northwest Atlantic Ocean from combined Canada-U.S. pelagic longline data. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 72(7): 1729-1747
- Lauretta M., Hanke A. Di Natale A. and Quilez Badia G. 2016b. Atlantic bluefin tuna electronic tagging data summary. ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap. 72(7) 1715-1728
- NRC (National Research Council). 1994. An Assessment of Atlantic Bluefin Tuna. National Academy Press: Washington, D.C. 148 pp.
- Porch, C., Turner, S.C., Powers J.E. 2001. Virtual population analyses of Atlantic bluefin tuna with alternative models of transatlantic migration: 1970-1997. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 52(3): 1022-1045.
- Richardson, D.E., K.e. Marancik, J.R. Guyon, M.E. Lutcavage, B. Galuardi, C.H. Lam, H.J. Walsh, S. Wildes, D.A. Yates, and J.A. Hare. 2016. Discovery of a spawning ground reveals diverse migration strategies in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113:3299-3304.
- Rodriguez-Roda, J., 1964, *Biología del Atún, Thunnus thynnus (L.), de la costa sudatlántica de España*, Inv. Pesq 25: 33-146.
- Rodriguez-Roda, J., 1967, *Fecundidad del atún, Thunnus thynnus (L.), de la costa sudatlántica de España*, Inv. Pesq 31(1): 33-52
- Rooker, J.R., H. Arrizabalaga, I. Fraile, D.H. Secor, D.L. Dettman, N. Abid, P. Addis, S. Deguara, F. Saadet Karakulak, A. Kimoto, O. Sakai, D. Macías, and Santos M.N. 2014. Crossing the line: migratory and homing behaviors of Atlantic bluefin tuna. *Marine Ecology Progress Series* 504:265-276.
- Santiago J., Arrizabalaga H., Ortiz M. and Goñi N. 2016. Updated standardised bluefin tuna CPUE index of the Bay of Biscay baitboat fishery (1952-2014). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 72(7): 1694-1714
- Schnute, J., 1981. A versatile growth-model with statistically stable parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38, 1128-1140.
- Secor, D.H., Gahagan, B.I., Siskey, M., Wingate R.A., and J.R. Rooker. 2015. Depressed resilience of bluefin tuna in the Western Atlantic and age truncation. *Conservation Biology* 29:400-408.
- Siskey, M.R., M.J. Wilberg, R.J. Allman, B.K. Barnett, and D.H. Secor. 2016. Forty years of fishing: changes in age structure and stock mixing in northwestern Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) associated with size-selective and long-term exploitation. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fsw115
- Taylor, N., McAllister, M.K., Lawson, G.L., T. Carruthers, and B.A. Block. 2011. Atlantic bluefin tuna: A novel multistock spatial model for assessing population biomass. *PLOS One* <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0027693>.
- Then, A.Y., J.M. Hoenig, N.G. Hall and D.A. Hewitt. 2014. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fsu
- Walter J.F and Cass-Calay S.L. *Retiré*. SCRS/2012/039. Identifying biologically implausible interannual variability in CPUE indices; with application to Atlantic yellowfin tuna:16 p.

## TABLEAUX

**Tableau 1.** Collaborateurs qui ont soumis des données de suivi électronique des trajectoires de thons rouges de l'Atlantique.

**Tableau 2.** Quantité de marques apposées par zone de stock.

**Tableau 3.** Quantité de spécimens marqués dans une zone de frai du stock, ou qui s'y sont rendus.

**Tableau 4.** Prises actuelles estimées de thon rouge de l'Est de la tâche I (t) par zone, engin et pavillon, entre 1970 et 2015.

**Tableau 5.** Prises actuelles estimées de thon rouge de l'Ouest de la tâche I (t) par zone, engin et pavillon, entre 1970 et 2015.

**Tableau 6.** Inventaire des BCD (en date du 19 juillet 2016) par année (de capture) et stock (nombre de BCD, poids total, nombre total). Les BCD concernant 2016 sont incomplets (préliminaires, ombrés en jaune). Le stock non connu (UNK) figurant en rouge indique une zone de pêche pouvant être incorrecte.

**Tableau 7.** Prises totales (en nombre et en poids, (t)) obtenues grâce au système BCD (en date du 19 juillet 2016) tenu à jour par l'ICCAT. Les montants en rouge pourraient indiquer une erreur ou un élément principal manquant (zone, dates, engins, etc.).

**Tableau 8.** Comparaison des prises (t) entre la tâche I et les BCD par pavillon et année (2008 à 2015) du stock de BFT-E. Seules les prises des BCD dépourvus d'une erreur identifiée ont été prises en considération.

**Tableau 9.** Catalogue ICCAT des statistiques (tâche I et tâche II) de **BFT-E (ATE)** par principale pêcherie (combinaisons pavillon/engin classées par ordre d'importance) et année (1990 à 2015). Seules les pêcheries les plus importantes (représentant environ +90% de la prise de Tâche I) sont présentées. Dans chaque série de données de la tâche I (DSet= « t1 », en tonnes), le schéma de disponibilité équivalent de la tâche II (DSet= « t2 ») est indiqué. Le schéma de couleurs de tâche II présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe ; « b »= T2SZ existe ; « c »= CAS existe) qui représente la disponibilité des données de tâche II dans la base de données de l'ICCAT. Veuillez-vous reporter aux légendes pour les définitions du schéma de couleurs.

**Tableau 10.** Catalogue ICCAT des statistiques (tâche I et tâche II) de **BFT-E (MED)** par principale pêcherie (combinaisons pavillon/engin classées par ordre d'importance) et année (1990 à 2015). Seules les pêcheries les plus importantes (représentant environ +90% de la prise de Tâche I) sont présentées. Dans chaque série de données de la tâche I (DSet= « t1 », en tonnes), le schéma de disponibilité équivalent de la tâche II (DSet= « t2 ») est indiqué. Le schéma de couleurs de tâche II présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe ; « b »= T2SZ existe ; « c »= CAS existe) qui représente la disponibilité des données de tâche II dans la base de données de l'ICCAT. Veuillez-vous reporter aux légendes pour les définitions du schéma de couleurs.

**Tableau 11.** Catalogue ICCAT des statistiques (tâche I et tâche II) de **BFT-W** par principale pêcherie (combinaisons pavillon/engin classées par ordre d'importance) et année (1990 à 2015). Seules les pêcheries les plus importantes (représentant environ +90% de la prise de Tâche I) sont présentées. Dans chaque série de données de la tâche I (DSet= « t1 », en tonnes), le schéma de disponibilité équivalent de la tâche II (DSet= « t2 ») est indiqué. Le schéma de couleurs de tâche II présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe ; « b »= T2SZ existe ; « c »= CAS existe) qui représente la disponibilité des données de tâche II dans la base de données de l'ICCAT. Veuillez-vous reporter aux légendes pour les définitions du schéma de couleurs.

**Tableau 12.** Quantité de poissons mesurés (1950-2015) dans l'ensemble de la T2SZ de l'ICCAT par stock, type de fréquence et strates spatio-temporelles (les échantillons de jeux de données associés à réviser pour la nouvelle CAS/CAA figurent en rouge/jaune).

**Tableau 13.** Quantité de poissons dans la prise par taille « déclarée » par les CPC (1950-2015) dans l'ensemble de la T2CS de l'ICCAT par stock, type de fréquence et strates spatio-temporelles (les jeux de données associés à réviser pour la nouvelle CAS/CAA figurent en rouge/jaune).

**Tableau 14.** Plan de travail visant à réaliser une révision complète de la prise par taille du thon rouge de la période 1950-2016.

**Tableau 15.** Séries de CPUE disponibles pour le thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée en 2016.

**Tableau 16.** Séries de CPUE disponibles pour le thon rouge de l'Atlantique Ouest en 2016.

### FIGURES

**Figure 1.** Prises accumulées de thon rouge de l'Atlantique Est (t) par zone principale (ATE-Atlantique Est et MED-mer Méditerranée) et année.

**Figure 2.** Prises de thon rouge de l'Atlantique Ouest (t) par année.

**Figure 3.** Quantité de BCD saisis dans la base de données de l'ICCAT (regroupés par stock) et informations. (UNK – non connu; BFT-W – Atlantique Ouest ; BFT-E – Atlantique Est et mer Méditerranée).

**Figure 4.** Proportions (%) d'engins non classifiés par stock (dans le cas du thon rouge de l'Est, séparation entre les régions Méditerranée et Atlantique Est) et année dans les prises de thon rouge (débarquements et rejets morts) déclarées dans la tâche I. BFT-E (AE) – Atlantique Est; BFT-E (MD) – mer Méditerranée; BFT-W – Atlantique Ouest.

**Figure 5.** Analyse de la variabilité interannuelle de l'indice du thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée.

**Figure 6.** Analyse de la variabilité interannuelle de l'indice du thon rouge de l'Atlantique Ouest.

### APPENDICES

**Appendice 1.** Ordre du jour.

**Appendice 2.** Liste des participants.

**Appendice 3.** Listes des documents et des présentations.

**Appendice 4.** Données d'entrée sur le cycle vital examinées aux fins de la MSE.

**Appendice 5.** Rapport du groupe de travail réduit sur la clé âge-taille et la clé relative au stock.

## AGENDA

1. Opening, adoption of the Agenda and meeting arrangements
2. Review progress made by the ICCAT GBYP and Phase 6 programme
3. Review of historical and new information on biology and stock structure
  - 3.1. Review life history assumptions such as fecundity, maturity, mortality schedules
  - 3.2. Review stock structure and mixing rate information
    - 3.2.1. Review status of ICCAT electronic tagging data base and the response to the letter from the SCRS Chair
    - 3.2.2. Review/compile inventory of composition data (genetics, microconstituent) by fleet and area and year
    - 3.2.3. Determine preliminary stock definitions
  - 3.3. Review/develop movement matrices (probability of occurrence in a region, amongst 8 box model regions, by stock, month of the year, and size class)
  - 3.4. Review progress on age-length keys
    - 3.4.1. Evaluate performance of various ALK approaches and cohort slicing
    - 3.4.2. Develop preliminary age-length keys for each stock
    - 3.4.3. Review potential for developing age-stock-length keys
4. Review of Task I and Task II statistics
  - 4.1. Review Task I statistics to be used for the 2016 update projections
  - 4.2. Review CPC submissions of metadata describing the quality of the submitted statistics
  - 4.3. Review progress by CPCs on their submissions of Task II size data to include the actual size samples used to estimate the catch at size and using the new weight/length conversions
  - 4.4. Review and make final revisions to Task II by validating and integrating the catch at size statistics with new information from farms, harvesting and stereoscopic cameras, and other sources of information.
5. Evaluate indices available for use in next assessment (including the index criteria table)
  - 5.1. Review currently used indices and updates for 2016 species group meeting
  - 5.2. Review of new indices of potential use in 2017 assessment
  - 5.3. Review of progress towards combined CPUE indices
6. Review of assessment methods
  - 6.1. Review current models and proposed enhancements
  - 6.2. Review new models under consideration for 2017 assessment
  - 6.3. Review status of the ICCAT Software Catalogue
7. GPYP Core Modelling and MSE Group
  - 7.1. Review of activities relative to MSE/MP development
  - 7.2. Review, discuss and complete the technical specifications for the MSE/MP
  - 7.3. Recommend Task I and Task II statistics, abundance indices and other information to be used for the MSE/MP
8. Other matters
  - 8.1. Biometrics for farmed fish
  - 8.2. Observer coverage
9. Recommendations
10. Adoption of the report and closure

## LIST OF PARTICIPANTS

**CONTRACTING PARTIES****ALGERIA****Ferhani, Khadra**

Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA), 11 Boulevard Colonel Amirouche, BP 67 Tipaza Bou Ismail

Tel: +213 24 32 64 10, Fax: +213 24 32 64 10, E-Mail: ferhani\_khadra@yahoo.fr; dpmo@mpeche.gov.dz

**CANADA****Carruthers, Thomas**

335 Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver Columbia V2P T29

Tel: +1 604 805 6627, E-Mail: t.carruthers@oceans.ubc.ca

**Hanke, Alexander**

Scientific, St. Andrews Biological Station/ Biological Station, Fisheries and Oceans Canada, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews New Brunswick E5B 2L9

Tel: +1 506 529 4665, Fax: +1 506 529 5862, E-Mail: alex.hanke@dfo-mpo.gc.ca

**Maguire, Jean-Jacques**

1450 Godefroy, Quebec G1T 2E4

Tel: +1 418 688 3027, Fax: E-Mail: jeanjacquesmaguire@gmail.com

**Melvin, Gary**

Biological Station - Fisheries and Oceans Canada, Department of Fisheries and Oceans, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews, New Brunswick E5B 2L9

Tel: +1 506 529 5874, Fax: +1 506 529 5862, E-Mail: gary.melvin@dfo-mpo.gc.ca

**EUROPEAN UNION****Álvarez-Berastegui, Diego**

SOCIB - Sistema de Observación Costera de las Islas Baleares, Parc Bit, Naorte, Bloc A 2ºp. pta. 3, 07121 Palma de Mallorca, Spain

Tel: +34 971 43 99 98, Fax: +34 971 43 99 79, E-Mail: dalvarez@socib.es

**Arrizabalaga, Haritz**

AZTI - Tecnalia /Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualdea z/g, 20110 Pasaia Gipuzkoa, Spain

Tel: +34 94 657 40 00, Fax: +34 94 300 48 01, E-Mail: harri@azti.es

**Bonhommeau, Sylvain**

IFREMER - DOI, B.P. 60 - Rue Jean Bertho, 97822 Le Port, Reunion, France

Tel: +262 554 723; +262 693 801 100, Fax: +262 420 340, E-Mail: sylvain.bonhommeau@ifremer.fr

**Cort, José Luis**

Ministerio de Economía y Competitividad, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Santander, Apartado 240; Promontorio de San Martín S/N, 39080;39004 Santander Cantabria, Spain

Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 5072, E-Mail: jose.cort@st.ieo.es

**Goñi, Nicolas**

AZTI-TECNALIA, Herrera Kaia Portualdea z/g, 20110 Pasaia, Spain

Tel: +34 946 574000, E-Mail: ngoni@azti.es

**Gordoa, Ana**

CEAB - CSIC, Acc. Cala St. Francesc, 14, 17300 Blanes Girona, Spain

Tel: +34 972 336101, E-Mail: gordoa@ceab.csic.es

**Lino, Pedro Gil**

Instituto Português do Mar e da Atmosfera - I.P./IPMA, Avenida 5 Outubro s/n, 8700-305 Olhão, Portugal

Tel: +351 289 700520, Fax: +351 289 700535, E-Mail: plino@ipma.pt

**Navarro Cid, Juan José**

Grupo Balfegó, Polígono Industrial - Edificio Balfegó, 43860 L'Ametlla de Mar Tarragona, Spain

Tel: +34 977 047700, Fax: +34 977 457 812, E-Mail: jnavarro@grupbalfego.com

**Reglero, Patricia**

Centro Oceanográfico de las Islas Baleares, Instituto Español de Oceanografía, Muelle de Poniente s/n, 07015 Palma de Mallorca Islas Baleares, Spain  
Tel: +34 971 13 37 20, E-Mail: patricia.reglero@ba.ieo.es

**Rodríguez-Marín, Enrique**

Ministerio de Economía y Competitividad, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Santander, Promontorio de San Martín s/n, 39004 Santander Cantabria, Spain  
Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: rodriguez.marin@st.ieo.es

**Rouyer, Tristan**

Ifremer - Dept Recherche Halieutique, B.P. 171 - Bd. Jean Monnet, 34203 Sète, France  
Tel: +33 (0)4 42 57 32 37; +33 (0)7 82 99 52 37, Fax: E-Mail: tristan.rouyer@ifremer.fr

**JAPAN****Butterworth, Douglas S.**

Emeritus Professor, Department of Mathematics and Applied Mathematics, University of Cape Town Rondebosch, 7701 Cape Town, South Africa  
Tel: +27 21 650 2343, Fax: +27 21 650 2334, E-Mail: doug.butterworth@uct.ac.za

**Itoh, Tomoyuki**

Chief of Temperate Tuna Group, Bluefin Tuna Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633  
Tel: +81 54 336 6000, E-Mail: itou@fra.affrc.go.jp

**Kimoto, Ai**

Bluefin Tuna Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633  
Tel: +81 54 336 6000, E-Mail: aikimoto@affrc.go.jp

**Kitakado, Toshihide**

Associate Professor, Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology, Department of Marine Biosciences, 5-7, Konan 4, Minato-ku, Tokyo, Japan 108-8477  
Tel: +81 3 5463 0568, Fax: +81 3 5463 0568, E-Mail: kitakado@kaiyodai.ac.jp

**Rademeyer, Rebecca**

Marine Resource Assessment and Management Group, Department of Mathematics and Applied Mathematic - University of Cape Town 7701 Rondebosch, South Africa  
E-Mail: rebecca.rademeyer@gmail.com

**Uozumi, Yuji**

Visiting Scientist, Bluefin Tuna Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633  
Tel: +81 54 336 6000, E-Mail: uozumi@japantuna.or.jp; uozumi@affrc.go.jp

**MAURITANIA****Habibe, Beyahe Meissa**

Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches - IMROP, B.P. 22, Cite IMROP Villa N° 8, Nouadhibou  
Tel: +222 2242 1047, Fax: +222 574 5081, E-Mail: beyahem@yahoo.fr; bmouldhabib@gmail.com

**MEXICO****Ramírez López, Karina**

Jefe de Departamento de Modelación y Pronósticos Pesqueros - DGAIPA-INAPESCA, Instituto Nacional de Pesca - SAGARPA, Av. Ejército Mexicano No.106 - Colonia Exhacienda, Ylang Ylang, C.P. 94298 Boca de Río Veracruz  
Tel: +52 22 9130 4520, Fax: +52 22 9130 4518, E-Mail: kramirez\_inp@yahoo.com; kramirez\_lopez@yahoo.com.mx

**MOROCCO****Abid, Noureddine**

Responsable du programme de suivi et d'étude des ressources des grands pélagiques, Center Régional de L'INRH à Tanger/M'dig, B.P. 5268, 90000 Drabed Tanger  
Tel: +212 53932 5134, Fax: +212 53932 5139, E-Mail: abid.n@menara.ma; noureddine.abid65@gmail.com

**Ben Mhamed, Abdelouahed**

Ingénieur en Modélisation statistique à l'INRH, Laboratoire Approches et Méthodologies, INRH, Institut National de Recherche Halieutique, Boulevard Sidi Abderrahman Ain Diab, 20000 Casablanca  
Tel: +212 614 592 144; +212 613 384 845, Fax: E-Mail: a.benmhamed@mail.com;a.benmhamed@gmail.com; ben.mhamed.abdelouahed@gmail.com

**TUNISIA****Zarrad, Rafik**

Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, BP 138 Mahdia 5199  
Tel: +216 972 92 111, Fax: +216 73688602, E-Mail: rafik.zarrad@instm.nrmt.tn

**UNITED STATES****Ailloud, Lisa**

Virginia Institute of Marine Science, College of William & Mary, PO Box 1346 Gloucester Point, VA 23062  
Tel: +1 240 253 3958, E-Mail: lailloud@vims.edu

**Bravington, Mark**

CSIRO MARINE LAB, Castray Esplanade, Tas 7000 Hobart, Australia  
Tel: +61 438 315 623, E-Mail: Mark.bravington@csiro.au;Mark.Bravington@data61.csiro.au

**Díaz, Guillermo**

NOAA-Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149  
Tel: +1 305 898 4035, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

**Hoenig, John**

Professor of Marine Science, Department of Fisheries Science, Virginia Institute of Marine Science, PO Box 1346  
(1375 Greate Rd), Gloucester Pt. VA 23185  
Tel: +1 804 815 2912, E-Mail: hoenig@vims.edu

**Kerr, Lisa**

Gulf of Maine Research Institute, 350 Commercial Street, Portland ME 04101  
Tel: +1 207 228 1639, E-Mail: lkerr@gmri.org

**Lam, Chi Hin (Tim)**

Large Pelagics Research, University of Massachusetts, P O Box 3188, Gloucester, Massachusetts MA01931  
Tel: +1 978 238 8208, Fax: +1 978 283 0297, E-Mail: tim.lam@umb.edu; tagtuna@gmail.com

**Lauretta, Matthew**

NOAA Fisheries Southeast Fisheries Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149  
Tel: +1 305 361 4481, E-Mail: matthew.lauretta@noaa.gov

**Lutcavage, Molly**

Director, Large Pelagics Research Center, University of Massachusetts, Boston, PO Box 3188, Gloucester MA 01931  
Tel: +1 603 767 2126, E-Mail: molly.lutcavage@umb.edu

**Porch, Clarence E.**

Chief, Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, 75 Virginia  
Beach Drive, Miami Florida 33149  
Tel: +1 305 361 4232, Fax: +1 305 361 4219, E-Mail: clay.porch@noaa.gov

**Richardson, David**

US Dept of Commerce/NOAA Fisheries, 28 Tarzwell Drive, Narragansett RI 02882  
Tel: +1 401 782 3222, Fax: +1 401 782 3201, E-Mail: david.richardson@noaa.gov

**Secor, David**

University of Maryland Center for Environmental Science, P.O. Box 38, MD Solomons 20688  
Tel: +1410 326 7229, Fax: +1 410 326 7210, E-Mail: secor@cbl.umces.edu

**Thomson, Robin Barbara**

Stock Assessment Modeller, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Marine and Atmospheric  
Research(CSIRO), CSIRO MARINE LAB Castray Esplanade, Tas 7000 Hobart, Australia  
Tel: +61 3 6232 5133, Fax: +61 3 6232 5000, E-Mail: robin.thomson@csiro.au

***OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS*****FEDERATION OF MALTESE AQUACULTURE PRODUCERS – FMAP****Deguara, Simeon**

Research and Development Coordinator, Federation of Maltese Aquaculture Producers - FMAP, 61, St. Paul Street, VLT 1212  
Valletta, Malta  
Tel: +356 21223515 /21226268, Fax: +356 21241170, E-Mail: simeon.deguara@um.edu.mt

**THE OCEAN FOUNDATION**

**Boustany, Andre M.**

Duke University, Nicholas School of the Environment Box 90328, Durham NC 27708, United States  
Tel: +1 831 402 1364, E-Mail: andre.boustany@duke.edu

**Miller, Shana**

The Ocean Foundation, 1320 19th St., NW, 5th Floor, Washington, DC 20036, United States  
Tel: +1 631 671 1530, E-Mail: smiller@oceanfdn.org

**UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA**

**Braun, Amy**

University of North Carolina at Chapel Hill, Department of Geography, CB 3220 Chapel Hill, NC, 27599, United States  
Tel: +1 919 923 1068, Fax: +1 919 962 1537, E-Mail: ambraun@live.unc.edu

**Havice, Elizabeth**

University of North Carolina Chapel Hill, Department of Geography Carolina Hall CB 3220, Chapel Hill, NC-27599-3220, United States  
Tel: +1 919 962 3414, E-Mail: havice@email.unc.edu

**SCRS CHAIRMAN**

**Die, David**

SCRS Chairman, Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies, University of Miami, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami Florida 33149, United States  
Tel: +1 305 421 4607, Fax: +1 305 421 4221, E-Mail: ddie@rsmas.miami.edu

\*\*\*\*\*

**ICCAT Secretariat**

C/ Corazón de María 8 – 6th floor, 28002 Madrid – Spain  
Tel: +34 91 416 56 00; Fax: +34 91 415 26 12; E-mail: info@iccat.int

**Neves dos Santos, Miguel**

**De Bruyn, Paul**

**Kell, Laurence**

**Palma, Carlos**

**Ortiz, Mauricio**

**GBYP PROGRAM**

**Di Natale, Antonio**

**Pagá, Alfonso**

**Tensek, Stasa**

## LIST OF DOCUMENTS AND PRESENTATIONS

Reference	Title	Authors
SCRS/2016/115	A summary of bluefin tuna electronic and conventional tagging data	Guénette S., Hanke A., and Lauretta M.
SCRS/2016/118	Update on the bluefin tuna catches from the tuna trap fishery off southern Portugal (NE Atlantic) between 1998 and 2015	Lino P.G., Rosa D., and Coelho R.
SCRS/2016/122	Simple update of the standardized bluefin CPUE of Japanese longline fishery in the Atlantic up to 2016 fishing year	Kimoto A., and Itoh T.
SCRS/2016/123	Revision of Task II size data of bluefin tuna catch by Japanese longline from the 1970s to present	Itoh T.
SCRS/2016/124	Report of Japan's scientific observer program for tuna longline fishery in the Atlantic Ocean since 2013 fishing year	
SCRS/2016/128	Comparative analysis of origin assignments for bluefin tuna sampled within ICCAT GBYP	Brophy D., Arrizabalaga H., Fraile I., Haynes P., Kitakado T., and Hanke A.
SCRS/2016/129	Structures de taille de <i>Thunnus thynnus</i> capturé par les thoniers algériens	Ferhani K, and Bensmail S.
SCRS/2016/130	Contribution of the Gulf of Mexico population to US Atlantic bluefin tuna fisheries in 2015	Barnett B.K., Secor D.H., and Allman R.
SCRS/2016/131	Possible consequences of the use of Atlantic Bluefin tuna population biometrics in the algorithm of stereo cameras	Gordoa A.
SCRS/2016/132	Updated Bluefin CPUE and catch structure from the Balfegó Purse Seine Fleet in Balearic Waters from 2000 to 2016	Gordoa A.
SCRS/2016/133	Age-length keys availability for Atlantic bluefin tuna captured in the eastern management area	Quelle P., Rodriguez-Marin E., Ruiz M., and Gatt M.
SCRS/2016/134	Expanded comparison of age estimates from paired calcified structures from Atlantic bluefin tuna	Rodriguez-Marin E., Quelle P., Ruiz M., Busawon D., Golet W., Dalton A., and Hanke A.
SCRS/2016/135	A summary of bluefin tuna electronic and conventional tagging data	Hanke A., Guénette S., and Lauretta M.
SCRS/2016/136	Standardized CPUE of bluefin tuna ( <i>Thunnus thynnus</i> ) caught by Moroccan traps for the period 1986- 2015	Abid N., and Ben Mhamed A.
SCRS/2016/137	Acoustic-based fishery-independent abundance index of juvenile bluefin tunas in the Bay of Biscay: 2015 and 2016 surveys	Goñi N., Onandia I., Lopez J., Arregui I., Uranga J., Melvin G.D., Boyra G., Arrizabalaga H., and Santiago J.
SCRS/2016/138	ICCAT GBYP P-Sat tagging: the first five years	Tensek S., Di Natale A., and Pagá García A
SCRS/2016/139	Report on revised trap data recovered by ICCAT GBYP between Phase 1 and Phase 6	Pagá García A., Palma C., Di Natale A., Tensek S., Parrilla A., and de Bruyn P.
SCRS/2016/140	A peculiar situation for YOY of bluefin tuna ( <i>Thunnus thynnus</i> ) in the Mediterranean Sea in 2015	Di Natale A., Tensek S., Celona A., Garibaldi F., Oray I., Pagá García A., Quilez Badía G., and Valastro M.

SCRS/2016/141	Studies on eastern bluefin tuna ( <i>Thunnus thynnus</i> ) maturity – Review of old literature	Di Natale A., Tensek S., Pagá García A.
SCRS/2016/142	Bluefin tuna weight frequencies from selected market and auction data recovered by GBYP	Di Natale A., Tensek S., Die D., Porch C., Bonhommeau S., Takeuchi Y., Melvin G., Mielgo Bregazzi R., de Bruyn P., and Palma C.
SCRS/2016/143	Bluefin tuna ( <i>Thunnus thynnus</i> ) growth derived from conventional tag data	Pagá Garcia A., Tensek S., and Di Natale A.
SCRS/2016/144	Simulation testing a multi-stock model with age-based movement	Carruthers T., and Kell L.
SCRS/2016/145	Issues arising from the preliminary conditioning of operating models for Atlantic bluefin tuna	Carruthers T., and Kell L.
SCRS/2016/146	Resolution of age at maturity and reproduction in Atlantic bluefin tuna: historical evidence and new insights from endocrine-based biomolecular approaches	Heinisch G., Correiro A., and Lutcavage M.E.
SCRS/2016/147	Improving growth estimates for western Atlantic bluefin tuna using the AMSFc approach	Ailloud L.E., Lauretta M.V., Hoenig J.M., Hanke A.R., Golet W.J., Allman R., and Siskey M.R.
SCRS/2016/148	Update of CPUE bluefin tuna <i>Thunnus thynnus</i> (l. 1758) caught by Tunisian purse seines in the Central Mediterranean	Rafik Z., and Missaoui H.
SCRS/2016/149	Morphometric relationships of fattening bluefin tuna ( <i>Thunnus thynnus</i> ) caught in the Central Mediterranean in 2013 and 2014	Rafik Z., and Missaoui H.
SCRS/2016/150	Overview of the bluefin tuna data recovery in GBYP Phase 6	Di Natale A., Pagá Garcia A., and Tensek S.
SCRS/2016/151	The impact of massive fishing of juvenile Atlantic bluefin tunas on the spawning population (1949-2010)	Cort J.L., and Abaunza P.
SCRS/2016/152	Statistical catch at length assessment methodology for Atlantic bluefin tuna	Butterworth D.S., and Rademeyer R.A
SCRS/2016/153	Aerial surveys of bluefin tuna in the western Mediterranean Sea: an operational fishery-independent abundance index for juvenile fish?	Rouyer T., Bonhommeau S., Fromentin J.-M., and Brisset B.
SCRS/2016/154	Analysis of the length–weight relationships for the Atlantic bluefin tuna, <i>Thunnus thynnus</i> (L.)	Cort J.L., and Estruch V.D.
SCRS/P/2016/032	A genetic traceability tool for differentiation of Atlantic bluefin tuna ( <i>Thunnus thynnus</i> ) spawning grounds	Rodríguez-Ezpeleta N., Díaz-Arce N., Alemany F., Deguara S., Franks J., Rooker J.R., Lutcavage M., Quattro J., Oray I., Macías D., Valastro M., Irigoien X., and Arrizabalaga H. Galuardi B, Cadrin S.X.,
SCRS/P/2016/033	Using SatTagSim to provide transition matrices for Movement Inclusive Models	Arregui I., Arrizabalaga H., Di Natale A., Brown C., Lam C.H., and Lutcavage M.E.
SCRS/P/2016/034	Herring Acoustic Surveys: A new fishery independent abundance index (1994 - 2014) for Atlantic bluefin tuna in the Gulf of St Lawrence	Melvin G., Munden J., and Finley M.
SCRS/P/2016/035	Review of BCD information (2008 to 2016) as a complement to improve Task I	Palma C.

SCRS/P/2016/036	Guidelines towards a “fully revised” catch-at-size/age estimation	Palma C.
SCRS/P/2016/037	Bluefin tuna larvae in the Gulf of Mexico: an overview of available oceanographic conditions during the past 20 years	Domingues R., Goni G., Bringas F., Walter J., Muhling B., and Lindo D.
SCRS/P/2016/038	Incorporating stock mixing into the assessment and long-term expectations of Atlantic bluefin tuna	Kerr L.A., Cadrin S.X., Secor D.H., and Siskey M.
SCRS/P/2016/039	Review progress made by the ICCAT GBYP and Phase 6 programme	Di Natale A., Tensek S., and Pagá García A.
SCRS/P/2016/040	Close-Kin Mark-Recapture for Eastern ABFT: Summary of scoping study for ICCAT	Davies C., Bravington M., and Thomson R.
SCRS/P/2016/041	Indices of larval bluefin tuna ( <i>Thunnus thynnus</i> ) in the western Mediterranean Sea (2001-2014)	Ingram Jr. G.W., Álvarez-Berastegui D., Reglero P., Balbín R., García A., and Alemany F.
SCRS/P/2016/042	Genetic close kin pilot project for West Atlantic bluefin tuna	Walter J., Lauretta M., Porch C., Grewe P., Bravington M., Davies C., McDowell J., Graves J., and Kaplan D.
SCRS/P/2016/043	A recruitment index for Atlantic bluefin tuna independent from the fishery	Reglero P., Balbin R., Ortega A., Mourre B., Alvarez-Berastegui D., Abascal F., Blanco E., Medina A., de la Gándara F., Juzá M., Kernec M., Tintoré J., and Alemany F.
SCRS/P/2016/049	Improving age composition estimates using hybrid Age Length Keys	Ailloud L.E., Hoenig J.M., Lauretta M.V.

### LIFE-HISTORY INPUTS DISCUSSED FOR MSE

The material presented in this Appendix was developed by a few members of the life-history subgroup and presented during the plenary session, however there was insufficient time to fully review the material in plenary and it was not formally adopted.

- Table 8.2 in DRAFT ANNEX FOR ATLANTIC BLUEFIN MSE SPECIFICATIONS\_JULY 2016.pdf
- Natural mortality rate at age
- Maturity at age

#### A. Areas with potential spawning for MSE

The quarters and areas with probability of spawning activity were classified in two categories (yes and no) using the criteria of average value quarter SST >20°C assuming 20°C is the minimum temperature for the larvae to survive (SCRS/P/2016/043). Average temperatures per quarter were estimated from monthly SST NOAA NASA AVHRR Oceans Path-finder on a grid of 5x5° cells. Areas and quarters with positive probability of spawning activity might be overestimated due to the size of the geographical areas considered.

Area	Q1	Q2	Q3	Q4
GOM	yes	yes	yes	yes
W. Atl	yes	yes	yes	yes
GSL	no	no	no	no
C. Atl	yes	yes	yes	yes
E. Atl	yes	yes	yes	yes
NE. Atl	no	no	no	no
W. Med	no	no	yes	no
E. Med	no	no	yes	yes

#### B. Stock-Recruitment

Recent modeling exercises have attempted to incorporate mixing rates into the assessments for eastern and western stocks of bluefin tuna (SCRS\_P\_2016\_038\_Kerr\_et\_al.pdf). It was noted that when the estimates of spawning stock biomass and recruitment for the western stock were separated from eastern fish, the former seemed to show increasing recruitment with increasing SSB in recent years. The Group agreed that while there is high uncertainty in the estimates for the most recent years of both SSB and recruitment, should this trend continue in future assessments it may prove informative in elucidating the spawner recruit relationship for WBFT.

#### Egg production modeling for assessment purposes

In addition, The Group discussed and agreed that the total number of eggs produced by the spawning stock  $S$  is the product of the number of females in each age class during the spawning season  $N_a$  and the average number of eggs produced per female  $E_a$ , summed over all ages:

$$S = \sum E_a N_a$$

Egg production for both stocks was expected to be similar between the East and West, and to vary with age (as agreed in Tenerife). There was considerable discussion regarding the meaning of various terms. For example, when assessment scientists use the term maturity what they often mean is the relative fraction of the population that is spawning, whereas the term maturity used in a physiological sense refers to the stage when viable gametes are produced and the animal has the potential to be reproductively active (regardless of whether they actually do reproduce). In order to avoid further confusion, the Group discussed the quantity that is ultimately needed for the operating model and the assessment: the relative egg production of each age/size class (or equivalent measure of spawning capacity at age).

The number of eggs per female is the product of the number of spawning events  $n$  and the average number of eggs produced per spawning event (batch fecundity)  $f$ :

$$E_a = n_a f_a$$

For stock assessment purposes, it is not generally necessary to know the absolute number of eggs produced, but rather the relative change in egg-production with age. Thus, the values for  $n$  or  $f$  may be expressed relative to their maximum values (for example,  $n$  may be interpreted as the relative fraction of each age class that spawns).

The dependence of batch fecundity on age has not been determined for Atlantic Bluefin Tuna, although there is evidence that batch fecundity per gram of body weight is fairly constant at about 58 eggs  $\text{gr}^{-1}$  regardless of fish size (e.g., Medina *et al.*, 2002, Corriero *et al.*, 2005; Knapp *et al.*, 2015). The relationship between the number of spawning events and age is poorly known for BFT and there was considerable discussion regarding the best proxy for this quantity. One approach is to assume that all mature fish spawn the same number of times per year regardless of their age (i.e., that they spawn with the same frequency and stay on the spawning grounds for the same amount of time). In that case, the maturity vector  $m$  (calculated from histology and endocrinal work could serve as the proxy for number of spawners ( $n$ )). This, together with the previous assertion that batch fecundity is proportional to body weight, implies mature biomass as a proxy for egg production:

$${}^m B = \sum m_a w_a N_a$$

In other words, one is assuming mature fish produce eggs in direct proportion to their body mass. The assessment for the Eastern Atlantic similarly used mature biomass as a proxy for egg production and it was pointed out that this approach can be regarded as a limit in the sense that it attributes the greatest possible impact to younger mature fish.

Another possible alternative is to infer the contribution of each age class from the frequency of occurrence of each age class on the spawning grounds relative to the frequency in the overall population  $p$ :

$${}^p B = \sum p_a w_a N_a$$

Variations of this approach were used for the Western Atlantic population (assuming most spawning occurs in the Gulf of Mexico), in which case the relative contribution of younger fish was much less than expected based on maturity alone. It was pointed out that there is some evidence from PSAT data in the Gulf of Mexico and observations of fish movement patterns in the Mediterranean that younger fish may have shorter resident times in the spawning grounds than older fish. A preliminary review of purse seine catches on the Mediterranean spawning grounds also suggested that the contribution of younger mature fish might be less than expected based on maturity alone. However, further analyses were required to account for possible biases owing to the effects of size selection by the fishery. In any case, proxies obtained from relative age frequencies on the spawning ground could potentially be regarded as another limit in the sense that they attribute the least possible impact to younger mature fish by assuming they do not spawn outside the putative spawning grounds.

Two other alternatives were identified that may be intermediate between the ‘limits’ ( ${}^p B$  and  ${}^m B$ ) discussed above. One of these was based on the observation that the estimates of spawning potential from a close-kin genetic tagging study of Southern Bluefin Tuna showed that younger fish contributed substantially less to the spawning stock than was expected based on the histologically-based maturity vector. It was pointed out that there are important differences between BFT and SBT, as well as the environments they live in. Thus, rather than use the SBT vector directly, it was proposed to use the relative difference between the close-kin and histologically-based SBT vectors as a correction factor for BFT:

$${}^{adj} B = \sum_a m_a w_a N_a \frac{E_a [SBT, genetics]}{E_a [SBT, histology]}$$

This adjustment essentially assumes that the basic physiological processes that might cause younger fish to contribute proportionately less than older fish are similar for BFT and SBT (rather than making the more restrictive assumption that the animals are identical).

### Establishing hypotheses about the contribution of each age to spawning

The latest stock assessments of ABFT made assumptions about the relative contribution of each age group to the spawning output of the population. The assumed vectors are different for the eastern and western stock (Table LH1).

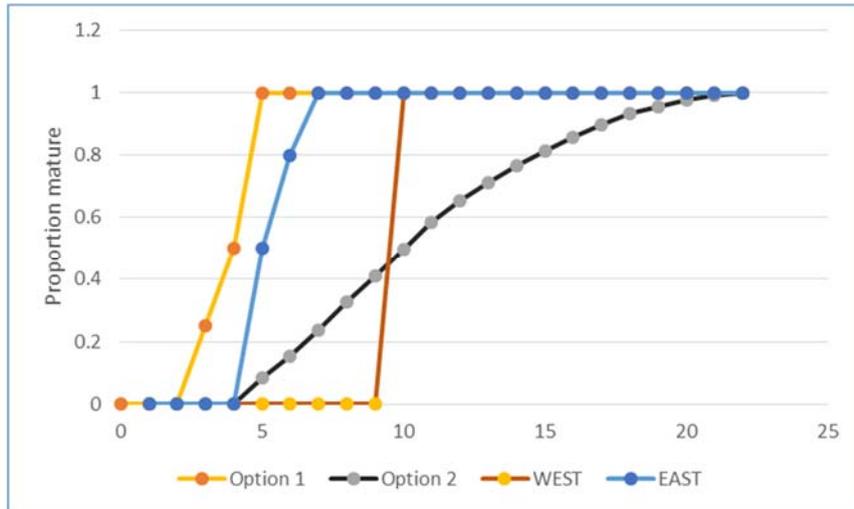
The only tuna where the contribution of different age groups to population spawning output has been directly measured is Southern Bluefin tuna. These estimates were derived from the close kin analysis (Bravington *et al.* 2014). Estimates of this contribution show that it departs significantly from the assumption that spawning output can be approximated by the weight of the spawner (Figure LH1). Estimates differ significantly from the assumption that weight of spawner is a good measure of spawning contribution. Close-kin results strongly suggest that older fish contribute relatively more to the spawning output of the population than what it would otherwise be expected because of their weight.



**Figure LH1.** Relative contribution of southern bluefin tuna to population spawning output as a function of weight. Labels on line correspond to age of each spawner. Blue line corresponds to estimates from close-kin analyses. Orange line corresponds to assumption that relative contribution can be solely calculated from the weight of the spawner (redrawn from Bravington *et al.*, 2014)

After further discussion the Group agreed in plenary to develop two alternative vectors to condition the operating model. One uses the latest results of the endocrine studies (reference needed) which suggest that ABFT start maturing at age 3 and are all mature by age 5. The second vector was developed by using the vector estimated for SBT by Bravington *et al.* (2014) and shifting it so that the youngest ABFT contributing to the spawning output would be assumed to be fish of age 4 rather than fish of age 8 like in SBT.

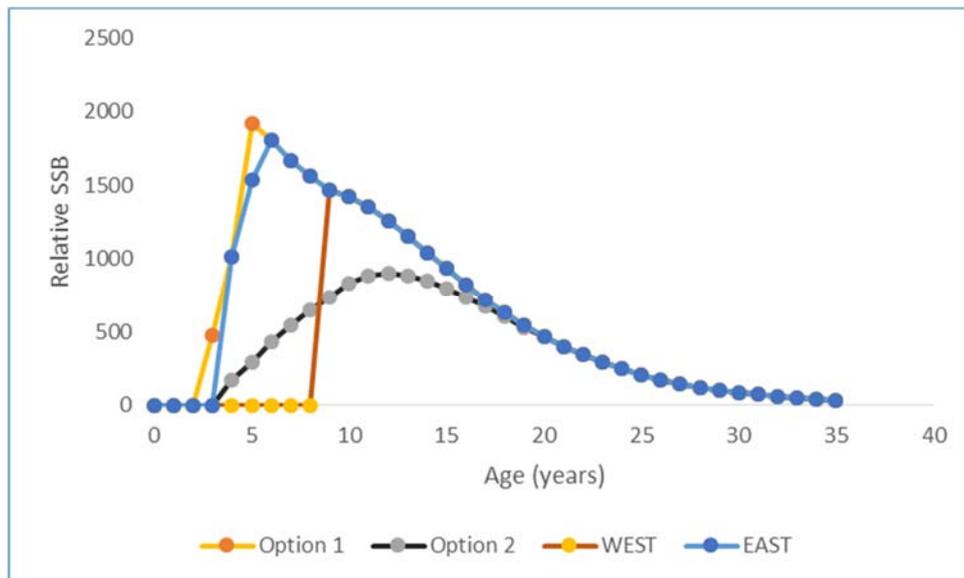
These 2 alternative vectors were compared with the maturity vectors used in the previous stock assessment. The resulting 4 vectors show that option 1 developed herein is relatively close to the vector assumed for eastern stock of ABFT. Option 2 is more aligned than the vector assumed for western stock of ABFT, however, option 2 assumes a gradual change in the contribution rather than a knife-edge shift (**Figure LH2**). Previous studies of size composition of ABFT in the GOM are consistent with the vector in option 2 (Diaz, 2011).



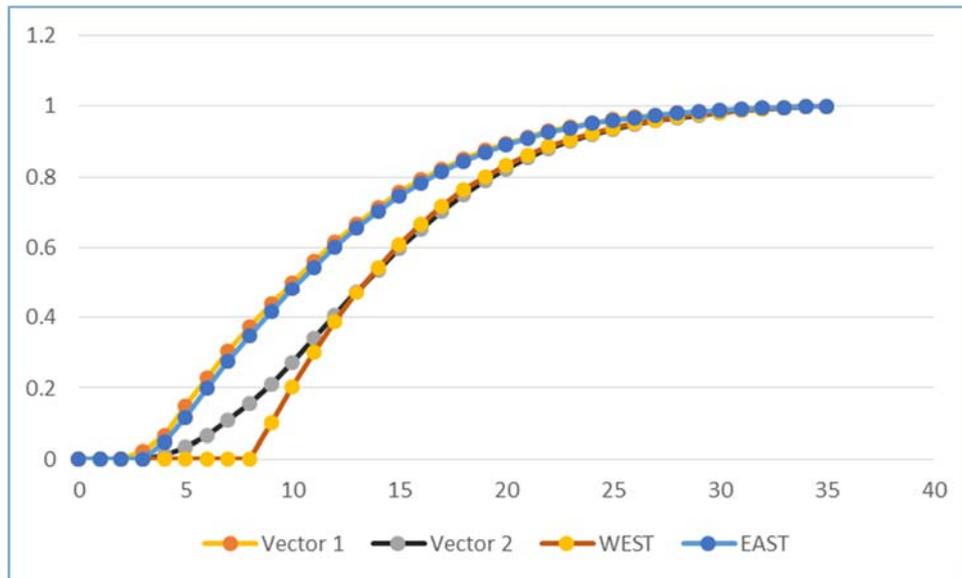
**Figure LH2.** Proportion mature at age as a proxy for the relative contribution of ABFT to the total population spawning output.

To evaluate the consequences of these assumptions on the calculation of spawning biomass it is useful to calculate the SSB on the basis of the simple product of % mature x biomass of mature fish. The biomass of mature fish in equilibrium would be the product of  $\text{Number}_{\text{age}} \times \text{Weight}_{\text{age}}$ . Assuming that  $\text{Number}_{\text{age}}$  of a fully exploited stock can be expressed as  $N_{\text{age}} = N_{\text{age}-1} e^{-2M}$ . This assumes that  $F=M$  on a fully exploited stock. Calculations were made with the  $M_{\text{age}}$  and  $\text{Weight}_{\text{age}}$  values included in MSE model specifications document.

When these calculations are done for the four vectors it is clear that the ages that contribute the most to population spawning output are different (**Figure LH3**). When such contributions are done cumulatively it is more apparent that the current Eastern stock assumption is very similar to option 1 and the western stock assumption to option 2, except that option 2 acknowledges some contribution of fish less than 9 (**Figure LH 4**).



**Figure LH3.** Relative spawning stock biomass as a function of age for a fully exploited stock. Each line represents a different assumption about the relative contribution of each fish as a function of age.



**Figure LH4.** Cumulative relative spawning stock biomass as a function of age for a fully exploited stock. Each line represents a different assumption about the relative contribution of each fish as a function of age.

**Table LH1.** Maturity vectors used to represent the proportion of any age group that will contribute to the spawning biomass. East and West rows correspond to assumptions made in the latest ICCAT stock assessment for each of the two ABFT stocks. Option 1 and Option 2 are the vectors proposed for the conditioning of the MSE GBYP operating model.

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>East</b>	0	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>West</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<b>Option 1</b>	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Option 2</b>	0	0	0	0	0.08	0.15	0.24	0.33	0.41	0.5	0.58	0.65	0.71	0.82	0.86	0.9

## References

- Bravington M.V., P.M. Grewe and C.R. Davies. 2014. Fishery independent estimate of spawning biomass of southern bluefin tuna through identification of close-kin using genetic markers. FRDC report 2007/034 CSIRO, Australia. 150 p.
- Corriero, A., Karakulak, S., Santamaria, N., Deflorio, M., Spedicato, D., Addis, P., Desantis, S., Cirillo, F., Fenech-Farrugia, A., Vassallo-Agius, R., de la Serna, J.M., Oray, Y., Cau, A., Megalofounou, P., De Metrio, G., 2005. Size and age at sexual maturity of female bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) from the Mediterranean Sea. *J Appl Ichthyol* 21, 483–486.
- Cort J.L., Estruch V.D., Santos M.N., Di Natale A., Abid N., de la Serna J.M. 2015. On the Variability of the Length–Weight Relationship for Atlantic Bluefin Tuna, *Thunnus thynnus* (L.), *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23:1, 23-38, DOI: 10.1080/23308249.2015.1008625
- Díaz G. 2011. A revision of western Atlantic bluefin tuna age of maturity derived from size samples collected by the Japanese longline fleet in the Gulf of Mexico (1975-1980). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 66: 1216-1226.
- Gordoa, A., Sanz, N., & Viñas, J. 2015. Individual spawning duration of captive Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) revealed by mitochondrial DNA analysis of eggs. *PLoS one*, 10(8), e0136733.
- Heinisch G, Corriero A, Medina A, Abascal FJ, de la Serna JM, et al. (2008) Spatial-temporal pattern of bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) gonad maturation across the Mediterranean Sea. *Marine Biology* 154: 623–630.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J.M., Gordin, H., Lutcavage, M.E., 2014. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. *Sci. Rep.* 4. doi:10.1038/srep07205
- Izquierdo MS, Fernández-Palacios H, Tacon AGJ. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*. 2001; 197:25-42.
- Knapp, J.M., Aranda, G., Medina, A., Lutcavage, M., 2014. Comparative assessment of the reproductive status of female Atlantic bluefin tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. *PLoS One* 9, e98233.
- Medina, A., Abascal, F. J., Megina, C. and García, A. (2002), Stereological assessment of the reproductive status of female Atlantic northern bluefin tuna during migration to Mediterranean spawning grounds through the Strait of Gibraltar. *Journal of Fish Biology*, 60: 203–217. doi:10.1111/j.1095-8649.2002.tb02398.x
- Neilson, J.D., Campana, S.E., 2008. A validated description of age and growth of western Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Can J Fish Aqua Sci* 65, 1523–1527.
- Ortega, A. and G. Mourente, G. 2010. Comparison of the lipid profiles from wild caught eggs and unfed larvae of two scombroid fish: northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L., 1758) and Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793). *Fish Physio. & Biochem.* 36:461-471.
- Reglero, P., Tittensor, D. P., Álvarez-Berastegui, D., Aparicio-González, A., Worm, B. 2014. Worldwide distributions of tuna larvae: revisiting hypotheses on environmental requirements for spawning habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 501:207-224.
- Richardson, D.E., Marancik, K.E., Guyon, J.R., Lutcavage, M.E., Galuardi, B., Lam, C.H., Walsh, H.J., Wildes, S., Yates, D.A., Hare, J.A. 2016. Discovery of a spawning ground reveals diverse migration strategies in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Proc. Natl. Acad. Sci.* 201525636. doi:10.1073/pnas.1525636113

## AGE-LENGTH KEY AND STOCK KEY SMALL WORKING GROUP REPORT

In order to be consistent with the recommendations and work plan of the 2015 Bluefin tuna Working Group, their report on the feasibility of producing an ALK was used as a template to guide the discussions. The Group also recognized that 4 papers and 1 presentation provided at this year's meeting would be informative (SCRS/2016/133, SCRS/2016/134, SCRS/2016/143, SCRS/2016/147 and SCRS/P/2016/049). The material presented in this Appendix was developed by members of the age-length subgroup and presented during the plenary session, however there was insufficient time to fully review the material in plenary and it was not formally adopted.

The 2015 Working Group's recommendations/evaluation below was amended with actionable items as noted following each point:

1. Verify that all ages used same protocol and that we are tracking cohorts properly:
  - a. The currently accepted (Busawon *et al.* 2014, Secor *et al.*, 2014) aging protocol counts the number of opaque bands and assigns the age according to this number. [*The biological database includes a field that indicates if the new protocol was used in ageing. Prior to the next meeting, the group will confirm with each contributor that the entries are correct for years prior to the introduction of the protocol (SCRS/P/2016/049),.*]
  - b. In an assessment that works on calendar years to correctly track cohorts it is necessary to assign the fish correctly to the year it was born. [*The protocol for assigning a fish to the year it was born was confirmed to be as described in c) below. It was also agreed that a correction should be done to account for the type of section shape used for the reading: V or Y type, where one year should be added to the readings of V sections (Secor et al., 2014)*]
  - c. To do so we propose a rule that if the fish is caught between January 1 and the assumed time of the opaque band formation (June 1) then 1 year is added to the age. The timing of opaque band formation was inferred from monthly formation of edge type in bluefin tuna fin spines (Cort 1990, Luque *et al.*, 2014) and band formation from chemical tagging in southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) (Clear *et al.*, 2000). Both sources coincide in opaque bands forming annually in summer. [*Recent chemical analyses of opaque and translucent zones of Atlantic bluefin tuna otoliths (Siskey et al. 2015) also show that opaque zones are apparent (distinguishable from the edge) by June 1. The database includes the direct age estimate and the adjusted age based on the this protocol and it was confirmed that the adjusted age was correctly applied by all investigators.*]
  - d. For future otolith reads we recommend measuring the width of the translucent band and continuing to determine if the timing of opaque band formation in otoliths can be more precisely determined. [*This depends on data that do not exist for each otolith and hence cannot be accomplished in the short term.*]
2. Evaluate the suitability of the existing information to use the ALKs:
  - a. Identify and verify any outlier age-length pairs (Otolith readers) [*Prior to generating eastern and western ALKs from both otolith and spine samples, the outliers in length for a given age were removed when they were further than 3 standard deviations from the mean. As a consequence, approximately 50 western observations and one eastern observation were removed.*]
  - b. Are all bins filled, define appropriate size bin? [*The Group agreed that the resolution of the ALK should not be coarser than that used in slicing and that ALKs would be developed at several resolutions and evaluated. Six methods were proposed for dealing with an absence of observations (i.e. gaps in the key). These approaches are: 1) Hybrid key (SCRS/P/2016/049), 2) Gap fill using data from other years, 3) Inverse key, 4) follow Butterworth's ALK method (SCRS/2016/152) 5) follow an approach integrating several methods and 6) Smooth ALK. The group was not in favour of borrowing data from another stock region because of the potential*]

*for differences in probability in age-at-length between the two stocks (which forward ALKs are based on), which can result from differences in annual recruitment strengths (see SCRS/P/2016/049) There was also a preference for an approach that did not involve reliance on a growth model. Finally, it was thought that the use of a plus group in the assessment may allow one to overcome gaps at older ages. These approaches will be evaluated intersessionally, however an interim ALK (as described below) will be made available for use in the MSE operating model (LA).]*

- c. *Are sample sizes sufficient for the EastWest Recent years data have been added to the database (East: 2800 fish over years 2005-2013; West: 3400 over years 2009-2015). The existence of GBYP data for the western management zone, that were not included in the Biological Database, was noted and efforts will be made to include them (ERM). Bubble plots of year by age were produced to determine if the data was sufficient for detecting cohort progression. In the eastern bubble plot (Figure 1) it was possible to detect some cohort progression whereas in the west there was no strong evidence (Figure 2)*
  - d. *Are sufficient years represented and is there trend over year, evaluate mean age at length. [Approximately 5 annual ALKs could be constructed using data from the west. The east has approximately 5 years. The adequacy of the annual ALKs (whether sample sizes are sufficient) is yet to be determined (LA). The 2016 ages should be available for the 2017 assessment.]*
  - e. *Are samples representative of the fishery? [This was assessed by comparing the catch at size from each stock (east, west, Mediterranean) with the length composition of the relevant samples (Figures 3 to 5). In all cases the sampling covered the size range of the catch, though the eastern samples were closer to being collected in proportion to the size distribution of the catch. Two catch at size options were provided for the Mediterranean and the length distribution of the sample matched that of the catch at size that include data from caging operations. It still remains to be verified that the distribution of samples from smaller western fish (100 to 110 cm) is correct.]*
  - f. *Do we need a 'rule' to deal with holes in the ALK? [As described in b) above, there are several alternatives for dealing with holes. The approach will be contingent on the seriousness of the gaps and the performance of the various ALK approaches (LA).]*
3. *Does the new aging data provide new information on growth [The new data in addition to tagging data were used to generate a new growth model for the western stock (SCRS/2016/147). There was no new model provided for the east, although the group was informed about two recent publications with same results on this topic (Cort et al., 2014; Luque et al., 2014). The group considered that before the new Richards model could be accepted, it should be refit after outlier removal and removal of age 1 and 2 fish as these could introduce a bias because of under-representation of slowing-growing fish (LA). It was recommended that the east also adopt a model fit using a Richards curve to be consistent with the west. However, since the von Bertalanffy growth estimates for each stock (Restrepo et al. (2010) and Cort (1991)) are very similar to one another, there is no reason to suspect much difference between the Richards models fitted to eastern and western samples. Given that the east has few older fish it was recommended that the model is fit with priors on shape parameters. The intent is for the new models for the east and west to be used whenever slicing is required.]*
- a. *Do we need to re-estimate Restrepo et al. (2010) , Cort (1991) and Cort et al., 2014 growth curves to be consistent with the new aging protocols and the substantial new age-length data. [The ageing data that produced the Restrepo et al. (2010) and Cort (1991) growth curves used old ageing protocols and involved modal progression. Recent analyses using more data under the new protocols match the Restrepo et al. (2010) fit but also indicate that the Richards model is free of residual bias for the older ages.*
  - b. *Re-estimate Restrepo et al. (2010) growth curves (cohort progression or without)?*
4. *2-3 step evaluation of which method replicates known ages (To be completed for Species group meetings) [The group recognized that steps 4 and 5 represent a reasonable approach for evaluating the ALKs once produced. These comparisons can be accomplished in time for the Species Working Group Meeting (LA).]*

- a. Use Restrepo *et al.* (2010) and Cort (1991) and run cohort slicing on known age-length info;
  - b. Fit growth curve to new direct aging data, use cohort slicing to generate ages from the same lengths;
  - c. Use ALK to generate ages;
  - d. Compare Age comp with known ages to test the three methods.
5. Estimate full CAA with slicing and ALK to evaluate (To be completed for Species group meetings):
- a. CAA from slicing and Restrepo *et al.* (2010) and Cort (1991) (continuity CAA);
  - b. CAA from slicing and new growth curves;
  - c. CAA from ALKs

In addition to the work and decisions indicated above, the group considered how spines would inform the key (SCRS/2016/134). It was felt that spine age could be included in a key when an otolith was not available, however spine age was not suitable for fish older than 13 y and there were moderate concerns over using spine age for fish between 7 and 13 years of age.

### **Diagnostics and quality control**

Prior to the 2017 data preparatory meeting the biological database will be summarized so that the completeness of the data and the availability of ages for annual keys can be assessed. Also, checks for inconsistencies in age assignment by lab will be checked using the relationship to the new Richards growth curve. Lastly, the effect on the ALK of using lengths estimated from weights or snout length will be evaluated.

### **Preliminary age-length key comparisons**

Following a review of related diagnostics, preliminary ALKs were developed for both the east and western stocks. Catch at age matrices were created for the western stock using 3 approaches and included in the 2014 BFT western VPA. Retrospective analyses yielded estimates of Mohn's Rho calculated for both F and recruitment on 10 year retrospective peels. These performance statistics were used to assess the effect of the 3 approaches on cohort progression. The three approaches considered were as follows:

- 1) Use a hybrid key (SCRS/P/2016/049) for each year with direct ages. Gaps are filled using cohort slicing. For all other years, cohort slicing is applied to the catch at size data. The growth model used to perform the cohort slicing was based Restrepo *et al.* (2010).
- 2) Apply a pooled key to all the catch at size data.
- 3) Apply cohort slicing to all the catch at size data using the growth model described 1.

### **Results**

For the pooled key, convergence of the VPA was a problem and the retrospective pattern was bad (**Figure 6**). Relative to cohort slicing, the hybrid method had very little retrospective pattern until the transition to years where no or few direct ages were available (**Figure 7**). The pattern coincided with the change in method but also because the von Bertalanffy curve used in cohort slicing was not a good fit to the age-length data. There was some concern that the retrospective issue was also a function of other features which can't be disentangled from the effect of the age assignment method.

Estimates of Mohn's Rho show that the hybrid method was less biased over the most recent 5 years (**Table 1, Figure 8**). Performance over the most recent 10 years was much worse. This could be indicative of the influence of more years of ALK providing a differential cohort or growth signal relative to the assumptions of age-slicing. The pooled key was the worst performing key for both 5 and 10 year peels. For both recruitment and SSB, the hybrid method had higher bias; however, the bias decreased with the shorter (5 year) retrospective span.

Some considerations for future analyses were:

- 1) Retest with the addition of the most recent years of ageing data.
- 2) Use a Richards's model throughout.
- 3) Explore other age assignment methods described above (e.g. combined forward and inverse key).
- 4) Compare slicing using the Richards and von Bertalanffy growth models.
- 5) Explore the sensitivity to gap filling (i.e. explore alternative bin widths and sample size thresholds).

**Stock specific age-length key**

The possibility of constructing stock specific ALKs was not assessed. The availability of stock origin information across all ages and by area could be more properly assessed by the small working group on stock mixing which compiled all available mixing information.

**Recommendations**

- 1) The GBYP has collected otoliths and spines that have not been aged. It is recommended that in the short term gaps be identified in the ALK and that these be filled by ageing those GBYP samples that will fill the gaps (e.g. **Tables 2** and **3**).
- 2) It was noted that many institutions have conducted Bluefin tuna sampling programs which could yield samples not part of the GBYP or Biological Sampling databases. It is recommended that a request for these data be circulated.
- 3) It is recommended that all the biological data be included in the Biological Database. To that end, an Excel workbook can be provided to each investigator to facilitate data transfer.

## References

- Ailloud L.E., Lauretta M.V., Hoenig J.M., Hanke A.R., Golet W.J., Allman R., and Siskey M.R. 2016. Improving age composition estimates using hybrid Age Length Keys. SCRS/2016/147
- Busawon, D. S., Neilson, J. D., Andrushchenko, I., Hanke, A., Secor, D. M., and Melvin, G., 2014. Evaluation of Canadian sampling program for bluefin tuna, results of natal origin studies 2011-2012 and assessment of length-weight conversions. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 70 (1): 202-219
- Cort, J. L., 1990. Biología y pesca del atún rojo, *Thunnus thynnus* (L.), del mar Cantábrico. *Publicaciones Especiales Inst. Esp. Oceanog.*, Num. 4: 272 p.
- Cort, J.L., 1991. Age and growth of the bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) of the Northeast Atlantic. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 35 (2): 213-230
- Cort, J. L., Arregui, I. Estruch, V., and Deguara, S., 2014. Validation of the growth equation applicable to the eastern Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L.), using  $L_{max}$ , tag-recapture and first dorsal spine analysis. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 22: 3, 239-55
- Butterworth D.S., and Rademeyer R.A. 2016. Statistical catch at length assessment methodology for Atlantic bluefin tuna. SCRS/2016/152
- Luque, P., Rodriguez-Marin, E., Ruiz, M., Quelle, P., Landa, J., Macias, D., and Ortiz de Urbina, J. M., 2014. Direct ageing of *Thunnus thynnus* from east Atlantic and western Mediterranean using dorsal fin spines. *J. Fish Biol.*, 84, 1876-1903
- Pagá Garcia A., Tensek S., and Di Natale A. 2016. Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) growth derived from conventional tag data. SCRS/2016/143
- Quelle P., Rodriguez-Marin E., Ruiz M., and Gatt M. 2016. Age-length keys availability for Atlantic bluefin tuna captured in the eastern management area. SCRS/2016/133
- Restrepo, V. R., Díaz, G. A., Walter, J. F., Neilson, J., Campana, S. E., Secor, D., and Wingate, R. L., 2010. Updated estimate of the growth curve of western Atlantic bluefin tuna. *Aquat. Living Resour.* 23, 335-342
- Rodriguez-Marin E., Quelle P., Ruiz M., Busawon D., Golet W., Dalton A., and Hanke A. 2016. Updated comparison of age estimates from paired calcified structures from Atlantic bluefin tuna. SCRS/2016/134
- Secor, D. H., Busawon, D. S., Gahagan, B., Golet, W., Koob, E., Neilson, J. D., and Siskey, M., 2014. Conversion factors for Atlantic bluefin tuna fork length from measures of snout length and otolith mass. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 70 (2): 364-367
- Siskey M.R., Lyubchicha V., Lianga D., Piccoli P.M., Secor D.H. 2016. Periodicity of strontium: Calcium across annuli further validates otolith-ageing for Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Fish Res* 177: 13-17.

**Table 1.** Mohn statistics for Mean squared error, Mean absolute error (a measure of error) and Mohn bias from 10 year and 5 year retrospective peels for the three methods of obtaining catch at age.

10 years	Recruits	SSB				
	MSE	MAE	BIAS	MSE	MAE	BIAS
Slicing	3.36E+09	0.421	0.04	38414041	0.214	-0.132
Pooled	3.02E+10	0.407	-0.226	2.79E+09	0.368	-0.363
Hybrid	3.03E+09	0.46	0.128	39929636	0.245	-0.232

5yrs	Recruits	SSB				
	MSE	MAE	BIAS	MSE	MAE	BIAS
Slicing	1.04E+09	0.359	-0.121	30407307	0.164	-0.117
Pooled	1.35E+10	0.342	-0.342	1.19E+09	0.221	-0.207
Hybrid	6.95E+08	0.266	-0.092	24094263	0.157	-0.128

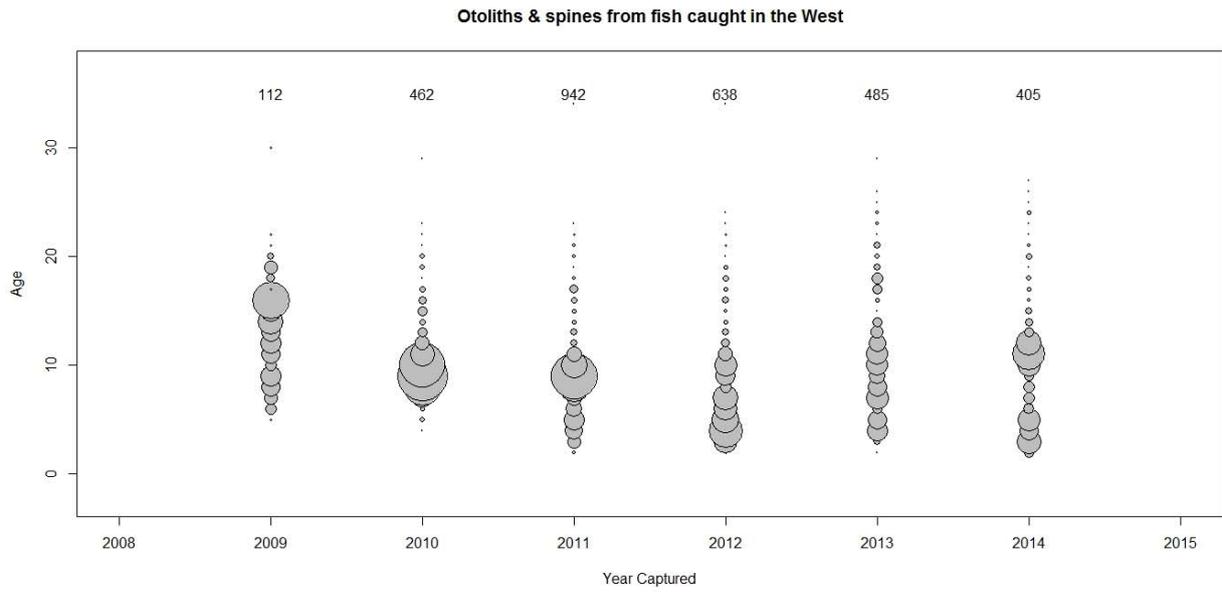
**Table 2.** Summary of age-length data (otoliths and spines) available for the East Atlantic/Mediterranean. Gaps in data are highlighted in gray.

**EAST ATLANTIC/MED:**

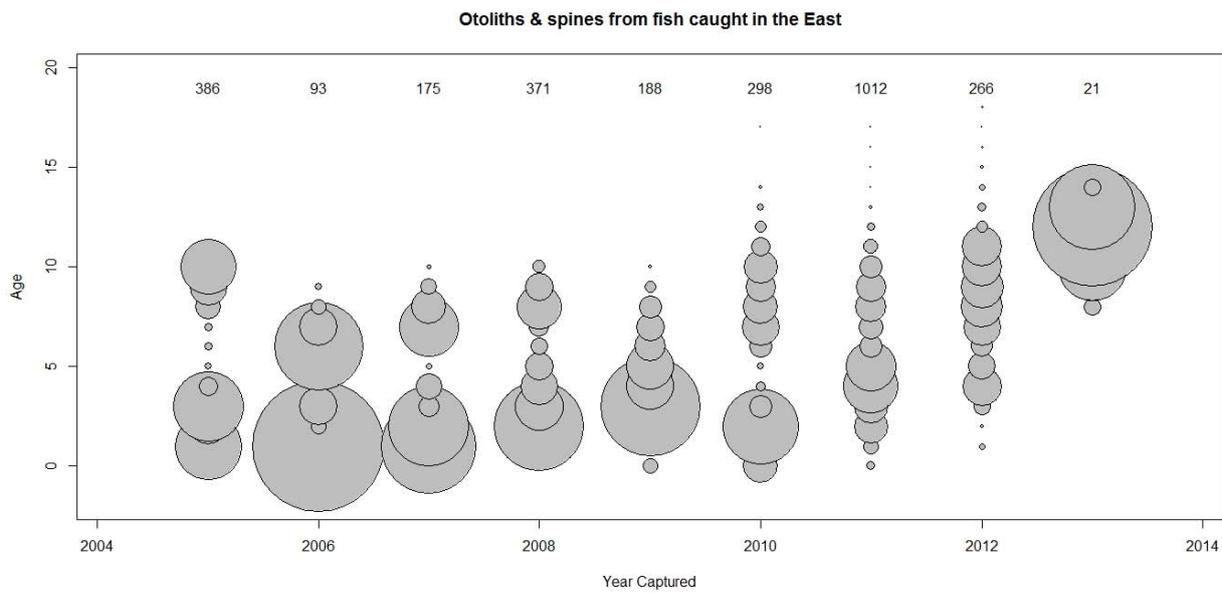
<b>size bin</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>20</b>	25	0	0	0	8	30	20	0	0
<b>40</b>	11	1	21	0	0	3	23	0	0
<b>60</b>	89	36	40	73	4	2	57	5	0
<b>80</b>	57	3	26	88	47	72	105	6	0
<b>100</b>	52	8	18	39	44	16	229	26	0
<b>120</b>	7	2	6	40	29	5	123	41	0
<b>140</b>	10	23	2	2	18	12	95	20	0
<b>160</b>	8	14	29	27	12	50	41	21	0
<b>180</b>	19	5	26	45	20	32	87	21	0
<b>200</b>	46	1	6	41	4	54	110	80	9
<b>220</b>	58	0	2	15	2	16	94	29	8
<b>240</b>	6	0	0	1	0	8	26	16	4
<b>260</b>	0	0	0	0	0	0	6	3	0
<b>280</b>	0	0	0	0	0	0	2	1	0
<b>300</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>320</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>340</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>360</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>380</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Table 3.** Summary of age-length data (otoliths and spines) available for the West Atlantic. Gaps in data are highlighted in gray.**WEST ATLANTIC**

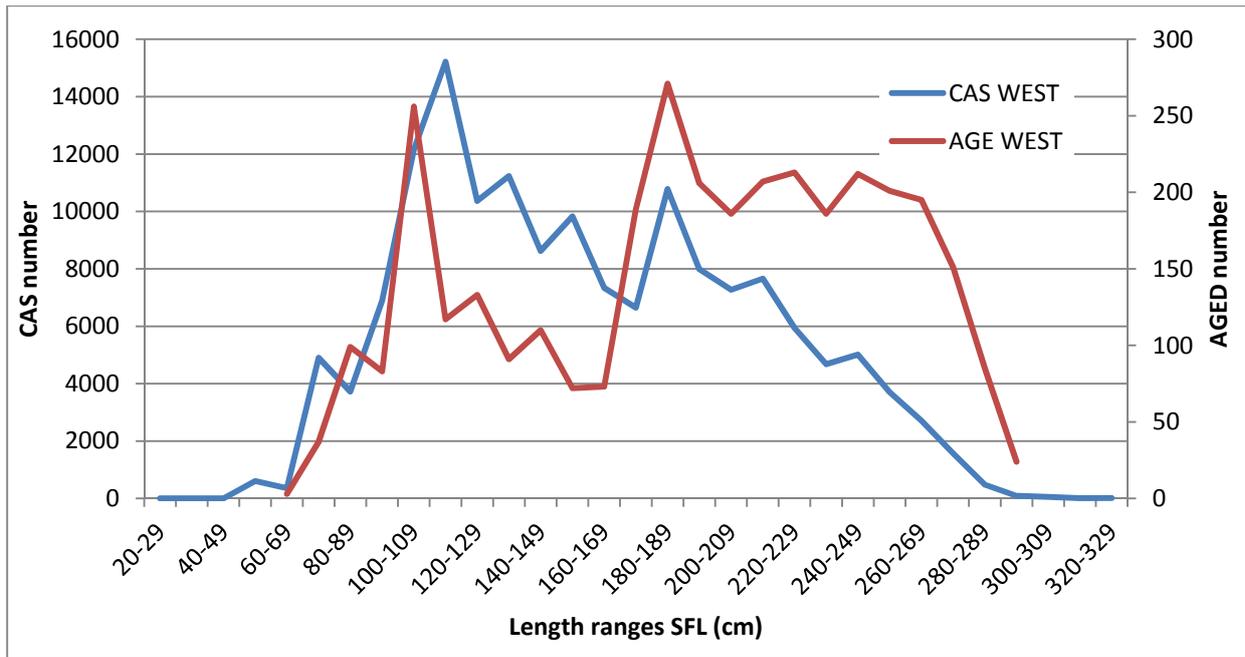
size bin	1974	1975	1976	1977	1978	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2009	2010	2011	2012	2013	2014
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	24	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	53	0	1	0	1	4	12	4	1	0	0	0	0	19	3	1	16
80	0	7	7	3	0	4	11	5	7	2	0	0	0	0	46	24	4	64
100	0	5	4	1	0	0	2	11	9	3	0	0	0	3	89	109	40	37
120	0	4	8	4	0	0	6	8	1	0	0	0	2	10	55	88	45	13
140	1	1	6	5	0	0	4	4	0	0	0	0	10	0	75	61	16	13
160	1	0	1	1	0	4	6	1	0	0	0	1	4	53	65	60	69	7
180	0	1	0	0	0	34	0	0	0	0	2	12	7	124	270	45	29	23
200	0	4	1	0	1	11	0	0	0	0	2	7	7	112	67	100	62	60
220	0	26	13	6	17	17	0	0	0	0	1	20	18	59	95	41	104	100
240	0	19	12	4	62	3	0	0	0	0	0	12	32	71	100	69	74	88
260	0	8	13	1	16	1	0	0	0	0	0	2	26	23	93	66	91	61
280	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	7	24	16	42	18
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



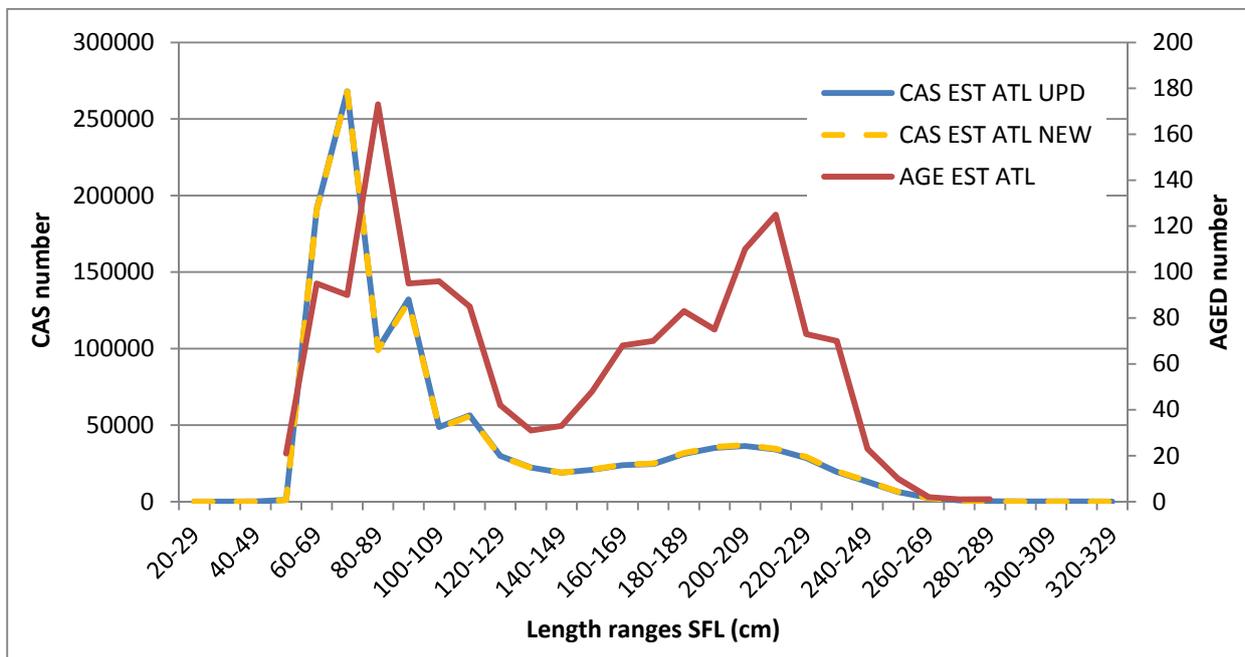
**Figure 1.** Bubble plot representing the direct ages form spines and otoliths collected in the west.



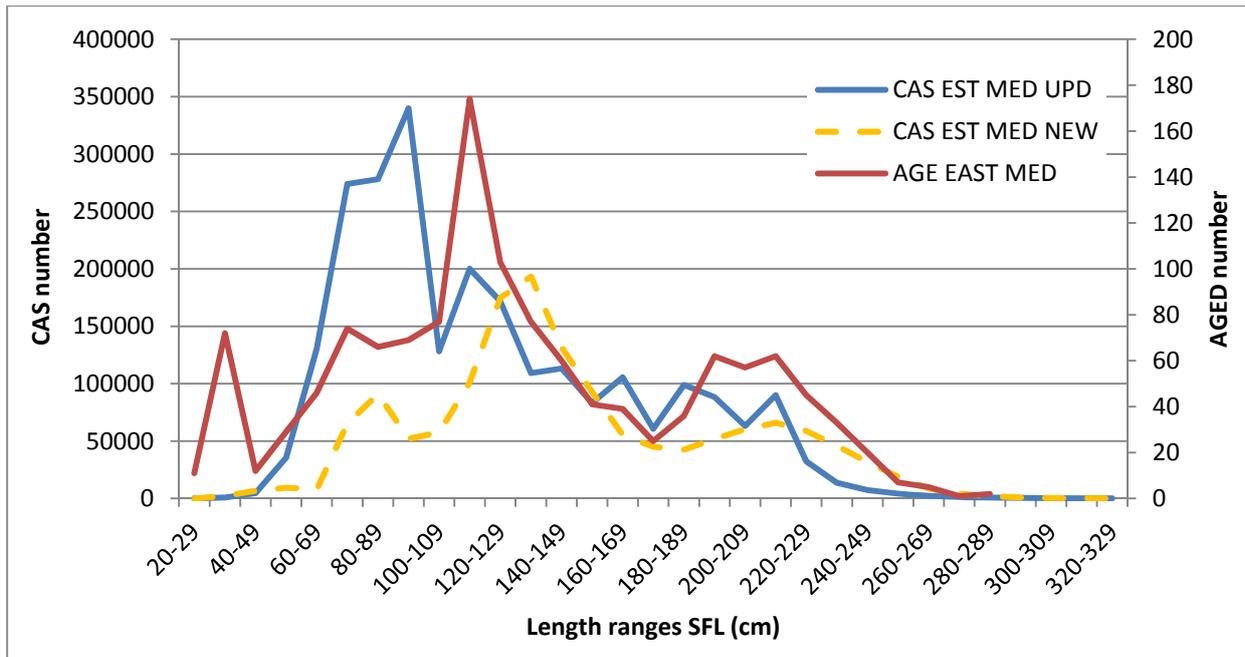
**Figure 2.** Bubble plot representing the direct ages form spines and otoliths collected in the east.



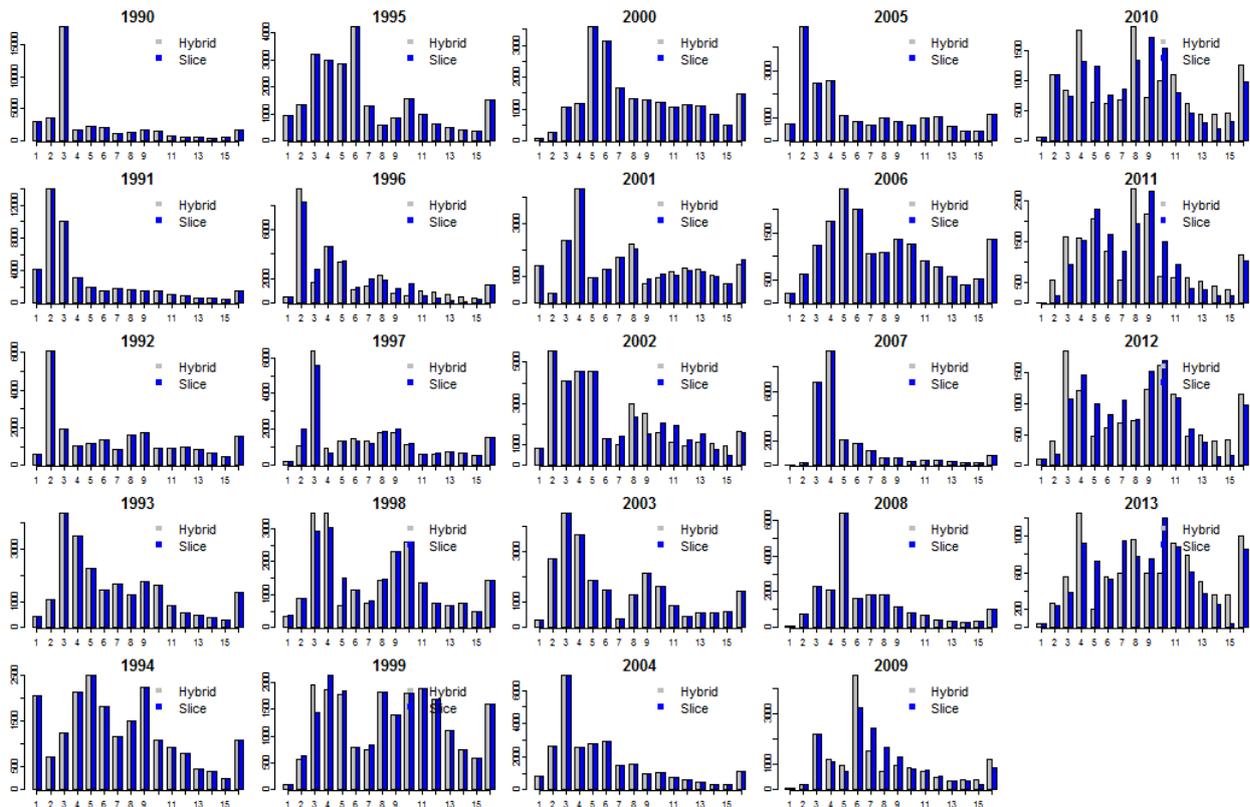
**Figure 3.** A comparison of catch at size (2005-2013) in the western management zone with the distribution of the samples collected from the same area (2009-2015).



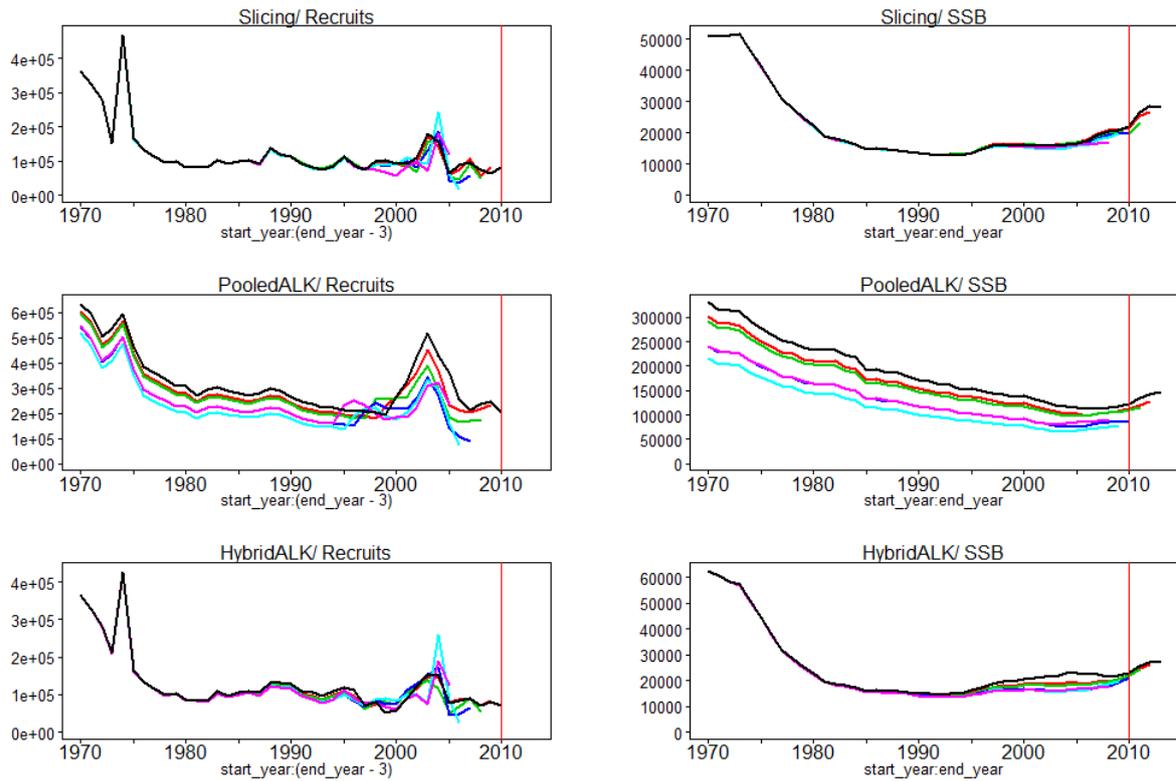
**Figure 4.** A comparison of catch at size (2005-2013) in the eastern management zone with the distribution of the samples collected from the same area (2005-2014).



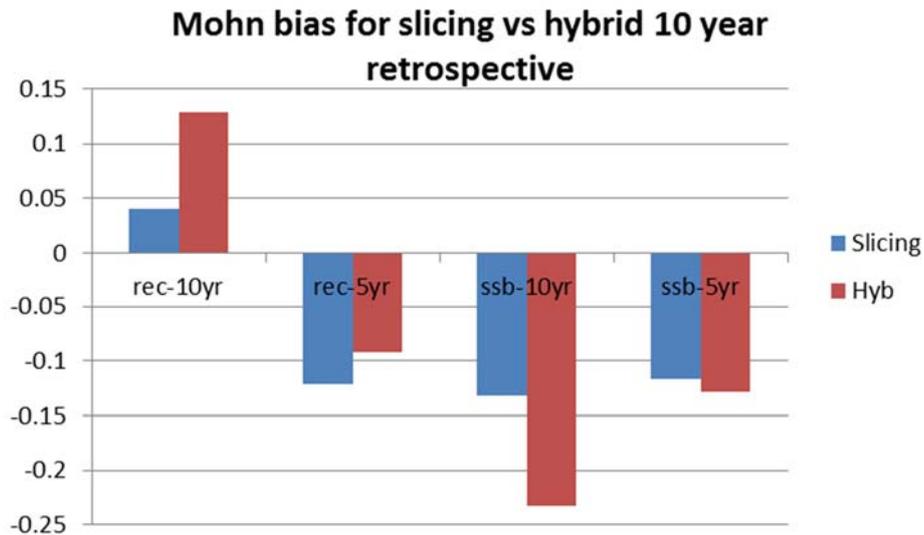
**Figure 5.** A comparison of catch at size (2005-2013) in the Mediterranean management zone with the distribution of the samples collected from the same area (2005-2014).



**Figure 6.** Comparison of CAA obtained from the hybrid method versus age-slicing for WBFT for years 1990-2013, where the CAA differs between slicing and the hybrid method when annual ALK information is available (primarily 2009-2013).



**Figure 7.** Retrospective VPA results between the three methods of obtaining CAA for WBFT. The red line indicates the year (2010) that most ageing data enters in the models for the hybrid method.



**Figure 8.** Mohn retrospective bias for 10 year vs 5 year retrospectives comparing slicing to the hybrid method of obtaining CAA.