

RAPPORT DE LA RÉUNION ICCAT DE 2018 D'ÉVALUATION DU STOCK DE THON OBÈSE

(Pasaia (Espagne), 16-20 juillet 2018)

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

La réunion a été tenue au laboratoire AZTI-Tecnalia à Pasaia, Espagne, du 16 au 20 juillet 2018. Le Dr Hilario Murua (rapporteur du groupe d'espèces sur le thon obèse) a ouvert la réunion et a souhaité la bienvenue aux participants à la réunion ("le groupe"). Le Dr Murua a souligné l'importance du travail à accomplir par le groupe au cours de la réunion, indiquant que lors de la prochaine réunion de la Sous-commission 1 de la Commission à Bilbao, les résultats préliminaires de cette évaluation seront examinés. Le Dr Mauricio Ortiz, au nom du Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a remercié AZTI-Tecnalia d'accueillir la réunion et l'UE de fournir le financement. Le Dr Murua a procédé à l'examen de l'ordre du jour qui a été adopté avec de légères modifications (**appendice 1**).

La liste des participants se trouve à l'**appendice 2**. La liste des documents et des présentations fournis à la réunion et les résumés y relatifs figurent aux **appendices 3 et 4**, respectivement. Les personnes suivantes ont assumé les fonctions de rapporteur :

- Point 1 : M. Ortiz
- Point 2 : A. Kimoto, M. Ortiz
- Point 3 : J. Walter, G. Merino, H. Winker, M. Lauretta, K. Satoh.
- Point 4 : J. Walter, G. Merino, H. Winker, M. Lauretta, K. Satoh, H. Murua, Y. Cheng, A. Kimoto
- Point 5 : S. Cass-Calay, T. Kitakado.
- Point 6 : H. Murua, D. Die
- Point 7 : C. Brown, D. Die, G. Merino
- Point 8 : D. Die, M. Neves Santos, M. Ortiz

2. Examen des données disponibles pour l'évaluation du stock

2.1 Biologie

Aucune nouvelle information sur la biologie du thon obèse n'a été présentée à la réunion. Les paramètres d'entrée biologiques utilisés dans les modèles d'évaluation ont été convenus lors de la réunion de préparation des données de 2018 (Anon, 2018) et sont résumés dans les **tableaux 1 et 2**. Plusieurs scientifiques ont aimablement fourni des informations sur la taille à l'âge à partir d'échantillons biologiques de parties dures (otolithes et épines) en vue d'étudier leur utilisation dans le modèle Stock Synthèse (Hallier *et al.*, 2005, Draganick et Pelczarski, 1984, Robb Allman, NOAA, comm. pers.).

2.2 Estimations des captures, de l'effort, des tailles et de la prise par taille (CAS)/prise par âge (CAA)

Le Secrétariat a présenté au groupe les informations statistiques mises à jour (T1NC : prises nominales de la tâche I; T2CE: prise et effort de tâche II; fréquences de taille de la tâche II; T2CS: prise par taille de tâche II) concernant le thon obèse de l'Atlantique dans le système de bases de données de l'ICCAT (ICCAT-DB). Celles-ci couvrent la période allant de 1950 à 2017 et contiennent toutes les récupérations, révisions et corrections adoptées lors de la réunion de préparation des données de 2018 (Anon, 2018), y compris toutes les données officielles reçues jusqu'au 16 juin 2018. Toutes les estimations du Secrétariat (CATDIS : estimations de T1NC stratifiées par trimestre et grille géographique de 5x5 ; CAS/CAA : estimations de la prise par taille et de la prise par âge) ont été effectuées à l'aide des informations mises à jour.

Captures (T1NC)

Les prises nominales de thon obèse de l'Atlantique (T1NC, 1950 à 2017) sont présentées au **tableau 3** (captures cumulées par engin et année à la **figure 1**). La plus grande partie des captures de 2017 a été déclarée officiellement par les CPC (y compris les estimations globales des « faux poissons » pour 2015, 2016 et 2017) et a remplacé tous les reports antérieurs effectués par ce groupe. Les prises de thon obèse de l'Atlantique ont également été mises à jour (ainsi que d'albacore et de listao) avec les nouvelles

estimations ghanéennes (BB + PS) entre 2006 et 2017 (SCRS/2018/109). Les nouvelles estimations ghanéennes ont modifié les proportions des captures de thonidés tropicaux, réduisant considérablement les prises de thon obèse de l'Atlantique et augmentant les prises d'albacore sans qu'un schéma ne se dégage clairement pour le listao.

Les captures déclarées montrent que les captures pour la période 2010-2015, lorsque le TAC était de 85.000 t [Rec. 09-01], fluctuaient entre 67.849 et 80.172 t (**figure 2**). En 2016-2017, les captures représentaient, respectivement, 79.909 t et 76.982 t, supérieures au TAC de 65.000 t [Rec. 16-01]). Ces recommandations de TAC ont été mises en œuvre par le biais de limites de capture annuelles pour deux groupes différents de CPC (**tableau 4**) : le groupe A inclut les CPC dans la Rec. 16-01, paragraphe 3 et groupe B inclut les CPC dans la Rec. 16-01, paragraphe 4. Les captures déclarées agrégées pour les CPC du groupe A ont toujours été inférieures aux limites agrégées (**figures 3a** et **3b**). Par ailleurs, les captures agrégées des CPC du groupe B ont augmenté, en particulier depuis 2013 (**figure 3b**). Les captures déclarées des CPC du groupe B ont représenté 17% des prises totales en 2010 et 33% en 2017. Il convient de noter que les captures des CPC du groupe B ont augmenté pour tous les types d'engins, y compris les lignes à main, un type d'engin qui, avant 2010, n'avait pas contribué de manière significative aux débarquements. Certaines des augmentations observées dans les captures des CPC du groupe B peuvent être dues à des améliorations dans les déclarations.

L'intention de la Rec. 16-01 visait à réduire les captures de thon obèse de l'Atlantique. La comparaison des captures annuelles moyennes pour la période 2010-2015 avec celles de la période 2016-2017 montre (**tableau 3**) que de nombreuses flottilles ont augmenté les débarquements moyens et que quelques rares flottilles (canneurs et palangriers pour les CPC du groupe A et autres flottilles pour les CPC du groupe B) ont réduit ces débarquements, la plupart des flottilles ont augmenté leurs débarquements.

Globalement, des améliorations ont été apportées aux statistiques T1NC sur le thon obèse atlantique au cours de ces trois dernières années. Par exemple, les captures d'engins non classifiés ont été identifiées et reclassées, les séries de capture par pavillon font une meilleure différenciation (captures combinées résiduelles ETRO NET) et sont maintenant plus complètes, et la répartition géographique des captures s'est améliorée raisonnablement. Cependant, le groupe considère que certaines séries historiques de captures palangrières sont encore incomplètes ou mal connues pour certaines CPC, comme indiqué dans le catalogue du thon obèse (**tableau 5**). Des préoccupations ont également été soulevées en ce qui concerne l'estimation de la série de captures de "faux poissons" (captures à la senne destinées aux marchés locaux), en particulier les captures débarquées dans des ports de pêche non régulièrement échantillonnés. Des inquiétudes ont également été exprimées sur les strates spatiales utilisées dans la correction de la composition par espèce du logiciel T3/T3+, car il a été démontré qu'il existe une variation significative de la composition des espèces dans les zones géographiques plus grandes postulée par le modèle (Fonteneau et Pascual-Alayon, 2018, sous presse ab, Deledda *et al.* sous presse). Le groupe a été informé qu'il existe actuellement une étude pour revoir la procédure du logiciel T3/T3+ afin d'estimer la composition par espèce.

Données de prise et d'effort (T2CE)

Plusieurs améliorations ont été apportées à T2CE au cours des trois dernières années : révisions des séries T2CE pour les BB/PS/LL, récupération des jeux de données T2CE mensuels, différenciation des captures MIX-FIS par pavillon à partir de 1980 (dans l'attente de la série MIX-FIS d'avant 1980) et différenciation NEI ETRO par pavillon avant 2007. Le catalogue du thon obèse de l'Atlantique (1988 à 2017) du **tableau 5** résume la disponibilité de T2CE pour le thon obèse de l'Atlantique pour la série de captures la plus importante (T1NC). Aujourd'hui, plus de 90% de tous les jeux de données T2CE sont sur une base mensuelle avec une résolution géographique de 5x5 ou plus. Néanmoins, T2CE a encore quelques jeux de données groupés (MIX-KR+PA, MIX-FIS, NEI-ETRO), les séries importantes ne sont pas toutes complètes et de nombreux jeux de données sont marqués pour des révisions futures (incohérences géographiques, aucun effort, etc.). Le Secrétariat travaille constamment avec les CPC et les scientifiques sur la récupération de ces jeux de données. L'information T2CE est cruciale pour obtenir des prises par trimestre et une grille géographique standard 5x5 (CATDIS), information importante pour fournir une distribution spatiale des prises et de l'effort pour les modèles d'évaluation qui veulent tenir compte de la structure spatio-temporelle.

CATDIS

Les estimations CATDIS du thon obèse de l'Atlantique (captures T1NC par trimestre et grille géographique 5x5) ont été complètement révisées ; 1950 à 1979 avec des ajustements mineurs et entièrement reconstruites de 1980 à 2017 afin de correspondre aux changements dans la T1NC, et améliorations apportées à T2CE. Comme le montre la **figure 4**, les estimations CATDIS actuelles du thon obèse de l'Atlantique entre 1980 et 2016 (2017 est préliminaire) reposent principalement sur les données T2CE (~ 90%). CATDIS a également été classé dans les 15 pêcheries de thon obèse de l'Atlantique afin de contribuer à l'évaluation de Stock synthèse, comme convenu lors de la réunion de préparation des données (Anon. sous presse). Les prises totales de ces 15 pêcheries et l'année sont présentées au **tableau 6** et à la **figure 5**.

Fréquences de taille (T2SZ)

L'information T2SZ sur le thon obèse de l'Atlantique s'est également améliorée au cours des deux dernières années. Les séries européennes de BB/PS (à partir de 1980) ont été partiellement ou totalement révisées. Les séries de BB/PS du Ghana ont également été mises à jour à partir de 2006 (sauf en 2007). Les séries des flottilles combinées MIX-FIS BB (UE-France, Côte d'Ivoire et Sénégal) pour BB à partir de 1980 ont été divisées par pavillon. Et de nombreuses autres corrections ont été apportées à plusieurs pavillons (Corée, UE-Portugal, UE-Espagne, Afrique du Sud, etc.). Ces améliorations ont permis d'utiliser dans SS3 un plus grand nombre de poissons échantillonnés (voir SCRS-P-2018/046) et davantage d'informations disponibles sur la taille pour estimer la composition par taille des captures de thon obèse de l'Atlantique (prise par taille, CAS).

Prise par taille/Prise par âge

Par défaut, les estimations du CAS effectuées par le Secrétariat utilisent une combinaison de a) jeux de données T2SZ extrapolés (basés sur le poids) aux captures totales (T1NC), b) d'estimations CAS basées sur la CPC (T2CS) déclarées à l'ICCAT, et c) d'un ensemble de règles de substitution standard (basées sur les similarités des pêcheries : flottille/engin/région). Cette approche a été utilisée pour le thon obèse de l'Atlantique sans aucune modification de la méthodologie employée par le passé.

En raison de la grande quantité de changements apportés à T1NC et des révisions apportées à T2SZ (y compris les mises à jour T2CS des CPC), la CAS entre 1980 et 2017 a été entièrement reconstruite (ajustements mineurs entre 1975 et 1979). La matrice CAS résultante (en intervalles de classes de 5 cm) est présentée dans le **tableau 7**. En moyenne (1980-2017), le niveau des substitutions représente environ 15% (**figure 6**) du total des captures en poids avec de fortes oscillations (3% à 37%) sur l'ensemble de la série temporelle. Les années problématiques identifiées sont les années 90 (~ 22% des substitutions, en raison du manque de données de taille pour les données "NEI (relatives aux flottilles)"). Une bonne couverture de la taille a été observée à la fin des années 2000 (moins de 10% des substitutions) ; toutefois, ces dernières années, le taux de substitution a encore augmenté pour se situer autour de 15%, principalement en raison du manque de données sur la taille de la "nouvelle" pêcherie brésilienne opérant à la ligne à main. Les poids moyens, globaux et par groupe d'engins, obtenus à partir des estimations de la CAS (**figure 7**) ont légèrement changé.

La CAS a été convertie en CAA avec les mêmes algorithmes que ceux utilisés dans l'évaluation de 2015 (Anon., 2016). En bref, la CAA a été estimée à partir de données de taille à l'aide du modèle de croissance de von Bertalanffy pour le thon obèse de l'Atlantique, d'après Hallier *et al.* (2005) et la diminution de la mortalité naturelle associée à la diminution numérique des cohortes par âge, par strate année-trimestre. Lors de la réunion, la CAA a été mise à jour en postulant le modèle de croissance de Hallier *et al.* (2005) et le découpage des âges comme convenus lors de la réunion de préparation des données de 2018, car il s'agit de la courbe de croissance utilisée dans l'évaluation des stocks.

2.3 Indices d'abondance relative

Lors de la réunion de préparation des données de 2018 (Anon, 2018), les indices d'abondance ont été examinés et évalués et il a été recommandé de les utiliser dans les modèles d'évaluation. Aucun nouvel indice ou mise à jour n'a été présenté à cette réunion, les indices finaux utilisés dans les différents modèles sont présentés dans le **tableau 8**.

Lors de la discussion de cette spécification des modèles d'évaluation SS3, une préoccupation a été soulevée concernant la CPUE conjointe palangrière du Japon, de la Corée et des Etats-Unis, pour laquelle la sélectivité palangrière japonaise a été postulée comme un indice approchant de cette série de CPUE conjointe. En général, lorsque l'on produit la CPUE standardisée en combinant des données entre plusieurs pêcheries, il faut mener des recherches pour s'assurer que les schémas de sélectivité sont les mêmes pour toutes les flottilles. Sinon, l'indice conjoint standardisé résultant sera probablement biaisé au fil du temps, en particulier si la composition des captures entre les pêcheries a évolué. Pour résoudre ce problème, le groupe a décidé de poursuivre la discussion pour la prochaine évaluation des stocks selon les lignes suivantes :

- 1) Un examen plus approfondi sera effectué pour évaluer si les sélectivités sont raisonnablement similaires.
- 2) Il conviendrait d'examiner l'inclusion dans SS3 de la sélectivité variant dans le temps pour une flottille particulière (voir les lignes directrices proposées ci-dessous).
- 3) L'utilisation des informations sur l'âge/la taille pour la standardisation de la CPUE (indices de CPUE standardisés basés sur la taille ou l'âge ou utilisant la taille moyenne comme covariable) peut aider à réduire ou à éliminer un tel biais.

3. Méthodes d'évaluation des stocks et autres données importantes pour l'évaluation

3.1 Modèles de production

Conformément aux recommandations formulées lors de la réunion de préparation des données de l'ICCAT en 2018 (Anon, 2018), deux cadres d'estimation alternatifs ont été appliqués pendant cette évaluation pour ajuster les modèles de production excédentaire. Il s'agissait de l'outil de vraisemblance maximale mpb (Kell, 2016; <https://github.com/laurieKell/mpb>) et du modèle bayésien état-espace JABBA (Winker *et al.* 2018; <http://github.com/JABBAmodel>). Contrairement à mpb, la formulation bayésienne d'état-espace pour JABBA peut prendre en compte à la fois l'erreur de traitement et d'observation.

3.1.1 mpb

Les documents SCRS/2018/099 et SCRS/2018/100 ont présenté une proposition visant à réaliser une évaluation du stock de thon obèse de l'Atlantique au moyen du modèle dynamique de la biomasse mpb. Le document SCRS/2018/099 contient une évaluation du stock « de continuité » utilisant les mêmes données et spécifications de modèle des scénarios d'évaluation des stocks de 2015. Le document SCRS/2018/100 contient des scénarios utilisant les indices de CPUE disponibles lors de la réunion de préparation des données de 2018. Pour tous les modèles, une suite de diagnostics d'ajustement a été présentée.

Le groupe a discuté des résultats et a demandé une analyse plus approfondie des schémas rétrospectifs. Ces résultats ont été présentés au groupe et il a été décidé de choisir un cas de référence pour le mpb en utilisant l'indice R2 conjoint divisé (**figure 8**), ajusté avec la fonction de production Fox. Il a été décidé d'ajouter au rapport de la réunion d'évaluation des stocks le diagnostic des ajustements comprenant les valeurs résiduelles (**figure 9**), les profils de vraisemblance (**figure 10**), l'analyse rétrospective (**figure 11**) et la simulation rétrospective (**figure 12**). Le groupe a également noté les spécifications du modèle (valeurs de départ et valeurs fixes) utilisées pour exécuter le cas de référence mpb (**tableau 9**).

3.1.2 JABBA

Une description détaillée de la mise en œuvre du modèle JABBA, des diagnostics du modèle et les résultats initiaux de l'état des stocks ont été présentés dans le document SCRS/2018/110. Pour faire preuve de cohérence avec mpb, le groupe a décidé de choisir la CPUE conjointe divisée R2 (**figure 13**) pour le cas de référence JABBA sur la base de la qualité de l'ajustement, de la précision des paramètres, des valeurs résiduelles favorables et des schémas d'erreur de processus par rapport aux schémas de CPUE alternatifs. Le groupe a noté que le modèle de Fox initialement postulé, avec un point d'inflexion à $B_{PME}/K \sim 0,37$, n'était peut-être pas nécessairement comparable aux valeurs de pente à l'origine de la relation stock-recrutement d'entrée SS3 convenues de $h = 0,7, 0,8$ et $0,9$. La relation linéaire entre h et SB_{PME}/SB_0 est illustrée par rapport au modèle de Fox de la **figure 14**. Pour faciliter la comparabilité entre les résultats JABBA et SS3, le groupe a donc décidé d'utiliser les données de $B_{PME}/K = 0,332$ ($h = 0,7$), $0,306$ ($h = 0,8$) et $0,278$ ($h = 0,9$)

pour calculer le paramètre de forme de la fonction de production excédentaire. En conséquence, le jeu final de modèles comprenait trois scénarios (scénarios de grille d'incertitude-JABBA), où le scénario avec 0,306 ($h = 0,8$) a été utilisé pour étudier plusieurs tests de diagnostic et de sensibilité. Le groupe a noté qu'une approche similaire n'était pas possible avec mpb, qui est limité au minimum $B_{PME}/K = 0,37$ (Fox). Conformément à l'estimation de la variance d'observation SS3, on a postulé que l'erreur d'observation était représentée par les CV de l'indice de CPUE, qui ont été mis à l'échelle de façon à obtenir une moyenne de 0,2, tout en préservant la variabilité interannuelle. Les distributions a priori sur les paramètres de la fonction de production r et K ont été mises en œuvre avec des priors lognormaux vagues pour transmettre des informations préalables minimales sur les estimations des paramètres. Des tests de sensibilité supplémentaires demandés par le groupe ont confirmé que les priors n'avaient aucune influence notable sur les estimations des paramètres, suggérant que les données étaient informatives (SCRS/P/2018/047). De même, il était possible d'estimer « librement » la variance du processus, en utilisant un prior gamma inversé non informatif (SCRS/P/2018/048). Un résumé des spécifications du modèle de la grille d'incertitude-JABBA est fourni au **tableau 10**.

Le groupe a demandé un certain nombre de diagnostics supplémentaires du modèle JABBA. On a fourni des diagnostics de routine pour chacun des trois scénarios des grilles d'incertitude-JABBA, pour le cas sélectionné (par exemple $h = 0,8$) à partir de la grille d'incertitude et/ou pour le modèle Fox initial. Par exemple, le diagramme de valeurs résiduelles « JABBA » avec les erreurs quadratiques moyennes résiduelles (RMSE) représentées comme mesure de la qualité de l'ajustement a été fourni pour les trois scénarios de la grille d'incertitude-JABBA (**figure 15**). Les diagrammes d'ajustement du modèle montrent les valeurs de CPUE observées et prévues dans l'échelle logarithmique (**figure 16**). En raison du cadre d'estimation bayésien, les diagrammes de profils de vraisemblance logarithmique ont été remplacés par des diagrammes de distribution a priori et a posteriori (**figure 17**). Pour maintenir la cohérence avec mpb et SS3, l'analyse rétrospective (**figure 18**) et la validation croisée de la simulation rétrospective (**figure 19 ; tableau 11**) ont été considérées comme des diagnostics importants du modèle. En général, le groupe a convenu que les diagnostics du modèle étaient robustes.

3.2 Stock Synthèse 3

3.2.1 Configuration du modèle et entrées de données

Une évaluation initiale du stock de thon obèse de l'Atlantique au moyen de Stock synthèse (Methot et Wetzel, 2013) a été réalisée avant la session d'évaluation du stock de thon obèse de 2018, comme convenu en 2018 lors de la réunion de préparation des données. Les postulats complets et les entrées de données du modèle sont décrits dans le SCRS/2018/111. Les entrées du modèle ont été discutées dans le détail à la réunion de 2018 de préparation des données sur le thon obèse (Anon., 2018).

Les principaux postulats et configurations du « modèle de référence préliminaire » initial étaient les suivants : le modèle de référence préliminaire est construit comme un modèle saisonnier avec 4 saisons et un cadre s'étalant de 1950 à 2017. Le modèle comporte trois zones pour répartir les flottilles comme zones de façon similaire au modèle de 2015, mais n'a pas de mouvement explicite entre les zones et fonctionne donc comme un modèle non spatial à une zone. Le modèle commence en 1950 et postule que le stock démarre dans des conditions vierges.

Le groupe a examiné les modèles initiaux (SCRS/2018/111, scénarios 1-15) présentés par l'auteur et un certain nombre de scénarios supplémentaires du modèle ont été discutés, proposés et exécutés. Un ensemble de diagnostics a été réalisé pour évaluer la performance du modèle, qui incluait des ajustements à l'indice palangrier conjoint, des valeurs résiduelles de la composition des tailles, une analyse rétrospective, une simulation rétrospective, un profil de vraisemblance, des diagnostics de l'influence de paramètres fixes et des analyses de sensibilité sur les paramètres influents. Les détails de ces scénarios figurent dans le **tableau 12** et dans les présentations (SCRS/P/2018/051-054).

3.2.2 Mortalité naturelle

La mortalité naturelle (M) a été paramétrée de manière similaire à l'évaluation de 2015 avec une fonction de Lorenzen (2005) où M a été échelonné en fonction de la courbe de croissance de façon externe à Stock synthèse. Un vecteur de mortalité naturelle fixe a été utilisé dans SS3 en tant que paramètre unique pour chaque donnée d'âge.

Un important diagnostic du modèle consistait à établir le profil de la mortalité naturelle. Ceci a été réalisé en remplaçant le vecteur fixe des paramètres de M par âge par l'option de mise à l'échelle de Lorenzen dans Stock synthèse 3 (SS3) et en profilant le modèle de référence préliminaire. Les résultats ont indiqué que la composition par taille favorisait une mortalité naturelle plus élevée, mais que celle-ci était négativement corrélée à la steepness estimée. Par conséquent, plutôt que d'utiliser une valeur de M, estimée de façon interne par SS3, qui avait la plus faible vraisemblance logarithmique de la gamme évaluée (0,10, 0,15, 0,20, 0,25, 0,30, 0,35, 0,40), il a été décidé d'utiliser une valeur de 0,35 pour la mortalité d'âge 4, ce qui correspond à une steepness estimée à 0,7 comme alternative de M. Cela était similaire au vecteur « élevé » utilisé dans l'évaluation de 2015 et représentait une hausse de 25% de M par rapport à la base de référence. Pour maintenir la cohérence avec la structure du modèle, le groupe a considéré deux vecteurs fixes de M dans la grille d'incertitude-SS3 (**tableau 2**).

3.2.3 Croissance, relations morphométriques et reproduction

Comme indiqué dans la section 2.1, le groupe a décidé d'utiliser une formulation de Richards du modèle de croissance d'après Hallier *et al.* (2005) ($L_{inf} = 179,9$, $K = 0,281$, $t_0 = -.32$, $b = -7,185$ et $m = 2280,4$). Le poids du thon obèse de l'Atlantique en kilogrammes a été estimé à partir de la longueur droite à la fourche, en centimètres, comme suit :

$$W_a = (2.396E-05) * SFL^{2.9774} \quad (\text{Parks et al 1982})$$

La fécondité a été modélisée comme fonction directe du poids corporel de la femelle. Le calendrier de maturité utilisé était celui qui avait été adopté lors d'évaluations précédentes : 0% pour les âges 0-2, 50% pour l'âge 3, et 100% pour les âges 4-10.

L'analyse de sensibilité sur la croissance a été réalisée avec SS3 en comparant le modèle de référence préliminaire avec les paramètres estimés par le modèle SS3 lorsqu'on inclut les données de Hallier *et al.* (2005) dans le modèle et qu'on laisse le modèle estimer la croissance. Les résultats suggèrent que le modèle estime une croissance inférieure à celle du modèle de référence préliminaire. Cependant, les graphiques des valeurs résiduelles montrent que le modèle sous-estime la croissance. Cela pourrait être dû au fait que la date de capture des données de Hallier *et al.* (2005) n'était pas disponible et que, par conséquent, le modèle ne pouvait pas connaître la saison de la naissance du poisson. Par conséquent, le modèle n'avait pas suffisamment d'informations pour estimer correctement la croissance. Cela indique que davantage d'études sur la croissance sont nécessaires pour améliorer le modèle de croissance, ce qui améliorerait l'évaluation.

3.2.4 Structure des flottilles

À l'instar de l'évaluation de 2015, le modèle a utilisé 15 flottilles différentes (**tableau 13, figure 20**). La structure des flottilles était sensiblement la même qu'en 2015 à quelques exceptions près. Tout d'abord, la pêcherie opérant à la ligne à main au Nord du Brésil a été combinée avec la flottille 8 TRO-North BB tardive car elle avait une composition des tailles similaire. Ensuite, la plupart des flottilles « autres » LL et autres flottilles (13-15) sont maintenant identifiées au type d'engin, ce qui permet de placer correctement les captures de PS-FAD et de BB dans leurs flottilles respectives. Les flottilles conservent leur représentation de zone respective, mais le modèle ne dispose plus de trois zones distinctes pour tenir compte du mouvement des poissons entre elles. La sélectivité différentielle pour chaque flottille a été modélisée pour tenir compte de la disponibilité dans différentes zones.

3.2.5 Entrées d'indice d'abondance

Trois variations différentes des indices d'abondance ont été utilisées initialement (section 2.3). La première était l'indice LL conjoint divisé en 1979 lorsque le numéro d'identification du navire (SCRS/2018/58) a été inclus. La seconde était la version continue de l'indice LL conjoint sans identification du navire et la troisième utilisait l'indice divisé plus l'indice des canneurs de Dakar-UE (SCRS/2018/60). Pour diviser efficacement l'indice, un paramètre de capturabilité distinct a été estimé pour chaque période temporelle. Les indices ont été saisis en tant qu'indices annuels avec un CV moyen = 0,2, mais ils ont pu varier avec la variabilité interannuelle de l'erreur type estimée de l'indice. La variance de l'indice a été modélisée comme étant lognormale et le CV de l'indice a été converti en erreurs standard à l'échelle logarithmique pour être saisi.

$$SE = \sqrt{\ln(1 + CV^2)}$$

Pour obtenir la variance interannuelle de l'indice conjoint, la moyenne géométrique de chaque CV saisonnier a été obtenue et utilisée comme entrée pour l'indice annuel. Les indices ont été entrés en tant que valeurs annuelles. L'évaluation du modèle de 2015 comparant les entrées de l'indice comme saisonnières ou annuelles indiquait très peu de différence entre les deux types d'intrants.

3.2.6 Composition par taille

Les données sur la composition par taille ont été initialement traitées par le Secrétariat (SCRS/P/2018/46) pour éliminer les valeurs aberrantes et pour obtenir une structure de flottilles généralement homogène. Après élimination des valeurs aberrantes, aucun poisson au-dessus de 220 cm n'est demeuré dans le jeu de données. La structure de la flottille est restée la même qu'en 2015, à quelques exceptions près pour les flottilles 13 à 15, qui contenaient principalement des flottilles palangrières du Taipei chinois plus d'autres flottilles dans les zones 1, 2 et 3, respectivement. Depuis 2013, il y a eu une augmentation des captures de poissons par les senneurs sous DCP (PS-DCP) dans la zone 3, qui étaient à l'origine attribuées à la flottille 15, biaisant ses échantillons de taille vers des poissons plus petits ces dernières années. Ces poissons PS-DCP ont été placés dans la flottille 4 ESFR_FADS2_PS_9117. De plus, la pêcherie à la ligne à main brésilienne a été assignée à la flottille 8_BB_FisTropN2_8014, car sa composition par taille était similaire sur la base d'un échantillonnage de taille limitée de cette pêcherie.

La composition par taille a été saisie avec une taille d'échantillon initiale égale à $\ln(N)$ pour diminuer le poids de plusieurs échantillons au sein d'une combinaison de flottille, saison et année.

3.2.7 Recrutement des stocks

On a postulé qu'une relation stock-recrutement de Beverton-Holt modélisait le nombre de recrues en tant que fonction de la biomasse du stock reproducteur. Le recrutement vierge (R_0) a été librement estimé et la steepness (h) a été fixée à une valeur de 0,8 pour le modèle de référence préliminaire et à 0,7 ou 0,9 pour la grille d'incertitude. Le profilage de la steepness a indiqué que les informations fournies dans les données étaient insuffisantes pour l'estimer librement. La variation annuelle du recrutement (σ_R) a été fixée à 0,4, 0,2 et 0,6 étant utilisés pour les scénarios de sensibilité et la grille d'incertitude. Le recrutement annuel total estimé a été réparti sur les quatre saisons en fonction des allocations saisonnières estimées dans le modèle. Les déviations dans le recrutement annuel ont été estimées de 1974 à 2016. La correction du biais lognormal ($-0,5\sigma^2$) pour la moyenne de la relation stock- recrutement a été appliquée entre 1974 et 2016 avec une rampe de correction du biais appliquée selon les recommandations de Methot et Taylor (2011) et avec une correction du biais maximum ultérieurement ramenée à 0,2 compte tenu du contenu limité de l'information dans le modèle pour estimer les écarts de recrutement.

3.2.8 Selectivité

La sélectivité basée sur la longueur a été estimée pour chacune des 15 flottilles (**tableau 13**). Les flottilles 1-4 (senneurs) ont été modélisées avec des splines cubiques à 5 nœuds, la flottille 5 (5_BB + PS_Ghana2_6517) a été modélisée avec une spline cubique et les flottilles 6-9 (canneurs) ont été modélisées avec une distribution double normale. Les flottilles 10, 12, 13 et 15 (palangres des zones 1 et 3) ont été modélisées avec une fonction spline à cinq nœuds et la flottille 11 (palangre japonaise dans la zone 2) a été modélisée avec une distribution double normale. La flottille 14 (principalement le Taipei chinois) a été modélisée avec une sélectivité double normale dans la première période et une sélectivité asymptotique dans la dernière période à partir de 2005.

3.2.9 Pondération des données

Les tailles des échantillons d'entrée pour la composition par taille ont été initialement saisies comme logarithme naturel de la taille de l'échantillon. Cela a grandement diminué les tailles des échantillons d'entrée, qui se situaient aux alentours de mille. Le poids de la composition par taille a encore été réduit en utilisant un facteur de pondération de 0,5 qui a finalement été ramené à 0,1 pour le cas de référence SS3 final (scénario 19). Cela permet au modèle de mieux s'ajuster à l'indice de CPUE et d'améliorer le schéma rétrospectif des modèles. Les ajustements de la variance d'entrée ont été modifiés conformément aux recommandations de Francis et Hilborn, 2011.

3.2.10 Examen d'un éventuel changement de sélectivité

Après examen des diagnostics des ajustements à la composition par taille, il a été noté qu'il existait d'importantes valeurs résiduelles de Pearson positives après 1992 avec une absence d'ajustement pour les grands poissons et les petits poissons de la flottille 11 (LL japonaise dans la région 2). Il a été suggéré qu'un tel manque d'ajustement pourrait être associé à un changement possible de sélectivité. Une discussion a eu lieu sur la question de savoir si ce changement de sélectivité pouvait être justifié par des changements dans les opérations palangrières de cette flottille. Un certain nombre de facteurs possibles ont été examinés :

- le nombre d'hameçons entre les flotteurs ;
- les diagrammes d'influence de la standardisation de la CPUE ;
- la répartition géographique des prises de thon obèse de l'Atlantique.

La tendance du nombre d'hameçons entre les flotteurs (NHF) dans la pêche palangrière japonaise a été examinée, ce qui a révélé une tendance à la hausse du milieu des années 1970 au début des années 1990, après quoi les opérations palangrières en eaux profondes sont devenues dominantes (**figure 21**). Cela a été considéré comme faisant partie de la justification du changement de sélectivité au cours de cette période.

Les captures pour la flottille japonaise LL 11 dans la zone équatoriale (25°N à 20°S) de CATDIS (cdsBET5017_v1_forSS3_v2.xls) ont été tracées par année et bande latitudinale. Il a été observé que dans les latitudes comprises entre l'équateur et 10 degrés sud et nord (**figures 22a et 22c**), les captures ont atteint un pic initial vers 1965 et un déclin par la suite, de sorte que les prises ont été faibles dans les années 1970. Les captures ont recommencé à augmenter au début des années 80 et ont été importantes jusqu'au milieu des années 90, quand elles ont commencé à décliner. L'augmentation et le déclin des prises étaient beaucoup plus importants dans le sud de l'équateur (**figure 22a**). Les prises au sud de l'équateur étaient trois fois plus grandes que celles au nord de l'équateur dans les années 1980 et 1990. Dans les années 2000 et 2010, les prises entre 10°N et 10°S étaient faibles et similaires à celles des années 60. Les prises provenant d'autres bandes latitudinales au nord et au sud respectivement de 10 degrés N et 10 degrés Sud ont fluctué sans une forte tendance pour tout l'historique de la pêche. Cela suggère que dans les années 1980 et 1990, la flottille palangrière japonaise a réalisé de très grandes captures dans la zone équatoriale, mais que ces captures ont largement disparu dans les années 2000.

Comme il y avait suffisamment de preuves de changements dans les opérations, le groupe a décidé d'ajouter un bloc temporel supplémentaire à SS3 dans l'ajustement pour la flottille 11 en 1992. Un ensemble supplémentaire de paramètres de sélectivité a été ajusté à la flottille 11 à partir de 1992.

Le nouvel ajustement a quelque peu amélioré la vraisemblance, a mieux prévu les longueurs moyennes et a réduit les valeurs résiduelles de Pearson de l'ajustement à la composition par taille.

Le groupe a accepté d'inclure les changements de sélectivité à partir de 1992 dans la flottille japonaise LL (flottille 11).

Cependant, le groupe a convenu que des lignes directrices générales permettant de définir et de sélectionner un bloc temporel pour les modifications de la sélectivité des pêcheries pourraient être élaborées. Par exemple, les éléments suivants pourraient être étudiés avant qu'un bloc temporel pour la sélectivité de la pêche ne soit appliqué :

- Analyser des preuves empiriques de changements dans les facteurs qui pourraient avoir influencé la sélectivité de la pêche, tels que la dynamique de la flottille de pêche, la répartition des poissons, les engins de pêche et / ou les réglementations de pêche ;
- Faire des blocs temporels préliminaires et ajuster le modèle aux données ;
- Évaluer les distributions des valeurs résiduelles pour des schémas temporels potentiels afin d'ajuster éventuellement les blocs temporels définis au tout début ; et
- Répéter la procédure ci-dessus jusqu'à ce que les schémas temporels des valeurs résiduelles soient résolus dans chaque bloc temporel.

3.2.11 *Diagnostics du modèle*

Le cas de référence-SS3 (scénario 19) et tous les scénarios de sensibilité ont des composantes hessiennes définies positives et des composantes de gradient maximum inférieures à 0,0001. La plupart des paramètres ont été estimés avec une précision relativement élevée et une faible corrélation. Seul le modèle à 3 zones comporte des paramètres limités et, en raison des mauvaises performances du diagnostic, le modèle a été exclu au moment de l'examen de la grille d'incertitude structurelle.

L'évaluation diagnostique des ajustements à l'indice (**figure 23**) et les données sur la composition par taille (**figure 24**) n'indiquaient pas un manque d'ajustement aux données. La série complète de diagnostics (diagrammes des valeurs résiduelles de Pearson, ajustements pour chaque saison, année et flottille) pour les ajustements de composition par taille a été évaluée, mais ne figure pas dans ce rapport. Les sélectivités estimées à partir du modèle SS3 sont présentées à la **figure 25**. Le profil de vraisemblance dans la gamme des valeurs hypothétiques de R_0 , de σ_R et de steepness est présenté aux **figures 26 et 28**.

Des analyses rétrospectives du modèle ont été effectuées pour les scénarios possibles de SS3 et cet outil de diagnostic a été utilisé comme critère de sélection du modèle principal pour sélectionner le cas de référence. Dans l'ensemble, le scénario 19 a donné les meilleurs résultats dans les diagnostics rétrospectifs (**figure 29**), et ce scénario a été sélectionné comme cas de référence-SS3 pour la construction de la grille de référence.

3.2.12 *Simulation rétrospective du modèle*

Le SCRS/P/2018/50 a évalué la prévisibilité future des modèles d'évaluation de SS3 en utilisant une approche de simulation rétrospective (Kell et al., 2016), où les modèles sont ré-exécutés rétrospectivement en supprimant les données des années récentes (à la fois des indices d'abondance et de composition par taille) et les trajectoires de la biomasse sont prévues jusqu'à l'année la plus récente. À cette fin, les quatre différents scénarios suivants de SS3 ont été évalués sur trois périodes différentes de simulation rétrospective (3, 5 et 10 ans supprimés de la série temporelle) et comparés aux modèles qui utilisaient la série temporelle complète.

- 1) Modèle de référence préliminaire (scénario 1)
- 2) Scénario 17 ($\lambda = 0,1$)
- 3) Scénario 18 ($\lambda = 0,1$ et bloc temporel supplémentaire)
- 4) Scénario 19 ($\lambda = 0,1$, bloc temporel supplémentaire et correction du biais maximum de 0,2) - cas de référence final

Au cours de l'analyse de sensibilité de la simulation rétrospective, les indices d'abondance prévus au cours des dernières années ont été retirés et calculés en multipliant la capturabilité et la biomasse vulnérable. Ces CPUE prévues pour la période récente ont été comparées visuellement aux valeurs d'indice observées (**figure 30**) et quantitativement via la racine carrée de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) indiquée dans le **tableau 14**. Les résultats ont montré que la performance de la prédiction dépend des années de simulation rétrospective car le comportement récent des indices d'abondance (conjointes) au cours des 10 dernières années a une période de baisse (2008-2012) et une tendance à la hausse (2013-2017) ; ce qui a grandement influencé les prévisions du modèle. Pour cette raison, la prévision de cinq années de simulation rétrospective a été assez difficile pour les scénarios de SS3 quels qu'ils soient.

3.2.13 *Scénarios de sensibilité*

Une série de scénarios de sensibilité a été exécutée par le groupe dans le but de diagnostiquer les modèles à inclure dans la grille d'incertitude. Les scénarios de sensibilité (**tableau 12**) ont été présentés lors de l'atelier sur les données. Trois scénarios de sensibilité supplémentaires ont été ajoutés pour évaluer les augmentations (+ 25%, scénario 14) et les diminutions (-10%, scénario 15) de la capture totale de la flottille 4_ESFR_FADS2_PS_9117 en réponse aux incertitudes sur les ponctions totales des petits poissons et la sélectivité asymptotique de la flottille 11_Japan_LL2_6117 (scénario 13). Lors de la réunion d'évaluation, un certain nombre d'autres préoccupations ont été examinées, notamment un bloc temporel sur la sélectivité pour la flottille 11 en 1992, une réduction du poids dans les données de composition par taille jusqu'à un λ de 0,1 et une réduction de l'étendue de la correction du biais pour l'estimation des écarts de recrutement, soit un total de 19 scénarios du modèle (**tableau 12**).

3.3 VPA-2box

La matrice de prise par âge de la VPA a été estimée à l'aide du modèle de croissance du thon obèse de Richards (Hallier et al., 2005). La CAA a été développée et mise à la disposition du groupe en fin de semaine et, par conséquent, en raison de contraintes temporelles, le groupe a décidé de ne pas exécuter cette fois la VPA.

4. Résultats de l'état des stocks

4.1 Modèles de production

4.1.1 mpb

La procédure de rejet des scénarios se basait sur les diagnostics recommandés par la réunion de préparation des données. Un scénario a été choisi comme cas de référence-mpb pour représenter l'état du stock et les tendances historiques, c'est-à-dire en utilisant les indices R2 conjoints divisés comme indicateur d'abondance. 500 bootstraps ont été exécutés pour produire les résultats de ce cas de référence. Les **tableaux 15** et **16** montrent les paramètres estimés et les niveaux de référence basés sur la PME résumés par moyennes, médianes et intervalles de confiance de 90%. Les **figures 31** et **32** montrent la trajectoire estimée du stock sur un diagramme de Kobe et les densités des estimations relatives de l'état du stock en 2017. La **figure 32** montre également les probabilités que le stock se trouve dans les différents quadrants du diagramme de Kobe. Selon les estimations du cas de référence-mpb, le stock de thon obèse de l'Atlantique est actuellement surexploité et subit une surexploitation (zone rouge du diagramme de Kobe) avec une probabilité très élevée (90,8%).

4.1.2 JABBA

Les scénarios de JABBA sur les valeurs d'entrée fixes de B_{PME}/K (0,278, 0,306 et 0,332) ont produit des trajectoires similaires de mortalité par pêche (F) et de biomasse par rapport à la biomasse non exploitée (B/K) pour les trois scénarios de grilles d'incertitude-JABBA (**figure 33**). Au cours de la période initiale 1950-1990, les estimations de la biomasse totale étaient les plus élevées pour $B_{PME}/K = 0,278$ et les plus faibles pour $B_{PME}/K = 0,332$, mais similaires par la suite. Les estimations de la PME (76.768 - 78.606 t) et de B_{PME} étaient similaires pour les scénarios de chaque grille d'incertitude (**tableau 17**). Les estimations ponctuelles de B_{2017}/K pour l'année 2017 allaient de 0,244 à 0,252 pour la grille d'incertitude-JABBA (**tableaux 17** et **18**), où $B_{PME}/K = 0,278$ ($h = 0,9$) entraînait le B_{2017}/K le plus pessimiste. Le contraire se produit pour B/B_{PME} et F/F_{PME} , où $B_{PME}/K = 0,278$ ($h = 0,9$) a produit les trajectoires de l'état des stocks les plus optimistes pour B/B_{PME} et F/F_{PME} . Cela peut être attribué à la prédétermination du maximum de la courbe de production excédentaire (PME) le long de l'axe B_{PME}/K par le choix du paramètre de forme m (et de la steepness h dans SS3), ce qui semble être compensé par des estimations accrues de K au fur et à mesure que le point de référence B_{PME}/K est diminué (**tableau 17**). Les résultats du modèle Fox ont été inclus pour faciliter la comparaison avec le cas de référence-mpb (**tableau 17**). L'incertitude combinée concernant les trajectoires de référence de l'état du stock de la biomasse exploitable B , l'épuisement de la biomasse B/K , B/B_{PME} et F/F_{PME} pour les trois scénarios de la grille d'incertitude et le scénario initial du modèle Fox sont présentés aux **figures 33** et **34**. Les distributions a posteriori combinées B_{2017}/B_{PME} et F_{2017}/F_{PME} de la grille d'incertitude JABBA (**figure 35**) prédisaient avec une probabilité de 85,5% que le stock reste surexploité et que la surpêche se produit toujours (quadrant rouge).

4.2 Stock Synthèse (SS3)

Le cas de référence-SS3 final (scénario 19) a montré des ajustements aux indices sensiblement améliorés, ainsi que des performances rétrospectives améliorées pour l'ensemble des scénarios de sensibilité. Plusieurs paramètres clés tels que la steepness et sigmaR n'ont pu être estimés et ont donc été fixés dans tous les scénarios du modèle. L'objectif principal de la construction du cas de référence était de servir de base à la construction de la grille d'incertitude.

Les écarts de recrutement montrent une certaine tendance dans les valeurs résiduelles avec un recrutement plus élevé entre 1990 et 2000 (**figure 36**). La relation stock-recrutement estimée montre quelques

éléments de preuve d'une relation entre la SSB et les recrues (**figure 37**), mais le contraste entre les données était néanmoins insuffisant pour estimer la steepness à partir des profils (voir les figures de la section 3). Le recrutement par saison indique que la proportion la plus élevée de recrues serait née dans la saison 2 (avril-juin) et la plus faible dans la saison 4 (octobre-décembre). Les séries temporelles des nombres à l'âge montrent peu de preuves d'une structure de cohorte forte et d'une diminution de l'âge moyen dans la population au fil du temps (**figure 38**).

L'évaluation des scénarios de sensibilité et des scénarios exploratoires ultérieurs du modèle menée lors de la réunion indique qu'ils ont montré des trajectoires de recrutement et de biomasse du stock très similaires. De plus, tous les scénarios de sensibilité s'accordaient assez sur l'état du stock en ce qui concerne SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} , avec les augmentations récentes de F et les diminutions de la SSB depuis l'évaluation de 2015.

Évaluation de la grille d'incertitude

Après l'évaluation des diagnostics pour le cas de référence-SS3 (scénario 19) et de la plupart des scénarios de sensibilité, la grille d'incertitude finale a été développée à partir des deux vecteurs de mortalité naturelle, trois valeurs σ_R (0,2 ; 0,4 ; 0,6) et trois valeurs de steepness (0,7 ; 0,8 ; 0,9). Cela a donné lieu à un total de 18 scénarios du modèle pour la grille d'incertitude structurelle (**tableau 19**). Un modèle linéaire généralisé a été utilisé pour évaluer l'effet des facteurs de la grille sur les principaux résultats du modèle et a indiqué que la plupart des facteurs du modèle étaient significatifs et avaient une incidence sur les résultats, ce qui appuyait les configurations du modèle sélectionnées pour la grille d'incertitude de référence. Les 18 scénarios du modèle ont tous convergé et avaient des valeurs de composante de gradient maximales $<0,001$.

Les résultats déterministes des 18 scénarios de la grille d'incertitude-SS3 montrent un déclin à long terme de la SSB, l'estimation actuelle se situant au niveau le plus bas de la série temporelle (**figure 39**). La mortalité par pêche (F moyen des âges 1 à 7) a montré un pic à partir du début des années 90 et est ensuite restée élevée depuis lors, atteignant un sommet ces dernières années (**figure 39**). Les estimations du recrutement montrent deux «grappes» en fonction du taux de mortalité naturelle postulé, mais des cohortes estimées très similaires dans l'ensemble (**figure 39**).

Toutes les estimations ponctuelles des scénarios déterministes de SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} (**figure 40**) ont indiqué que $F > F_{PME}$ et $SSB < SSB_{PME}$ au cours de la dernière année. La grille d'incertitude montre que, malgré un large éventail de postulats concernant la productivité des stocks (steepness) et la paramétrisation du modèle, les résultats concordent tous en ce qui concerne les tendances et l'état du stock récents.

L'état du stock déterministe pour les résultats de la grille d'incertitude-SS3 indique que les taux de mortalité par pêche actuels (**tableaux 20 et 21**) sont supérieurs à F_{PME} et que le stock reproducteur est inférieur à SSB_{PME} . La **figure 41** montre la trajectoire estimée pour tous les scénarios de la grille d'incertitude-SS3 du stock sur un diagramme de Kobe. Les calculs des paramètres variables dans le temps montrent une augmentation à long terme de SSB_{PME} et une diminution générale à long terme de la PME (**figure 42**).

4.3 VPA-2box

L'analyse de la VPA n'a pas été réalisée.

4.4. Synthèse des résultats de l'évaluation

Le groupe a soigneusement évalué les diagnostics des modèles pour chaque plateforme de modélisation et évalué une série d'analyses de sensibilité. Chacune des plateformes de modélisation a montré de bonnes performances, ce qui reflète probablement les signaux clairs de l'indice palangrier conjoint.

Les modèles montrent des résultats cohérents à la fois dans l'ampleur absolue du stock et dans l'état du stock (**figures 43 et 44**). Les trois plateformes indiquent que le stock de thon obèse de l'Atlantique est surexploité et victime de surpêche. Les modèles estiment une PME similaire entre 76.232 et 80.359 t. Les résultats de l'état du stock sont également similaires entre 1,21 et 1,63 pour F_{2017}/F_{PME} et entre 0,59 et 0,82 pour B_{2017}/B_{PME} ou SSB_{2017}/SSB_{PME} (**tableau 22**).

Les modèles de production ont divergé de Stock synthèse dans les récentes tendances des taux de mortalité par pêche estimés. SS3 a indiqué une augmentation de F ces dernières années alors que les modèles de production indiquaient des trajectoires relativement plates. Cela peut être dû à la capture croissante de petits poissons qui est prise en compte dans les modèles structurés par âge.

Le groupe a convenu que la grille d'incertitude élaborée à partir du cas de référence-SS3 (scénario 19) soit utilisée pour l'avis de gestion. La grille d'incertitude-SS3 comprend 18 configurations de modèles qui ont été étudiées pour s'assurer que les principales sources d'incertitude structurelle ont été incorporées et représentées dans les résultats de l'évaluation finale. Les résultats de deux modèles de production, mpb et JABBA, seront également utilisés pour appuyer l'avis.

Le modèle d'évaluation statistique intégré SS3 permet d'incorporer des informations plus détaillées, tant pour la biologie des espèces que pour les données des pêcheries, y compris les données de taille et la sélectivité par différentes composantes de la flottille et des engins. Comme SS3 permet de modéliser les changements de sélectivité des différentes flottilles et d'étudier l'effet de la structure par taille/âge des captures de différentes pêcheries sur la dynamique de la population, la productivité et la mortalité par pêche, on a privilégié son utilisation pour l'avis de gestion.

5. Projections

Le groupe a décidé de projeter chacun des modèles (JABBA, mpb, SS3) en utilisant les spécifications générales suivantes.

- Intervalle de projection : le groupe a accepté de faire des projections sur un intervalle de 15 ans, 2018-2032.
- Capture de 2018 : Fixée à 78.445 t, la capture moyenne en 2016-2017, ce qui correspond aux années où la Recommandation 15-01 a été pleinement mise en œuvre.
- Des projections de prises constantes ont été effectuées à 0 t et 40.000-90.000 t, à des intervalles de 5.000 t.
- Recrutement :
 - SS3 : basé sur la relation estimée stock-recrutement avec 0 écart de recrutement.
- Sélectivité et allocations des flottilles : Il est nécessaire de spécifier le schéma de sélectivité pour les projections. Le modèle approprié est spécifique au modèle.
 - JABBA et mpb : voir la section ci-dessous.
 - SS3 : moyenne des deux dernières années du modèle (2016-2017).

5.1 Modèles de production

5.1.1 mpb

Les projections de capture des 500 itérations élaborées à partir du cas de référence-mpb ont été effectuées en utilisant des limites de capture de 40.000 à 90.000 t projetées en avant pendant 15 ans. Les trajectoires déterministes de la biomasse et de la mortalité par pêche relatives sont présentées à la **figure 45** et les résultats probabilistes à partir des projections de bootstrap au **tableau 23**.

5.1.2 JABBA

Les projections de capture des scénarios de la grille d'incertitude-JABBA ont été construites en combinant les distributions a posteriori de chaque scénario. La distribution a posteriori combinée comprenait au total 30.000 itérations MCMC pour chaque année de projection. Des projections ont été faites jusqu'en 2032, en postulant que 2019 était l'année de mise en œuvre. Les projections sont illustrées à la **figure 46** pour une augmentation progressive entre 40.000 et 90.000 t à un intervalle de 5 000 t. Les matrices de projection de Kobe résumant les probabilités d'atteindre des taux de capture inférieurs à F_{PME} , au-dessus de la biomasse et permettant au stock de se trouver dans le quadrant vert du diagramme de phase de Kobe sont résumées dans le **tableau 24**.

5.1.3 SS3

Les projections de capture de 18 scénarios de la grille d'incertitude-SS3 ont été effectuées à des captures constantes allant de 40.000 à 85.000 t. Les résultats sont présentés en utilisant des trajectoires déterministes pour la biomasse du stock reproducteur relatif (**figures 47 et 48**) et la mortalité par pêche (**figures 49 et 50**).

Le groupe a recommandé que l'avis de gestion final soit élaboré à partir des 18 scénarios de la grille d'incertitude-SS3, comme décrit à la section 4.4. Une caractérisation complète des projections SS3 sera effectuée entre les sessions et les résultats seront présentés dans un document séparé du SCRS lors de la réunion du groupe d'espèces en septembre, y compris les matrices de stratégie de Kobe avec des estimations par bootstrap de l'incertitude dans les 18 scénarios de la grille d'incertitude-SS3.

6. Recommandations

6.1 Recherche et statistiques

- Notant que l'indice conjoint de la CPUE LL standardisée était une amélioration par rapport aux indices spécifiques aux flottilles en raison de la couverture temporelle et spatiale intégrée qu'il apportait pour la biomasse du stock et du fait qu'il minimise les conflits de données dans les modèles d'évaluation des stocks, le groupe recommande que la standardisation de la CPUE palangrière conjointe pour le thon obèse se poursuive à l'avenir, et que cet effort soit également étendu à d'autres espèces. Le groupe a également convenu que la poursuite des travaux de développement devrait recevoir une priorité élevée (section 2.3) et il faudra pour cela :
 - demander aux CPC de s'engager à développer un indice palangrier conjoint pour les thonidés tropicaux basé sur la combinaison de données opération par opération.
 - trouver un mécanisme de partage des données avant les réunions de préparation des données afin de produire un document du SCRS avec l'indice combiné.
 - convenir d'une procédure pour protéger la confidentialité des données nationales.
 - s'entendre sur une méthodologie pour combiner les données.
 - s'assurer que les scientifiques du groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux ont la capacité de mener l'analyse (pendant la réunion de préparation des données sur le thon obèse, un scientifique externe a dirigé l'analyse).
- Compte tenu de l'importance d'avoir un indice de recrutement, le groupe recommande que de nouvelles tentatives soient faites pour produire une CPUE standardisée pour la pêcherie de senneurs opérant sous DCP et les pêcheries de canneurs. Notant le travail effectué sur les estimations de la biomasse à partir des informations sur les bouées acoustiques, le groupe recommande de poursuivre l'exploration de ces données pour l'élaboration d'un indice indépendant des pêcheries.
- Compte tenu des travaux de l'AOTTP sur le marquage avec l'oxytétracycline et du développement d'un jeu de référence d'otolithes pour le thon obèse et l'albacore, le groupe recommande que la croissance du thon obèse et de l'albacore, y compris les parties dures et les données de marquage, soit considérée comme une priorité de la recherche étant donné que cela permettra d'améliorer l'évaluation des stocks en réduisant l'incertitude des modèles par rapport à cet important paramètre biologique.
- Compte tenu de la difficulté de sélectionner des modèles d'évaluation des stocks, du cas de base ou des grilles de référence dans le cadre d'un modèle d'évaluation des stocks particulier, et du processus de pondération des scénarios/modèles pour la formulation de l'avis de gestion, le groupe recommande que le groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks (WGSAM) élabore des critères et des protocoles formels pour la sélection de modèles d'évaluation inter- et intra-stock ainsi que la pondération entre les modèles et/ou les scénarios au sein d'un modèle particulier pour l'avis de gestion.
- Recommander que l'équipe du projet MSE sur les thonidés tropicaux fasse le maximum pour consulter et communiquer périodiquement avec le groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux et le SCRS afin

d'améliorer le développement de la MSE et d'accroître la probabilité que les résultats du projet soient acceptés par le SCRS.

- Pour permettre au SCRS d'évaluer l'impact des modifications potentielles du plan de gestion des capacités du Ghana, le groupe recommande que le Secrétariat de l'ICCAT demande au Ghana d'autoriser les scientifiques ghanéens/du SCRS à accéder aux données AVDTH et VMS de leurs flottilles de senneurs et de canneurs et à les analyser pour estimer la capacité de pêche par type de navire.
- Le groupe demande que les CPC qui utilisent des DCP pour capturer les thonidés tropicaux préparent des analyses indiquant tout changement dans la répartition de l'effort et de la capture pendant et autour des moratoires actuels et comparent ces distributions à celles antérieures à la mise en œuvre des moratoires actuels.
- Le groupe recommande que les méthodes alternatives (découpage, clé de longueur inverse, etc.) utilisées pour développer la capture par âge des thonidés tropicaux soient testées avant la prochaine évaluation.
- Notant que l'AOTTP a reçu une demande d'activités de soutien dans lesquelles les données déjà collectées par le programme seront analysées, le groupe recommande que les scientifiques intéressés par ces activités soumettent des propositions au coordinateur de l'AOTTP avant la réunion du groupe d'espèces de 2018.

7. Autres questions

7.1 Réponses aux requêtes de la Commission

Le groupe a examiné les demandes de la Commission relatives aux thonidés tropicaux (**tableau 25**) et a élaboré un plan de travail pour pouvoir fournir des réponses. Ces réponses seront finalisées lors de la réunion du groupe d'espèces en septembre.

7.1.1 Stratégies et exigences en matière de données pour l'examen des impacts sur le niveau des captures du plan potentiel de gestion des capacités exhaustif et détaillé du Ghana

Le paragraphe 12c de la Rec. 16-01 de l'ICCAT prévoit que le Ghana devra être autorisé à modifier le nombre de ses navires par type d'engin dans le respect de ses limites de capacité communiquées à l'ICCAT en 2005, sur la base de la proportion de deux canneurs par senneur. Ce changement doit être approuvé par la Commission. À cet effet, le Ghana devra fournir un plan de gestion de la capacité exhaustif et détaillé à la Commission au moins 90 jours avant la tenue de la réunion annuelle. L'approbation est notamment soumise à l'évaluation par le SCRS de l'incidence que pourrait avoir ledit plan sur le niveau des captures.

Bien qu'il n'y ait pas de demande en attente du Ghana pour modifier à ce stade son plan de gestion de la capacité, le groupe a discuté de la nature de cette évaluation des impacts des captures et de ce qui serait nécessaire pour la mener à bien. Cette évaluation est compliquée par le fait que les captures sont généralement partagées entre les types de navires (PS et BB) et le SCRS a généralement conclu que les données ghanéennes provenant des deux engins devaient être traitées comme un engin combiné. En fin de compte, il serait nécessaire de calculer les capacités de capture relatives d'un senneur par rapport à deux canneurs. Le groupe a estimé qu'il serait préférable de demander des informations aux scientifiques/correspondants statistiques ghanéens pour permettre le calcul de la puissance de pêche relative des senneurs et des canneurs. Cela nécessiterait un examen des données détaillées du carnet de pêche et du VMS au niveau du navire, qui fournirait des informations sur la capture et le mode de pêche avec une résolution temporelle et spatiale suffisante pour l'analyse.

Une approche comparant les variations annuelles du nombre de senneurs et de canneurs ainsi que des niveaux d'effort aux niveaux de capture annuels a été proposée. Cependant, le groupe a estimé qu'il pourrait être difficile de séparer les changements dus aux modifications des proportions du type de navire par rapport aux changements dus à la taille et à la disponibilité de la population.

7.1.2 Définition de la procédure visant à actualiser l'analyse des effets du moratoire actuel sur les DCP

Le paragraphe 15 de la Rec. 16-01 prévoit que le SCRS doit évaluer l'efficacité de la fermeture spatio-temporelle visée au paragraphe 13 destinée à réduire les prises des juvéniles de thon obèse et d'albacore. En outre, le SCRS devra formuler un avis à la Commission sur une possible fermeture spatio-temporelle alternative des activités de pêche sous DCP visant à réduire les prises de petits thons obèses et albacores à plusieurs niveaux.

Le groupe a noté qu'il n'existait qu'une année de données disponibles couvrant la période suivant la mise en œuvre de la fermeture spatio-temporelle à la pêche sous DCP. Cela limite la force et les options pour les analyses. Les changements de l'état du stock au cours de la dernière année ne peuvent être évalués que pour le thon obèse de l'Atlantique. Pour les autres stocks, il n'y a pas eu d'évaluation depuis l'imposition de ce moratoire. Étant donné l'incertitude des estimations de la mortalité par pêche par âge en 2017 (voir section 4), il est difficile de déterminer si la mortalité des plus jeunes spécimens de thon obèse de l'Atlantique a considérablement changé au cours de la dernière année et si un quelconque changement est lié au moratoire spatio-temporel.

Comme cela a été fait pour les moratoires précédents, il sera nécessaire d'étudier les changements dans la répartition et le niveau de l'activité de pêche et des captures dans la zone et l'époque du moratoire par rapport à d'autres époques/zones.

En outre, il a été suggéré que les informations de marquage du programme AOTTP, pour les poissons marqués à l'intérieur et à l'extérieur de la fermeture, peuvent être utilisées pour évaluer l'impact sur la survie des poissons dans la zone du moratoire par rapport à l'extérieur de la zone du moratoire. Cependant, il a été souligné que, en 2017, peu de poissons marqués ont été remis à l'eau dans la zone du moratoire.

Le groupe est convenu de mettre à jour l'évaluation précédente de la fermeture spatio-temporelle de la pêche sous DCP, y compris des périodes plus longues ou des zones plus vastes nécessaires pour atteindre divers niveaux de réduction des captures de petits poissons.

7.1.3 Mettre au point un tableau qui quantifie l'impact escompté sur la PME, la B_{PME} et l'état relatif du stock pour le thon obèse et l'albacore, découlant des réductions des contributions proportionnelles individuelles des principales pêcheries à la prise totale.

Le paragraphe 49c de la Rec. 16-01 de l'ICCAT prévoit que le SCRS devra développer un tableau à des fins d'examen par la Commission qui quantifie l'impact escompté sur la PME, la B_{PME} et l'état relatif du stock pour le thon obèse et l'albacore, découlant des réductions des contributions proportionnelles individuelles des pêcheries de palangriers, de senneurs sous DCP, de senneurs sur bancs libres et de canneurs à la prise totale.

Le groupe a convenu que cette réponse serait finalisée lors de la réunion du groupe d'espèces en septembre 2018. Une telle réponse serait développée avec deux ensembles d'informations. Tout d'abord, en examinant l'analyse historique des impacts de la pêche menée lors de cette réunion. Deuxièmement, en considérant les résultats des projections sous différentes hypothèses sur la future contribution relative des principaux groupes d'engins, qui seront réalisées entre les sessions.

Analyse de l'impact de la pêche

Une présentation a été faite devant le groupe sur les résultats d'une analyse historique de l'impact de la pêche (SCRS/P/2018/050). La méthode repose sur l'idée que, compte tenu de l'évolution historique estimée de la biomasse du stock, on peut déterminer l'impact d'une flotte individuelle en éliminant la mortalité historique générée par cette flottille. Étant donné que cette mortalité est supprimée, le stock se met à croître en termes de taille. Cette croissance est une mesure du potentiel de croissance perdu découlant des ponctions de chaque flottille, et est donc un indicateur de l'impact de chaque flottille sur la biomasse globale du stock reproducteur.

L'analyse de l'impact de la pêche a été réalisée sur la base des résultats de 18 scénarios de la grille d'incertitude-SS3 (**tableau 26**). Les pêcheries définies dans le SS3 (F1-F15) ont été attribuées aux pêcheries FSC (F1-3 ; pêche de senneurs en bancs libres), DCP (F4 et 5; pêche de senneurs opérant sous DCP),

BB (F6-9; pêche de canneurs) et LL (F10-15; pêche palangrière). Le groupe a demandé et accepté d'inclure la pêche mixte de BB et de PS du Ghana (F5) dans la catégorie de pêche sous DCP pour l'analyse de l'impact de la pêche. Le groupe a demandé que les résultats de l'analyse de l'impact de la pêche soient présentés comme une réduction proportionnelle par rapport aux niveaux non exploités. Les résultats de cette analyse actualisée sont présentés dans le **tableau 27** et la **figure 51**.

Les trajectoires des portions de l'impact attribuées à chaque catégorie de pêche sur la biomasse reproductrice indiquaient des changements historiques substantiels avec le développement de la pêche (**figure 51**). Au début de la période analytique, les pêches BB et LL ont eu un impact important, puis la pêche FSC s'est développée après les années 1970 et la pêche sous DCP a finalement vu le jour à la fin des années 80. Historiquement, la pêche palangrière, qui a principalement capturé des poissons plus gros, a eu le plus grand impact, mais elle a dégagé une tendance descendante après 2000 pour atteindre sa valeur moyenne actuelle de 0,28 (par rapport au niveau de la biomasse non exploitée) au cours des trois dernières années (2015-2017) tout au long des 18 scénarios de la grille d'incertitude-SS3 (**tableau 27**). La pêche sous DCP, qui capture principalement les plus petits juvéniles immatures, a eu le plus grand impact après 2010 et a atteint 0,32 ces dernières années. L'impact de la pêche de canneurs au cours des trois dernières années a été le troisième plus important (0,16) et la pêche FSC a eu l'impact le plus faible sur la biomasse reproductrice (0,10). Les différences dans l'impact de la pêche entre les 18 scénarios de la grille d'incertitude-SS3 étaient faibles, bien que les différences aient augmenté ces dernières années, en particulier pour les pêches BB et FSC (**figure 51**). L'impact pour chaque catégorie de pêche pour toute la période et tous les scénarios de la grille d'incertitude-SS3 sont présentés à l'**appendice 5**.

Projections pour la contribution relative différente des groupes d'engins

Une présentation a été faite sur une méthode, encore en cours de développement, qui utilise une application Shiny pour évaluer l'impact de la modification de la contribution relative de divers groupes d'engins. L'application est conçue pour fonctionner avec les résultats du modèle SS3. Une fois finalisée, cette application devrait permettre au SCRS de répondre à la demande de la Commission. Le groupe a convenu de former un groupe *ad hoc* de scientifiques pour travailler entre les sessions afin de concevoir, mettre en œuvre et rendre compte de ces analyses réalisées avec l'application Shiny.

Une suggestion initiale faite à ce groupe *ad hoc* était que les captures du Ghana soient incluses de la façon la plus appropriée dans le groupe PS DCP. Le groupe a également demandé que des efforts soient déployés pour permettre à ces analyses d'inclure les 18 scénarios de la grille d'incertitude-SS3 qui serviront à formuler l'avis de gestion. Dans un premier temps, le groupe a accepté de mener cette analyse avec trois configurations de modèles ; par ordre de priorité : un scénario qui se rapproche le plus de la médiane des scénarios de la grille d'incertitude-SS3 et puis l'ajout des scénarios des extrêmes supérieurs et inférieurs.

Deux types de méthodes ont été proposés pour développer des hypothèses sur le futur mélange des engins à utiliser dans les simulations. Tout d'abord, les proportions historiques des captures générées par différents groupes d'engins seraient examinées et des périodes de temps où le mélange était plus ou moins constant seraient utilisées pour élaborer des hypothèses pour l'avenir. Deuxièmement, la proportion future d'un engin donné serait augmentée/diminuée d'un pourcentage fixe (par exemple 10%, 20%) et la proportion des captures des autres engins serait ajustée proportionnellement à leur répartition actuelle.

7.1.4 Plan de travail pour élaborer des réponses aux recommandations du groupe de travail sur les DCP

Le président du SCRS a fait part de son intention d'élaborer le plan de travail avant la réunion du groupe d'espèces en septembre. Le groupe a recommandé que le plan de travail comprenne une action visant à fournir des suggestions détaillées sur la manière de modifier le formulaire requis pour rendre compte des activités de pêche liées aux DCP. Il a également été noté que la CTOI et la WCPFC avaient récemment tenu des réunions où des progrès avaient été faits sur les définitions techniques des termes liés aux DCP. Les rapports de ces réunions et ceux du projet CECOFAD devraient guider l'élaboration du plan de travail.

7.2 État d'avancement de la MSE

L'équipe du projet qui a récemment obtenu le contrat de l'ICCAT pour démarrer le développement de la MSE pour les thonidés tropicaux a présenté brièvement les termes de référence du contrat, les partenaires du projet et le calendrier initial des activités pour 2018. L'équipe a souligné le fait que le projet n'a débuté

qu'en juin 2018. Le principal résultat de cette phase initiale est la mise sur pied d'un plan de travail pour développer les simulations de la MSE et le travail initial pour élaborer de possibles modèles opérationnels. L'équipe a présenté la plateforme choisie (FLBEIA : <http://flbeia.azti.es/>) à utiliser dans ce développement. L'équipe propose d'utiliser les résultats des évaluations les plus récentes basées sur SS3 de l'albacore et du thon obèse pour conditionner les modèles opérationnels (OM). En tant que premier test pour démontrer la flexibilité de FLBEIA, l'équipe a mis au point des modèles opérationnels préliminaires pour le thon obèse et l'albacore de l'Atlantique. L'équipe a également expliqué l'importance de son projet pour une communication efficace avec le SCRS et les parties prenantes. Pour faciliter cela, l'équipe prévoit de participer et de faire rapport à la réunion du groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux du SCRS en septembre et de se réunir en décembre. De plus, l'équipe développe une application Shiny qui permettra d'afficher les résultats des simulations de la MSE de manière plus efficace.

Le groupe a souligné la nécessité de faire tout son possible pour assurer une communication efficace entre l'équipe de projet chargée de développer les simulations de la MSE et le groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux et le SCRS. Les suggestions comprenaient l'utilisation de courts webinaires à différents moments de la journée pour permettre la participation d'un groupe de scientifiques du SCRS aussi important que possible. Il a également été suggéré que les réunions ordinaires du groupe soient prolongées d'une journée afin de consacrer une journée entière à la communication des progrès réalisés en matière de MSE et améliorer le processus de consultation. Il a été demandé de permettre la participation volontaire des scientifiques du SCRS à la réunion de projet prévue à la fin de 2018 à AZTI, mais l'équipe a précisé qu'elle ne disposait que du financement pour prendre en charge les voyages des rapporteurs des thonidés tropicaux et des membres de l'équipe. L'équipe du projet a accepté les suggestions d'utiliser les webinaires et a accepté d'ouvrir la dernière réunion à toutes les personnes intéressées.

Il a également été recommandé que le processus d'examen indépendant des modèles MSE pour les thonidés tropicaux en cours d'élaboration débute tôt dans le processus MSE de l'ICCAT. Cela est conforme aux recommandations formulées par le groupe de travail du SCRS sur les méthodes d'évaluation des stocks (WGSAM) et le groupe de travail conjoint technique sur la MSE des ORGP thonières. Le plan de travail du SCRS pour la MSE des thonidés tropicaux reconnaît ce besoin et prévoit que le processus d'examen débutera en 2019, six mois après le lancement du projet MSE pour les thonidés tropicaux.

La démonstration initiale des modèles opérationnels fournie par l'équipe du projet n'est pas explicite sur le plan spatial. Le groupe a suggéré que la possibilité de développer un modèle spatial simple (par exemple un avec trois zones) soit envisagée dans le développement du modèle opérationnel. Le groupe a recommandé que l'équipe du projet utilise la grille d'incertitude des modèles SS3 élaborés pour l'évaluation du stock de thon obèse de l'Atlantique comme base pour le jeu initial des modèles opérationnels pour la MSE du thon obèse de l'Atlantique.

8. Adoption du rapport et clôture

Le rapport de la réunion ICCAT de 2018 d'évaluation du stock de thon obèse a été adopté. Le Dr Murua a remercié les participants et le Secrétariat pour leur travail acharné et leur collaboration pour finaliser l'évaluation et le rapport dans les délais. La réunion a été levée.

Références

- Anonymous. 2016. Report of the 2015 ICCAT Bigeye Tuna Stock Assessment Session. (Madrid, Spain – July 13-17, 2015) p1-85. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 72(1): 86-183.
- Anonymous. In press. Report of the 2018 ICCAT Bigeye Tuna Data Preparatory Meeting. (Madrid, Spain – April 23-27, 2018). Document SCRS/2018/005: 44 p.
- Deledda G., Gaertner D., Demarcq H. In press. Combining dFAD catch data and ecological factors for detecting hotspots of juveniles of bigeye tuna: First results. Document SCRS/2018/038: 12 p.
- Draganik B., Pelczarski W. 1984. Growth and age of bigeye tuna in the Central Atlantic as per data gathered by R/V “Wieczno”. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 20(1): 96-103.
- Fonteneau A., Pascual-Alayon P. J. In press a. An overview of statistical problems identified for bigeye in the ICCAT statistics of purse seine fisheries. Document SCRS/2018/045: 8 p.
- Fonteneau A., Pascual-Alayon P.J. In press b. Geographical variability in the amount of BET caught under FADs by purse seiners in the Eastern Atlantic: from the multispecies samples and the ICCAT statistics. Document SCRS/2018/044: 19 p.
- Francis R.C., Hilborn R. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 68(6): 1124–1138. NRC Research Press.
- Hallier J.P., Stequert B., Maury O., Bard F.X. 2005. Growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Atlantic Ocean from tagging-recapture data and otolith readings. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 57(1): 181-194.
- Kell L. 2016. "mpb 1.0.0. A package for implementing management procedures, that can be simulation testing using Management Strategy Evaluation." <https://github.com/laurieKell/mpb>.
- Kell L., Kimoto A., Kitakado T. 2016. Evaluation of the prediction skill of stock assessment using hindcasting. Fisheries Research 183: 119-127.
- Lorenzen K. 2005. "Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis." Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences 360(1453): 171-189.
- Methot R.D., Taylor R.G. 2011. Adjusting for bias due to variability of estimated recruitments in fishery assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 68:1744-1760.
- Methot R.D., Wetzel C.R. 2013. Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management, Fisheries Research 142: 86-99.
- Parks W., Bard F.X., Cayré P., Kume S., Santos Guerra A. 1982. Length-weight relationships for bigeye tuna captured in the Eastern Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 17(1): 214-225.
- Winker H., Carvalho F., Kapur M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. <http://github.com/JABBAmodel>. Fisheries Research 204: 275-288.

TABLEAUX

Tableau 1. Résumé des postulats actuels concernant les attributs du cycle vital du thon obèse de l'Atlantique.

Tableau 2. Tableau du cycle vital résumant la longueur à l'âge (La), le poids par âge (Wa), la maturité à l'âge (Mat) et deux postulats alternatifs sur la mortalité naturelle à l'âge (Ma) utilisée comme intrant fixe dans les scénarios de la grille d'incertitude de SS3.

Tableau 3. Prises estimées (t) de thon obèse (*Thunnus obesus*) par zone, engin et pavillon, adoptées par le groupe comme étant les meilleures estimations des ponctions totales (juillet 2018).

Tableau 4. Changements dans les prises annuelles moyennes (t) pour chaque groupe d'engins pendant les périodes 2010-2015 et 2016-2017. Le changement de pourcentage pour chaque groupe d'engins est également indiqué.

Tableau 5. Catalogue du SCRS de l'ICCAT sur les statistiques (tâche I et tâche II) du thon obèse atlantique des 50 principaux pavillons (18 juillet 2018).

Tableau 6. Distribution de la prise totale de thon obèse atlantique par ID de la flottille de pêche (1-15) pour l'entrée du modèle d'évaluation Stock Synthèse.

Tableau 7. Matrice de CAS dans des intervalles de classe de 5 cm pour le thon obèse de l'Atlantique utilisée dans l'évaluation du stock.

Tableau 8. Indices d'abondance utilisés pour les modèles d'évaluation de stock en 2018 pour le thon obèse.

Tableau 9. Spécifications du modèle pour le cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique.

Tableau 10. Résumé des spécifications de la grille d'incertitude du modèle JABBA pour le thon obèse de l'Atlantique.

Tableau 11. Erreur quadratique moyenne résiduelle (RMSE) des valeurs résiduelles de la CPUE logarithmique pour les périodes de simulation rétrospective de 3, 5 et 10 ans ajustée aux scénarios du modèle Fox initial et de la grille d'incertitude JABBA sur la base d'autres valeurs d'entrée de B_{PME}/K . Le texte rouge indique les modèles dotés de meilleures performances prédictives.

Tableau 12. Spécifications du scénario SS3 considéré dans l'évaluation du stock de thon obèse de l'Atlantique. Les scénarios 1 à 15 ont été réalisés dans le SCRS/2018/111 et les scénarios 16 à 19 ont été examinés plus avant lors de la réunion. Le scénario 19 a été sélectionné comme cas de référence de SS3 pour créer la grille d'incertitude.

Tableau 13. Description des flottilles utilisées dans la formulation du modèle SS3 pour le thon obèse de l'Atlantique.

Tableau 14. Erreur quadratique moyenne résiduelle (RMSE) des modèles SS3 de simulation rétrospective, démontrant la capacité des scénarios alternatifs à prédire la CPUE observée dans la période récente. Le texte en rouge correspond aux modèles dotés de meilleures performances prédictives et le texte en bleu renvoie aux modèles dotés de performances prédictives médiocres.

Tableau 15. Paramètres de la PME, état du stock et paramètres estimés du modèle pour le cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique.

Tableau 16. Estimations par le cas de référence mpb de la biomasse, de la mortalité par pêche, de la biomasse par rapport à B_{PME} et de la mortalité par pêche par rapport à F_{PME} entre 1950 et 2017 pour le thon obèse de l'Atlantique avec des intervalles de confiance de 90%.

Tableau 17. Résumé, y compris les paramètres de la PME, des quantiles a posteriori indiquant la médiane et les intervalles de confiance de 95% des estimations des paramètres pour les scénarios de la grille d'incertitude JABBA et le scénario du modèle Fox.

Tableau 18. Estimations par la grille d'incertitude JABBA (pour tous les trois scénarios) de la biomasse, de la mortalité par pêche, de la biomasse par rapport à B_{PME} et de la mortalité par pêche par rapport à F_{PME} entre 1950 et 2017 pour le thon obèse de l'Atlantique avec des intervalles de confiance de 90%.

Tableau 19. Spécifications de la grille d'incertitude du cas de référence SS3 pour le thon obèse de l'Atlantique. Le nombre total de scénarios de la grille s'élève à 18.

Tableau 20. Points de référence, état du stock et intervalles de confiance d'environ 90% sur l'ensemble des 18 scénarios de la grille d'incertitude SS3 pour le thon obèse de l'Atlantique.

Tableau 21. Estimations par la grille d'incertitude SS3 (dans tous les 18 scénarios) de la biomasse, de la mortalité par pêche, de la biomasse par rapport à B_{PME} et de la mortalité par pêche par rapport à F_{PME} entre 1950 et 2017 pour le thon obèse de l'Atlantique avec des intervalles de confiance de 90%.

Tableau 22. Résumé statistique de l'état du stock, des points de référence et des paramètres clés des trois modèles d'évaluation du stock de thon obèse de l'Atlantique.

Tableau 23. Probabilités estimées pour les projections de capture à partir du cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique, résumant a) la probabilité que la biomasse soit supérieure à B_{PME} (non surexploitée) ; b) la probabilité que F soit inférieure à F_{PME} (surpêche n'ayant pas lieu) ; et c) la probabilité d'être dans le quadrant vert du diagramme de Kobe (non surexploitée et ne faisant pas l'objet de surpêche).

Tableau 24. Probabilités estimées pour les projections de capture à partir de la grille d'incertitude JABBA pour le thon obèse de l'Atlantique, résumant a) la probabilité (%) que la biomasse soit supérieure à B_{PME} (non surexploitée) ; b) la probabilité que F soit inférieure à F_{PME} (surpêche n'ayant pas lieu) ; et c) la probabilité d'être dans le quadrant vert du diagramme de Kobe (non surexploitée et ne faisant pas l'objet de surpêche) selon différents quotas de capture globaux sur une période de projection de 15 ans jusqu'en 2032. La matrice de projection de Kobe a été construite en combinant les distributions a posteriori projetées de B/B_{PME} et F/F_{PME} à partir des scénarios de la grille d'incertitude de JABBA.

Tableau 25. Demandes actives de la Commission concernant les thonidés tropicaux nécessitant des réponses du SCRS.

Tableau 26. Exemple de modifications du fichier de démarrage SS3 pour évaluer l'effet de chaque principale pêcherie sur la biomasse reproductrice du thon obèse de l'Atlantique.

Tableau 27. Proportions moyennes de l'impact attribué à chaque catégorie de pêcherie sur la biomasse reproductrice au cours des trois dernières années (2015-2017) pour les 18 scénarios de la grille d'incertitude. La biomasse du stock reproducteur non exploitée d'une population simulée de thon obèse de l'Atlantique était de 1,0. La biomasse prévue pour chaque modèle est 1 - la somme des portions de l'impact attribuées à chaque catégorie de pêcherie. Les pêcheries définies dans le modèle Stock Synthèse ($F1 - F15$) sont attribuées comme suit : FSC ($F1-3$), FAD ($F4$ et 5), BB ($F6-9$), LL ($F10-15$). La catégorie de la pêcherie sous DCP comprenait une pêcherie mixte de BB et de PS du Ghana.

FIGURES

Figure 1. Prises cumulées de la tâche I de thon obèse de l'Atlantique (*Thunnus obesus*) (t) par type d'engin entre 1950 et 2017.

Figure 2. Prises de thon obèse de l'Atlantique par type d'engin, pour la période 2010-2017.

Figure 3. Captures de thon obèse de l'Atlantique par type d'engin pour la période 2010-2017 pour les CPC ayant des limites de capture annuelles établies au paragraphe 3 de la Rec. 16-01 (a) et pour les CPC ayant des limites de capture annuelles établies au paragraphe 4 de la Rec. 16-01.

Figure 4. Distribution de la capture et de l'effort total du thon obèse de l'Atlantique (T2CE) 1980-2017 par source d'information. T2CE soumise par les CPC (barres vertes), T2CE extrapolée (barres bleues) et estimée sur la base de substitutions (barres rouges). La ligne brisée représente la tendance du pourcentage de capture nécessitant des substitutions pour remplir les informations.

Figure 5. Capture totale de thon obèse de l'Atlantique par ID de la flottille de pêche utilisée comme intrant pour le modèle Stock Synthèse. Le diagramme inférieur montre la proportion par flottille pour chaque année.

Figure 6. Distribution de la CAS du thon obèse de l'Atlantique (T2SZ) 1980-2017 par source d'information. T2CS soumise par les CPC (barres vertes), données d'échantillons de taille T2SZ (barres bleues) et distribution des tailles estimée sur la base de substitutions (barres rouges). La ligne représente la tendance du pourcentage de distribution par taille nécessitant des substitutions pour remplir les informations.

Figure 7. Estimations du poids moyen (kg) du thon obèse de l'Atlantique à partir de la matrice CAS par type d'engin principal (canneurs BB, palangre LL, senne PS) et globalement.

Figure 8. Indice de CPUE utilisé dans le cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 9. Valeurs résiduelles de l'ajustement à partir du cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 10. Profils de vraisemblance pour le paramètre de croissance intrinsèque (r) et la capacité de charge (K) en millions de tonnes à partir du cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 11. Analyse rétrospective du cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 12. Analyse de simulation rétrospective du cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique. Les indices d'abondance prévus pour les périodes de simulation rétrospective (aucun ajustement) de 0, 3, 5, 7 et 10 ans étaient ajustés avec le cas de référence mpb.

Figure 13. Tendances des indices de CPUE divisés du R2 conjoint utilisés comme grille d'incertitude JABBA pour le thon obèse de l'Atlantique, qui se sont produits à l'aide de l'outil de calcul de la moyenne de la CPUE état-espace mis en œuvre dans JABBA.

Figure 14. Relation linéaire entre la steepness h dans des valeurs et le ratio SB_{PME}/SB_0 prédit pour les scénarios de Stock Synthèse (SS3) utilisés pour l'évaluation du stock de thon obèse de l'ICCAT en 2018. Le cercle noir plein indique la position approximative de $h = 0,56$ qui correspondrait à $B/B_{PME} \sim 0,37$ pour le modèle de production excédentaire de Fox.

Figure 15. Les diagrammes de diagnostic des valeurs résiduelles JABBA ont été examinés pour les trois scénarios de la grille d'incertitude en utilisant les valeurs d'entrée B/B_{PME} de (a) 0,278 ($h = 0,9$), (b) 0,332 ($h = 0,8$) et (c) 0,332 ($h = 0,7$). Les lignes noires pleines indiquent un lissage loess de toutes les valeurs résiduelles.

Figure 16. Ajustements de JABBA aux indices de CPUE divisés et standardisés du R2 conjoint pour le scénario sélectionné de la grille d'incertitude JABBA avec $B/B_{PME} = 0,306$ ($h = 0,8$). Les diagrammes apparaissent par rapport à ce qui est prédit (panneau supérieur) et à l'échelle logarithmique (panneau inférieur) pour la période observée. Les lignes continues indiquent la valeur prédite du modèle et les cercles sont des valeurs de données observées. Les zones grisées et les lignes noires verticales représentent les intervalles de confiance estimés à 95% autour des valeurs de CPUE.

Figure 17. Les distributions a priori et a posteriori pour les paramètres estimables du modèle JABBA sont montrées pour un scénario sélectionné de la grille d'incertitude JABBA avec $B/B_{PME} = 0,306$ ($h = 0,8$). Les distributions a posteriori sont tracées en utilisant des densités génériques de kernel.

Figure 18. Analyse rétrospective de la biomasse du stock (t), de la fonction de production excédentaire (maximum = PME), B/B_{PME} et $F/FPME$ indiquée pour le scénario du modèle initial JABBA. L'étiquette "Référence" indique les ajustements du modèle et les intervalles de confiance associés de 95% pour les séries temporelles complètes de CPUE (1959-2017). L'étiquette de l'année numérique indique les résultats rétrospectifs, en excluant séquentiellement les données de CPUE jusqu'en 2007. Les zones grisées indiquent les intervalles de confiance de 95% qui, dans le cas de la courbe de production (panneau en haut à droite), sont indiqués par le pointeur définissant le maximum de la courbe de production excédentaire.

Figure 19. Les indices d'abondance prédits pour les périodes de simulation rétrospective (aucun ajustement) de 0, 3, 5, 7 et 10 ans étaient ajustés avec le modèle Fox JABBA et la grille d'incertitude JABBA en utilisant des valeurs d'entrée alternatives de B_{PME}/K . Les CPUE moyennes prédites et les intervalles de confiance de 95% sont indiqués par des lignes noires avec des zones grisées et des lignes rouges avec des zones ombrées rouges pour les années ajustées et les années de simulation rétrospective, respectivement.

Figure 20. Sources de données pour l'évaluation SS3 du thon obèse de l'Atlantique.

Figure 21. Changement historique de la proportion de l'effort de pêche par le nombre d'hameçons entre flotteurs (NHF) par la pêche palangrière japonaise dans l'Atlantique. Note : les informations sont incomplètes avant 1975.

Figure 22. Historique des captures des palangriers japonais de CATDIS par bandes latitudinales de 5 degrés. Chaque panneau correspond à différentes zones : a) équatoriale sud, b) équatoriale extrême sud, c) équatoriale nord, d) équatoriale extrême nord. Il est à noter la forte augmentation des captures dans l'équatoriale méridionale dans les années 1980 et 1990.

Figure 23. Ajustements du modèle SS3 et capturabilité estimée pour l'indice conjoint de la CPUE palangrière du thon obèse de l'Atlantique (scénario 19 - deux premières files et scénarios 15, 17 et 18 troisième file).

Figure 24. Ajustements du modèle SS3 aux données de composition par taille du thon obèse de l'Atlantique pour le cas de référence SS3 (scénario 19).

Figure 25. Sélectivités estimées des flottilles de senneurs et de canneurs capturant le thon obèse de l'Atlantique pour le cas de référence SS3 (scénario 19).

Figure 26. Profils de vraisemblance de R_0 et SSB et recrutement résultants dans chaque flottille par source de données utilisée dans le cas de référence du modèle SS3 (scénario 19) du thon obèse de l'Atlantique.

Figure 27. Profils de vraisemblance de la steepness et SSB résultante pour chaque flottille par source de données utilisée dans le cas de référence du modèle SS3 (scénario 19) du thon obèse de l'Atlantique.

Figure 28. Profils de vraisemblance de σ_R et SSB et recrutement résultants pour chaque flottille par source de données utilisée dans le cas de référence du modèle SS3 (scénario 19) du thon obèse de l'Atlantique.

Figure 29. Diagnostic rétrospectif pour le cas de référence du modèle SS3 (scénario 19) pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 30. Indices d'abondance prédits dans les années de simulation rétrospective pour 4 scénarios de sensibilité différents basés sur SS3 dans le cadre de 3 années de simulation rétrospective différentes (3, 5 et 10 ans). Les cercles roses montrent un ajustement acceptable.

Figure 31. Estimation de la tendance historique médiane du thon obèse de l'Atlantique au moyen du cas de référence mpb (ligne noire). 500 bootstraps pour 2017 de la biomasse et de la mortalité par pêche par rapport à B_{PME} et F_{PME} .

Figure 32. Panneau de gauche : estimation pour 2017 de la biomasse et de la mortalité par pêche par rapport à B_{PME} et F_{PME} , montrant la densité marginale des estimations du cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique. Panneau supérieur droit : Probabilités estimées que le stock se trouve dans chacun des quadrants du diagramme de Kobe à partir de 500 itérations de bootstrap.

Figure 33. Trajectoires de la biomasse (t), de mortalité par pêche F , B/B_{PME} et F/F_{PME} prédites à partir des distributions a posteriori combinées des scénarios de la grille d'incertitude JABBA pour le thon obèse de l'Atlantique. Les zones d'ombre grises représentent l'intervalle de confiance de 95%.

Figure 34. Diagramme de phase de Kobe montrant les trajectoires estimées (1950-2017) de B/B_{PME} et F/F_{PME} pour les trois scénarios de la grille d'incertitude JABBA pour le thon obèse de l'Atlantique et le scénario du modèle de production initial Fox. Les différents dégradés de gris illustrent les intervalles de confiance de 50%, 80% et 95% pour l'année terminale de l'évaluation 2017. La probabilité que les points de l'année terminale se situent dans chaque quadrant est indiquée dans la légende de la figure.

Figure 35. Diagramme de phase de Kobe montrant les distributions a posteriori combinées de B/B_{PME} et F/F_{PME} pour l'année terminale de l'évaluation 2017 à partir des scénarios de la grille d'incertitude JABBA pour le thon obèse de l'Atlantique pour les trois valeurs d'entrée alternatives B_{PME}/K . La probabilité que les points de l'année terminale se situent dans chaque quadrant est indiquée dans la légende de la figure.

Figure 36. Série temporelle des recrues par saison et écarts de recrutement (les points bleus sont les écarts prévus) pour le cas de référence SS3 (scénario 19) pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 37. Relation estimée reproducteurs-recrues de Beverton-Holt et écarts de recrutement (âge 0) pour le cas de référence SS3 (scénario 19) pour le thon obèse de l'Atlantique. La ligne verte est le niveau de recrutement après ajustement des biais pendant la période où les écarts de recrutement sont estimés. Le niveau de l'ajustement ou la réduction du niveau de recrutement est déterminé par un facteur de correction de biais qui rend le niveau moyen de recrutement pendant la période d'estimation de l'écart de recrutement égal à R_0 .

Figure 38. Nombre à l'âge (0 à 10+) et âge moyen de la population (ligne rouge) au fil du temps pour le cas de référence SS3 pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 39. Biomasse du stock reproducteur (t), mortalité par pêche (F moyen pour les âges 1 à 7) et recrutement (âge 0) pour les 18 scénarios de la grille d'incertitude SS3 pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 40. Estimations de SSB/ SSB_{PME} , F/F_{PME} estimées pour les 18 scénarios de la grille d'incertitude SS3 pour le thon obèse de l'Atlantique. Pour chaque scénario, les points de référence sont calculés à partir de la sélectivité spécifique à l'année et des allocations des flottilles.

Figure 41. Diagramme de phase de Kobe pour les scénarios déterministes des 18 scénarios de la grille d'incertitude SS3 pour le thon obèse de l'Atlantique. Pour chaque scénario, les indices de référence sont calculés à partir de la sélectivité spécifique à l'année et des allocations des flottilles.

Figure 42. SSB au niveau de la PME et PME spécifiques à l'année pour 18 scénarios de la grille d'incertitude du modèle SS3 pour le thon obèse de l'Atlantique. La ligne pleine noire est une ligne lisse Loess ajustée dans tous les scénarios.

Figure 43. Comparaison des estimations de SS3, JABBA et mpb de la SSB (SS3) ou de la biomasse exploitable (modèles de production) et de la mortalité par pêche (SS3, F moyen pour les âges 1-7) ou du taux d'exploitation (modèles de production) entre 1950 et 2017 pour le thon obèse de l'Atlantique avec des intervalles de confiance de 90%.

Figure 44. Comparaison des estimations de SS3, JABBA et mpb de la SSB/SSB_{PME} (SS3) ou B/B_{PME} (biomasse exploitable pour les modèles de production) et F/F_{PME} (F moyen pour les âges 1-7 pour SS3, et taux d'exploitation pour les modèles de production) entre 1950 et 2017 pour le thon obèse de l'Atlantique avec des intervalles de confiance de 90%.

Figure 45. Projections de B/B_{PME} et F/F_{PME} à partir du cas de référence mpb pour le thon obèse de l'Atlantique dans le cadre de différents TAC mis en œuvre à partir de 2019.

Figure 46. Médianes des projections des distributions a posteriori de B/B_{PME} à partir des scénarios de la grille d'incertitude JABBA pour le thon obèse de l'Atlantique dans le cadre de différents TAC mis en œuvre à partir de 2019.

Figure 47. Projections de SSB/SSB_{PME} pour les scénarios 1-9 de la grille d'incertitude SS3 avec des TAC constants de 40.000 à 85.000 t pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 48. Projections de SSB/SSB_{PME} pour les scénarios 10-18 de la grille d'incertitude SS3 avec des TAC constants de 40.000 à 85.000 t pour le thon obèse de l'Atlantique.

Figure 49. Projections de F/F_{PME} pour les scénarios 1-9 de la grille d'incertitude SS3 avec des TAC constants de 40.000 à 85.000 t.

Figure 50. Projections de F/F_{PME} pour les scénarios 10-18 de la grille d'incertitude SS3 avec des TAC constants de 40.000 à 85.000 t.

Figure 51. Trajectoires des proportions de l'impact attribuées à chaque catégorie de pêche sur la biomasse reproductrice dans 18 scénarios de la grille d'incertitude SS3. Les pêcheries définies dans le modèle Stock Synthèse (F1 - F15) sont attribuées comme suit : FSC (F1-3), FAD (F4 et 5), BB (F6-9), LL (F10-15). La catégorie de la pêche sous DCP contenait la pêche mixte de BB et de PS du Ghana.

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Listes des documents et des présentations.

Appendice 4. Résumés des documents et présentations SCRS fournis par les auteurs.

Appendice 5. Analyse de l'impact de la pêche.

Table 1. Summary of the current assumptions concerning life history attributes for Atlantic bigeye tuna.

Life history attribute	Assumption used by the SCRS	Source (see also ICCAT Manual)	Notes
Growth model of size at age	Richards growth model* $L_{inf}=179.9$, $K=0.281$, $t_0=-.32$, $b=-7.185$ and $m=2280.4$ See values in Table 2.1.2	Hallier et al. (2005)	Recommended at 2018 data preparatory meeting
Length-weight relationship	$RW = (2.396 \cdot 10^{-05}) * SFL^{2.9774}$ Kg and cm See values in Table 2.1.2	Parks et al. (1982)	
Natural mortality	Starting at age 1: 0.73, 0.46, 0.36, 0.31, 0.28, 0.26, 0.25, 0.24, 0.23, 0.23, 0.22 See Table 2.1.2, the Group also considered alternative M_a assumption for SS3	Lorenzen (2005) developed using the Hallier et al. (2005) Richards growth curve	Reference $M = 0.2794$ over the "fully selected" age classes (1-15)
Longevity	Close to 15 years	ICCAT manual	
Spawning-at-age	50% spawning at age 3 Starting at age 1: 0, 0, 0.5, 1 (ages older 4)	2015 Atlantic bigeye tuna assessment report	
Spawning area	Spawning takes place in a vast zone in the vicinity of the equator	ICCAT manual	
Spawning season	from January to June to the south of Brazil, from December to April in the Gulf of Guinea and during the third quarter	ICCAT manual	

*Richard's parameters for the growth formulation in the SS3 model.

Table 2. Life history table summarizing Length-at-age (L_a), Weight-at-age (W_a), Maturity-at-age (Mat) and two alternative assumptions about the natural mortality-at-age (M_a) used as fixed input in the SS3 uncertainty grid runs.

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
L_a (cm)	10.0	57.6	85.2	110.0	130.1	145.1	155.9	163.4	168.5	172.0	175.6
W_a (kg)	0.076	4.3	13.8	29.3	48.2	66.6	82.4	94.6	103.7	110.0	117.0
Mat	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	1	1
M_a (ref)	0.727	0.456	0.358	0.308	0.279	0.26	0.248	0.239	0.233	0.228	0.221
M_a (alt)	0.909	0.570	0.447	0.385	0.348	0.325	0.31	0.299	0.291	0.286	0.276

BET STOCK ASSESSMENT MEETING – PASAIA, 2018

Table 3. Estimated catches (t) of Atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*) by area, gear and flag adopted by the WG as best estimates of total removals (July 18, 2018).

[illegible]

BET STOCK ASSESSMENT MEETING – PASAIA, 2018

Table 3 (continued). Estimated catches (t) of Atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*) by area, gear and flag adopted by the WG as best estimates of total removals (July 18, 2018).

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017											
TOTAL (A-M)		65445	57416	66410	78720	85264	97197	100117	113862	134926	129751	110266	107935	121643	103727	91201	75726	87702	90058	67899	59141	62610	63364	76242	75720	76366	71909	67849	95023	69317	79900	76282		
Landings	A-M	Bait boat	15618	13458	9710	12672	18280	17674	16248	16467	20361	25576	18300	21276	19131	22301	12365	14540	8523	11450	20316	13058	10554	9827	6499	11446	7731	12420	10239	9236	8732	8003	6788	8222
		Longline	39942	35570	47756	58420	56537	41590	42459	62871	78898	74062	79930	60311	71850	77227	72810	56122	47351	55536	49325	37960	34182	46231	41633	42520	37899	34900	31245	36769	40364	36272	34063	
		Other surf.	550	626	469	605	287	400	548	648	977	561	353	428	673	451	766	221	447	361	716	552	449	220	258	477	1003	1152	2761	4917	5706	6342	7286	
		Purse seine	9286	7148	7864	6379	9413	15527	19227	31586	32668	25361	26628	19152	15531	20258	17537	19516	19418	19582	19016	15129	13310	12311	14810	20007	24209	23767	23883	22975	24002	25073	29319	26439
Landings (PP)	A-M	40	613	680	644	741	1594	1636	2420	2032	1467	546	993	989	1184	1363	247	214	867	1019	1026	542	692	772	1081	594	1277	823	632	600	580	116	972	
	A-M	Longline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Discards	A-M	Purse seine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A-M	Longline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Landings	A-M CP	Bahamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	17	18	16	6	11	16	19	27	18	14	14	7	12	7	15	11	26	38	19	24
		Belize	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	195	0	134	96	0	0	0	0	0	0	4	60	70	1218	1242	1336	1502	877	1764	1262
		Brazil	873	756	946	512	591	350	790	1256	601	1935	1707	1237	776	2024	2768	2659	2582	2455	1496	1081	1479	1593	958	1189	1173	1841	2120	3623	6456	7750	7660	7694
Landings (PP)	A-M CP	Canada	11	144	95	18	26	67	124	111	148	144	166	120	263	327	241	279	182	143	187	196	144	130	111	103	137	166	197	218	257	171	214	
		Cape Verde	86	60	117	100	52	151	305	319	385	271	299	228	140	9	2	0	1	1	1077	1406	1247	444	545	554	1037	713	1333	2271	2764	1680	1053	
		China PR	0	0	0	0	0	0	0	70	428	476	520	427	1503	7347	6564	7210	5880	7890	6555	6200	7200	7399	5686	4973	5489	3720	3231	2371	2232	4942	5852	5514
Landings (PP)	A-M CP	Curaçao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Guinea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Côte d'Ivoire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Discards	A-M CP	EU España	10880	9702	8475	8263	10355	14705	14656	16782	22096	17849	15393	12513	7110	13739	11270	10133	10572	11120	8365	7618	7454	6675	7494	11966	11272	13100	10914	10802	10736	10508	11469	11595
		EU France	4122	3435	4024	3261	5023	5576	6888	12719	12263	8363	9171	5980	5629	5529	5949	4948	4293	3940	2926	2816	2984	1629	1130	2313	3329	3507	3756	3222	3549	2540	4566	2792
		EU Ireland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Landings	A-M CP	EU Poland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EU Portugal	7420	5036	2818	5292	6233	5718	5796	5616	3099	9662	5810	5437	6334	3314	14988	16055	2590	1655	3204	4146	5073	5505	3422	5405	3682	6920	6128	5345	3869	3135	2187	2789
		EU United Kingdom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Discards	A-M CP	IS Salvador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		FR St Pierre et Miquelon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Guadeloupe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Landings	A-M CP	Guinea	1720	1178	1214	2158	5031	4090	2866	3577	4738	5517	4751	10174	10647	11704	5632	10864	6480	9041	17880	8860	2307	2559	3372	4515	6253	3541	4276	3818	4124	4815	4696	4299
		Guatemala	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Guinea Ecuatorial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Discards	A-M CP	Guinea Ecuatorial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Honduras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Iceland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Landings	A-M CP	Japan	2080	18961	22804	29521	30356	34722	25052	38253	35477	23171	26490	24323	12842	18064	15363	19572	18509	14026	15735	17991	16684	16395	15265	12386	13990	12397	13603	12291	18216	10977		
		Korea Rep.	6084	4438	4919	7896	2690	802	866	377	386	423	1250	796	163	218	43	1	87	143	629	770	2067	2136	2599	2134	2646	2762	1908	1151	1039	675	562	432
		Liberia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Discards	A-M CP	Libya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Morocco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Mauritania	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Landings	A-M CP	Mexico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Namibia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Nigeria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Discards	A-M CP	Norway	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Panama	5173	5701	3865	3242	6150	7446	9991	10138	13234	9927	4777	2098	1252	580	952	562	211	0	1521	2310	2415	2923	2263	2405	3047	3462	1604	2774	2315	1289	2337	1590
		Philippines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Landings	A-M CP	Russian Federation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		St. Helena and Dependencies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		St. Kitts and Nevis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Discards	A-M CP	St. Lucia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																				

BET STOCK ASSESSMENT MEETING – PASAIA, 2018

Table 5. Atlantic bigeye tuna ICCAT SCRS catalogue on statistics (Task-I and Task-II) of the major 50 flags (July 18, 2018).

[illegible]

Table 6. Atlantic bigeye tuna total catch distribution by fishery fleet ID (1-15) for stock synthesis assessment model input.

Fleet															
YearC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	808	0	0	0	0	0	0
1951	0	0	0	0	0	0	0	0	1651	0	0	0	0	0	0
1952	0	0	0	0	0	0	0	0	2018	0	0	0	0	0	0
1953	0	0	0	0	0	0	0	0	2951	0	0	0	0	0	0
1954	0	0	0	0	0	0	0	0	2932	0	0	0	0	0	0
1955	0	0	0	0	0	0	0	0	4808	0	0	0	0	0	0
1956	0	0	0	0	0	0	0	0	2769	0	10	0	0	0	0
1957	0	0	0	0	0	0	0	0	8266	0	454	0	0	0	0
1958	0	0	0	0	0	0	0	0	3837	0	453	0	0	0	0
1959	0	0	0	0	0	0	0	0	6254	0	1478	0	0	0	0
1960	0	0	0	0	0	0	0	0	6127	0	2904	0	0	26	56
1961	0	0	0	0	0	0	0	0	5805	0	10932	112	0	211	0
1962	0	0	0	0	0	92	334	0	6686	6	15487	228	0	100	199
1963	0	0	0	0	0	410	2005	0	8512	52	14391	47	0	77	545
1964	5	0	0	0	0	168	702	0	4828	529	15665	1142	0	163	428
1965	0	0	0	0	0	127	8	0	9687	3052	23128	2358	0	589	445
1966	20	0	0	0	0	9	33	0	5278	2153	12119	3303	0	1765	705
1967	92	0	0	0	0	665	1446	0	9323	701	6729	1119	0	3679	1498
1968	436	0	0	0	0	671	125	0	2996	1326	7618	1342	5	7905	1488
1969	2970	0	0	0	0	652	1972	0	7146	253	7436	2577	263	10871	2749
1970	3389	0	0	0	0	663	1122	0	8733	2531	4987	1476	234	17415	1885
1971	4116	0	0	0	0	1222	741	0	9883	7550	11895	813	164	16846	2637
1972	4690	0	0	0	0	1874	388	0	7042	4251	13168	659	286	12530	2399
1973	4918	0	0	0	30	2521	792	0	10277	7357	11847	751	319	15822	2358
1974	6636	0	0	0	73	2826	908	0	14115	15955	4452	455	316	16242	2115
1975	5318	0	0	0	84	576	1444	0	12532	6860	9881	650	313	21252	2391
1976	7037	0	0	0	170	1325	1320	0	7154	4733	2423	142	1360	16105	3533
1977	11875	0	0	0	237	1822	2616	0	8083	2801	6218	118	1396	16774	2940
1978	9094	0	0	0	121	1233	4075	0	9200	3490	5718	93	550	15958	3161
1979	8343	0	0	0	183	1032	1997	0	6379	4107	7472	378	465	12394	3225
1980	9183	0	0	0	281	2165	0	2153	7881	6720	13229	527	313	18557	2586
1981	15465	0	0	0	779	2436	0	1604	5662	6554	13603	887	130	19256	1493
1982	14274	0	0	0	791	1440	0	1672	3454	3212	28964	690	358	16393	2433
1983	15618	0	0	0	487	175	0	3110	6267	2479	12367	296	750	15838	2198
1984	15323	0	0	0	2147	117	0	3213	6820	3277	20341	692	776	17053	1410
1985	7120	0	0	0	1887	13	0	4816	11415	3478	27480	643	864	18709	1836
1986	0	9058	0	0	1708	0	0	4031	10155	3635	18344	820	1597	14414	1681
1987	0	7758	0	0	1116	0	0	2783	9562	3345	14443	787	1386	13203	3032
1988	0	8464	0	0	1214	442	0	2631	5423	2745	28164	755	1045	11637	3890
1989	0	7023	0	0	2158	166	0	2466	7882	3065	35717	637	823	14236	4546
1990	0	10160	0	0	5031	329	0	3244	9676	4141	30088	795	661	18623	2515
1991	0	0	3425	14042	4090	108	0	2700	10842	3940	24548	1000	1105	29122	2274
1992	0	0	4616	16247	2866	77	0	2356	10949	4099	28922	1108	1049	26395	1434
1993	0	0	9558	24318	3577	7	0	2927	9957	2134	31938	982	1393	23944	3128
1994	0	0	6310	28391	4738	243	0	2930	12449	1944	33665	2894	1691	34713	4968
1995	0	0	3829	23199	5517	234	0	2869	16956	1338	31318	2821	1421	35609	2916
1996	0	0	3413	22427	4751	481	0	3319	11077	2520	28985	1665	1177	37984	2951
1997	0	0	3045	14131	10174	280	0	2743	11049	2979	22757	754	1489	39847	1020
1998	0	0	2620	10762	10647	90	0	3785	7747	3290	19992	1048	1704	45253	997
1999	0	0	2684	12110	11704	147	0	7116	9982	3159	17522	1151	3273	50608	2185
2000	0	0	2987	12444	5632	218	0	5739	4245	3206	20937	463	2254	42372	3230
2001	0	0	3002	11149	9864	703	0	4968	4626	4279	13281	527	2954	34528	1319
2002	0	0	3419	10606	6480	1183	0	2680	3787	2551	12281	474	2049	27258	2958
2003	0	0	3517	11603	9061	808	0	2150	4762	2778	15741	1053	1774	32933	1523
2004	0	0	2504	11331	17888	176	0	2728	5819	3338	14529	642	1774	27732	1596
2005	0	0	2095	8605	8860	200	0	2150	7293	2971	10791	264	1794	21773	1093
2006	0	0	4663	7053	2307	139	0	2768	7484	1750	13864	121	2406	15620	965
2007	0	0	2813	7821	2559	27	0	2037	7590	190	17650	154	1808	25875	987
2008	0	0	2665	10049	3372	37	0	1246	4726	170	15731	783	1687	21723	1174
2009	0	0	4361	13169	4515	71	0	2156	8350	248	15908	239	1530	24828	949
2010	0	0	4251	15582	6253	36	0	2050	4784	239	14818	148	2109	25147	515
2011	0	0	4050	17960	3541	18	0	1681	10419	195	11984	127	1547	23899	945
2012	0	0	4125	16667	4276	63	0	1583	8803	90	13100	2200	1746	17610	794
2013	0	0	3912	16338	3818	158	0	2931	7697	51	11868	1478	1861	16000	1735
2014	0	0	4449	16751	4216	10	0	5221	7026	181	12977	446	2159	20590	1003
2015	0	0	3380	16468	6814	116	0	5795	6494	33	11425	933	2106	25830	777
2016	0	0	4898	19851	6096	169	0	6843	4774	4	9793	519	2237	23973	752
2017	0	0	3552	19863	4299	180	0	7809	6462	12	10298	667	2374	20734	731

BET STOCK ASSESSMENT MEETING – PASAIA, 2018

Table 7. CAS matrix in 5 cm class bins for Atlantic bigeye tuna used in the stock assessment.

L50m	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
20	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	33	13	4	4	29	92	126	175	197	292	21	78	0	75	90	360	249	115	41	11605	95	1	1402	1334	
25	0	0	0	321	0	3663	246	340	335	164	98	102	1298	1271	1363	1581	5770	4717	28507	25465	21614	73663	186262	167035	78796	81022	64552	30973	120325	194925	111546	87406	107261	251325	139191	137151	117765	135923	151820	382945	2616948	394801	515006
30	643	1042	1021	3997	235	3551	44493	27569	28753	24127	27270	24544	85814	113242	101772	107114	312890	281522	488207	254645	216114	73663	186262	167035	78796	81022	64552	30973	120325	194925	111546	87406	107261	251325	139191	137151	117765	135923	151820	382945	2616948	394801	515006
35	17792	126058	82086	32926	38500	112910	325318	250400	223570	231469	203332	214180	434230	456070	471259	487586	1141675	1101713	1107843	1186130	860438	440110	932504	760689	851723	863366	652184	325583	940887	1191667	727035	469812	582844	950186	831028	1290059	829412	719814	914984	1278623	3445268	1386028	1320081
40	11321	419562	284101	243863	141051	238032	676539	559360	315494	528781	417170	433813	473276	455052	671376	905201	1696260	1441767	2094417	1973339	1669716	1585392	1461679	1562559	1683666	1450218	1679296	1363871	1984613	2524649	1331998	667609	804966	1226739	1336862	1903863	2041982	210230	362374	1692056	1447684	2146670	1781104
45	222496	509560	525401	325045	372976	480262	670324	693260	558093	811535	826391	845682	532113	552071	959943	1500534	1689470	1601427	2258587	3129681	2755159	2853330	2742007	2407116	2570182	704665	1683791	1709665	1867413	3569883	2071944	869927	842709	1105554	1037235	1835834	1537444	1131103	1080509	1210226	1149596	1557500	1697621
50	140346	320623	385553	212038	202274	352030	444109	539630	425426	504074	316378	397926	251647	276683	405408	791808	839514	1050931	1534626	1791324	1519847	1428387	2307435	2013993	1888800	1417988	1128171	1171489	1338792	2027833	1364519	599586	636190	679398	731756	967549	835485	910162	909992	872739	958752	1189814	1385025
55	93511	294971	347241	272279	179671	285764	401838	417039	341122	424951	288833	364279	191338	214208	282605	442617	421479	571205	756554	685502	529061	596534	685696	811181	809788	824068	543204	601885	609246	756827	496334	339398	232677	352726	449372	488356	521550	568632	660938	574634	637995	809509	939002
60	90701	224963	167894	224247	132143	142071	226248	161830	172719	286226	207624	266344	157042	126064	167128	248251	297681	324159	496748	482030	340045	326208	247681	344737	426227	431279	342805	365747	297231	420508	274222	196037	142054	186485	273953	290488	340379	366263	364071	360194	398549	563875	623026
65	73892	131421	102126	159072	84467	92339	124341	97068	129019	263324	182976	201105	126063	89370	98339	162609	227491	228309	304138	373148	304761	173476	149984	168823	270813	235404	226277	216973	216042	236134	172172	124436	97223	123822	199336	168709	225437	213180	177247	172371	287601	347068	342776
70	32221	52483	62695	115145	62058	72741	84330	74269	72164	172684	126841	186897	85571	65525	96889	108810	206542	170016	170784	267203	278766	135601	172772	105382	208982	126628	127237	94129	129473	137159	74851	72289	58136	82519	127671	89925	141922	98126	105613	91778	147118	191476	192751
75	30380	40767	55231	107138	59675	74971	84121	78986	117588	176209	179140	287875	97574	70141	115741	92317	188485	135433	203829	257560	320322	151221	171617	86489	194739	125254	141551	84704	126890	147024	86417	70087	65864	50428	115766	93292	125052	77810	100967	91162	127334	160159	160062
80	56241	47585	63998	101444	69274	69548	92241	75367	134780	150573	163378	189122	86517	65714	96958	84083	154321	122682	221297	238922	255084	141981	167232	110328	222308	152455	118169	74648	103870	108009	67569	55469	58023	49931	108692	94859	104714	96705	129742	94071	116700	137866	113643
85	78300	48544	69396	82337	71087	43489	89682	75758	91591	86500	113870	119072	61462	78813	73408	105170	142217	108369	230394	224214	196823	139631	140709	105023	193830	163748	113141	69627	90812	95263	67491	48914	54393	46475	101860	91497	96148	105706	144321	67480	110527	138336	123475
90	116292	43922	65912	76209	90050	53323	78814	63212	79224	94274	100513	75618	57428	90256	55593	120298	127432	121567	164539	226959	166240	147171	131696	186293	234548	189962	118632	71125	75768	98725	75176	72247	66637	57302	106414	80321	84144	126680	108356	58414	75302	128832	100690
95	114007	49552	82368	88616	105863	55269	68935	60119	70349	92564	93159	69105	71209	95472	51794	122544	121711	133439	150901	209372	150928	166422	150400	180462	233005	201971	119212	76417	72405	83998	80575	112939	63103	61143	88033	84207	105564	120744	107990	76375	74000	125734	98341
100	92838	46103	86565	73176	88293	68435	83373	90423	80097	115466	111589	75672	88847	106418	75768	126697	127472	163975	161879	166213	160478	157171	136826	150574	204265	205371	137912	90524	74061	86715	92016	127179	77432	78687	90715	84257	96601	115044	79941	105319	73931	100372	85156
105	57214	44770	66446	57376	48642	89826	75918	100240	68853	88903	87723	77013	79991	105509	81672	131126	137176	158415	162415	189423	158040	136291	122375	160009	233319	220627	141911	83823	72371	70494	69823	94821	54510	59317	75524	76519	100443	92737	78919	128199	76253	82706	70776
110	55393	45063	59736	62847	49201	128279	89993	102936	69523	89134	91891	78510	74317	103520	101693	132368	110965	160327	128571	167698	158881	145922	131357	141121	189016	165962	139228	82888	67454	76387	70127	93782	75067	52947	63941	54282	80142	77543	59356	89830	79950	76082	
115	66632	43415	66351	63943	51112	134448	96480	105868	77856	108197	110447	99617	81218	119967	139263	140400	131344	165377	148884	219639	224644	158494	157808	141565	203391	198115	140140	98651	85822	85572	66397	82386	67382	53583	74413	70719	102979	88108	82924	83208	85064	77367	67718
120	80721	49029	64295	64525	64191	132159	100379	111398	78173	105044	114919	100208	79567	118531	134440	130882	128333	170609	144389	161824	210728	165903	164094	155072	170769	173932	154690	113768	92192	89563	78320	76983	81914	63533	88800	72150	85061	73776	58583	63338	72825	66065	60988
125	77130	51651	74733	64377	55938	95993	95769	115860	87270	95092	111636	95325	85110	127430	148411	152039	218289	162764	167641	142929	142016	149638	192672	186273	157604	152856	148858	99986	107811	106951	75558	57969	65487	60144	81097	71751	79141	79691	56665	76701	68713	64487	57540
130	84077	50429	63970	54799	56601	90411	106807	118806	86425	91345	119758	89568	80019	106362	123966	126825	174679	118205	127198	109140	120807	109236	146913	135822	125559	132888	126037	91346	100120	96217	74756	56454	70126	70037	82236	66765	65865	67501	54132	71093	67438	61553	60233
135	78668	57520	68575	52849	44313	59487	91685	108418	77265	88474	113137	76785	78924	105135	115068	124422	150479	111372	119363	126443	110969	115501	119917	101401	112113	75237	103361	93695	141594	102134	72213	48743	66449	65548	81529	74096	65167	71460	58283	76900	66933	59238	49746
140	69144	50315	64722	50976	38901	72764	78105	88117	59333	71424	96526	68857	90492	71804	97641	92178	85258	86364	101849	116059	108143	116094	94672	98398	96837	66196	85091	85289	118278	79137	61658	51129	65090	64269	69738	58238	55239	50818	45929	57699	56322	53006	51800
145	58159	44759	55583	39303	34131	46754	53676	62559	46652	56347	78013	53088	63363	53271	83793	77026	68992	65526	91646	121253	91340	94593	63062	67508	72977	52648	62641	60060	910														

Table 8. Indices of abundance used for the stock assessment models in 2018 for Atlantic bigeye tuna.

#Year	Season	FLEET	Split index LL	se	#Year	Season	FLEET	Join Index LL	se	#Year	Season	FLEET	Dakar BB (se)
1959	3	11	0.84239028	0.230736	1959	3	11	0.9337	0.282739	2005	2	8	57.5 0.15303
1960	3	11	0.924894646	0.175929	1960	3	11	1.0315	0.219615	2006	2	8	121.5 0.204016
1961	3	11	1.171200439	0.159676	1961	3	11	1.3931	0.201225	2007	2	8	178.5 0.203102
1962	3	11	1.003365656	0.154303	1962	3	11	1.1995	0.196459	2008	2	8	8.2 0.209276
1963	3	11	1.151746271	0.133985	1963	3	11	1.3352	0.173845	2009	2	8	23.1 0.203536
1964	3	11	1.16873039	0.123982	1964	3	11	1.3612	0.161205	2010	2	8	93.2 0.201021
1965	3	11	1.229211723	0.113359	1965	3	11	1.4588	0.147425	2011	2	8	53.6 0.201576
1966	3	11	1.077172656	0.151021	1966	3	11	1.2133	0.188373	2012	2	8	22.7 0.204071
1967	3	11	1.042464111	0.152763	1967	3	11	1.2204	0.194758	2013	2	8	17 0.206634
1968	3	11	1.192956678	0.166541	1968	3	11	1.4055	0.209489	2014	2	8	8.9 0.206037
1969	3	11	1.073523011	0.170496	1969	3	11	1.26	0.213898	2015	2	8	18.2 0.203563
1970	3	11	0.938194298	0.171144	1970	3	11	1.1213	0.214343	2016	2	8	52.5 0.201637
1971	3	11	0.841309221	0.166222	1971	3	11	1.0888	0.206064	2017	2	8	53.7 0.202501
1972	3	11	0.851690909	0.230265	1972	3	11	1.2998	0.279603				
1973	3	11	0.877861102	0.256158	1973	3	11	1.3807	0.307703				
1974	3	11	0.817914717	0.318274	1974	3	11	1.2503	0.38416				
1975	3	11	0.658735616	0.232476	1975	3	11	1.0036	0.279024				
1976	3	11	0.714293672	0.252858	1976	3	11	1.0731	0.304098				
1977	3	11	1.041727717	0.305217	1977	3	11	1.6427	0.362498				
1978	3	11	0.866912163	0.334596	1978	3	11	1.3489	0.389556				
1979	3	11	1.811155629	0.342619	1979	3	11	1.5938	0.259526				
1980	3	11	1.718294913	0.264445	1980	3	11	1.392	0.213535				
1981	3	11	1.736565244	0.213992	1981	3	11	1.3496	0.170701				
1982	3	11	1.399386032	0.208054	1982	3	11	1.1106	0.165236				
1983	3	11	1.474841532	0.275414	1983	3	11	1.2015	0.229679				
1984	3	11	1.549553288	0.228724	1984	3	11	1.299	0.193381				
1985	3	11	1.547070456	0.190641	1985	3	11	1.3018	0.159764				
1986	3	11	1.662470259	0.237214	1986	3	11	1.4073	0.202137				
1987	3	11	1.869170724	0.228945	1987	3	11	1.4813	0.192019				
1988	3	11	1.835219979	0.20779	1988	3	11	1.5567	0.182822				
1989	3	11	1.42212793	0.186029	1989	3	11	1.2058	0.165552				
1990	3	11	1.143517347	0.18766	1990	3	11	1.0107	0.168975				
1991	3	11	1.139375771	0.188566	1991	3	11	0.9685	0.169527				
1992	3	11	1.074277213	0.207792	1992	3	11	0.8654	0.185911				
1993	3	11	1.06101979	0.195005	1993	3	11	0.8861	0.178386				
1994	3	11	0.903109584	0.188819	1994	3	11	0.7512	0.17413				
1995	3	11	0.949885098	0.187278	1995	3	11	0.7879	0.172525				
1996	3	11	0.752068502	0.18135	1996	3	11	0.6336	0.16403				
1997	3	11	0.665301579	0.177175	1997	3	11	0.5438	0.160799				
1998	3	11	0.71791811	0.186378	1998	3	11	0.5922	0.169057				
1999	3	11	0.681286916	0.190533	1999	3	11	0.5534	0.173315				
2000	3	11	0.743619742	0.177737	2000	3	11	0.6377	0.162256				
2001	3	11	0.599078252	0.183433	2001	3	11	0.5405	0.166327				
2002	3	11	0.568458395	0.195768	2002	3	11	0.5252	0.176483				
2003	3	11	0.554234824	0.185035	2003	3	11	0.4967	0.1679				
2004	3	11	0.479006421	0.182176	2004	3	11	0.4524	0.165177				
2005	3	11	0.494989525	0.162811	2005	3	11	0.4822	0.147537				
2006	3	11	0.583636884	0.184937	2006	3	11	0.5286	0.16941				
2007	3	11	0.611168105	0.185242	2007	3	11	0.5139	0.169634				
2008	3	11	0.48687444	0.174336	2008	3	11	0.4128	0.159562				
2009	3	11	0.457270771	0.171663	2009	3	11	0.3819	0.157838				
2010	3	11	0.444521544	0.172692	2010	3	11	0.3788	0.159022				
2011	3	11	0.416777112	0.165687	2011	3	11	0.3772	0.151				
2012	3	11	0.439456869	0.172574	2012	3	11	0.3976	0.158085				
2013	3	11	0.625637996	0.192691	2013	3	11	0.5872	0.176002				
2014	3	11	0.608172878	0.201151	2014	3	11	0.5225	0.18442				
2015	3	11	0.682793846	0.209838	2015	3	11	0.569	0.191227				
2016	3	11	0.579743472	0.205179	2016	3	11	0.4857	0.186747				
2017	3	11	0.564820733	0.202627	2017	3	11	0.4688	0.184284				

Table 9. Model specifications for the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna.

Parameter	Starting value and range
r (intrinsic growth rate, yr ⁻¹)	0.2 [0.02, 2]
K (carrying capacity, tons)	1.191x10 ⁶ [1.191x10 ⁵ , 1.191x10 ⁷]
B0/K	0.95 [fixed]
Shape parameter (p)	0.001 [fixed]

Table 10. Summary JABBA uncertainty grid model specifications for Atlantic bigeye tuna.

Quantity	Specification	Abbreviation
CPUE	Joint R2 Early no vessel id (1959-1978) Joint R2 Late vessel id (1979-2017)	JR2_early JR2_late
Unfished biomass	$K \sim \text{lnorm}(\log(1,581,139), 1.726)$ with 0.025th = 500,000 and 0.975th = 5,000,000	K
Intrinsic rate of population increase	$r \sim \text{lnorm}(\log(0.5), 1.66)$ with 0.025th = 0.05 and 0.975th = 5	r
Initial biomass depletion	$\psi \sim \text{lnorm}(1, 0.05)$	ψ
Biomass at MSY relative to the unfished biomass	$B_{MSY}/K = 0.278$ $B_{MSY}/K = 0.306$ $B_{MSY}/K = 0.332$	B_{MSY}/K
Process variance	$\sigma_{proc}^2 \sim \text{inverse-gamma}(0.001, 0.001)$	σ_{proc}^2
catchability coefficient	$q \sim \text{uniform}(10^{-30}, 1000)$	q

Table 11. Residual mean squared error (RMSE) from log-CPUE residuals for hindcasting periods of 3, 5 and 10 years fitted with an initial Fox model and the JABBA uncertainty grid runs based on alternative input values of B_{MSY}/K . Red text indicates the models with better predictive performance.

Scenario	Number of hindcast years		
	HCY = 3	HCY = 5	HCY = 10
Fox	0.191	0.452	0.417
h=0.7	0.173	0.365	0.317
h=0.8	0.178	0.389	0.384
h=0.9	0.168	0.372	0.391

Table 12. SS3 run specifications considered in the Atlantic bigeye tuna stock assessment. Runs 1-15 were conducted in SCRS/2018/111 and runs 16-19 were further considered in the meeting. Run 19 was selected as SS3-Reference Case to build the uncertainty grid.

Run	Description
1	Preliminary reference model (SCRS/2018/111): split_index, h =0.8, sigmaR=0.4
2	Based on run 1. change split_index to continuous_index
3	Based on run 1. 3-area model
4	Based on run 1. use best fit M based on profile
5	Based on run 1. change steepness to 0.7
6	Based on run 1. change steepness to 0.9
7	Based on run 1. add Dakar BB CPUE
8	Based on run 1. down weight length comps (lambda=0.25)
9	Based on run 1. estimate growth
10	Based on run 1. change sigmaR =0.2
11	Based on run 1. change sigmaR =0.6
12	Based on run 1. change M to the alternative M jointComb
13	Based on run 1. change selectivity to asymptotic
14	Based on run 1. add 25% on PSFAD catch
15	Based on run 1. minus 10% on PSFAD catch
16	Based on run 1. add time-block in 1992 on fleet11
17	Based on run 1. change the tail of length comps 0.001
18	Based on run 1. down weight length comps (lambda=0.1)
19	Based on run 18. add time-block in 1992 on fleet11

Table 13. Description of fleets used in the formulation of the SS3 model for Atlantic bigeye tuna.

Fishery	Region	Name	Fleets	Gear	Years
1	2	Early PS	21, 8, 73, 29, other	PS	1965-1985
2	2	Transition PS	21, 8, 73, 29, other	PS	1986-1990
3	2	Late PS Free School	21, 8, 73, 29, other	PS	1991-2017
4	2	Late PS FAD	21, 8, 73	PS	1991-2017
5	2	Ghana BB+PS	27	BB+PS	1965-2017
6	2 (S of 10N)	TRO-South BB	21, 8, 73, other	BB	1962-2017
7	2 (N of 10N)	TRO-North BB early	21, 8, 73, 50, 53, 65, other	BB	1965-1979
8	2 (N of 10N)	TRO-North BB late	21, 8, 73, 50, 53, 65, other	BB	1980-2017
9	1	Northern BB	45,153, 154, other	BB	1965-2017
10	1	Japan LL North	12	LL	1961-2017
11	2	Japan LL TRO	12	LL	1961-2017
12	3	Japan LL South	12	LL	1961-2017
13	1	Other LL North	5, others	LL + others	1965-2017
14	2	Other LL TRO	3, 5, others	LL + others	1965-2017
15	3	Other LL South	3, 5, 20, others	LL + others	1961-2017

Table 14. Residual mean squared error (RMSE) of hindcast SS3 models, demonstrating the ability of the alternative runs to predict the observed CPUE in the recent period. Red text indicates the models with better predictive performance, and blue text indicates poor model prediction performance.

RMSE for log CPUE		HCY=3	HCY=5	HCY=10
1	Ref	0.834	0.695	0.204
2	Sensitivity 17	0.356	0.688	0.331
3	Sensitivity 18	0.351	0.704	0.167
4	Sensitivity 19	0.350	0.666	0.182

RMSE for CPUE		HCY=3	HCY=5	HCY=10
1	Ref	0.342	0.303	0.205
2	Sensitivity 17	0.186	0.302	0.176
3	Sensitivity 18	0.183	0.306	0.136
4	Sensitivity 19	0.180	0.289	0.140

Table 15. MSY based benchmarks, stock status and estimated model parameters for the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna.

Variable	Mean	Median	90%LCI	90%UCI
MSY (x 1,000 t)	80.051	80.359	69.340	88.348
B _{MSY} (x 1,000 t)	413.506	411.499	278.845	628.778
F _{MSY}	0.207	0.194	0.110	0.317
F ₂₀₁₇ /F _{MSY}	1.429	1.373	0.926	2.121
B ₂₀₁₇ /B _{MSY}	0.712	0.707	0.468	0.989
B ₂₀₁₇ /K	0.262	0.260	0.172	0.364
r (yr ⁻¹)	0.207	0.195	0.110	0.317
K (x 1,000 t)	1123.463	1118.011	757.601	1708.341

Table 16. The mpb-Reference Case estimates of biomass, fishing mortality, biomass relative to B_{MSY} , and fishing mortality relative to F_{MSY} between 1950 and 2017 for Atlantic bigeye tuna with 90% confidence intervals.

mpb	Year	Biomass			Fishing mortality			B/B_{MSY}			F/F_{MSY}		
		Median	90% LCI	90% UCI	Median	90% LCI	90% UCI	Median	90% LCI	90% UCI	Median	90% LCI	90% UCI
1950		1055142	706943	1589816	0.001	0.001	0.001	2.581	1.774	3.990	0.004	0.003	0.006
1951		1064765	717870	1598357	0.002	0.001	0.002	2.605	1.802	4.012	0.008	0.005	0.011
1952		1071776	724572	1605123	0.002	0.001	0.003	2.623	1.819	4.029	0.010	0.006	0.014
1953		1077122	728806	1610780	0.003	0.002	0.004	2.636	1.829	4.043	0.014	0.009	0.020
1954		1080539	730769	1614882	0.003	0.002	0.004	2.645	1.834	4.053	0.014	0.009	0.020
1955		1083336	732128	1618550	0.004	0.003	0.007	2.652	1.838	4.062	0.022	0.015	0.033
1956		1083731	731179	1619936	0.003	0.002	0.004	2.653	1.835	4.066	0.013	0.009	0.019
1957		1086082	732561	1623197	0.008	0.005	0.012	2.659	1.839	4.074	0.041	0.027	0.059
1958		1082049	727562	1620155	0.004	0.003	0.006	2.649	1.826	4.066	0.020	0.013	0.029
1959		1083204	728580	1621881	0.007	0.005	0.011	2.652	1.829	4.071	0.036	0.024	0.053
1960		1080700	725834	1619974	0.008	0.006	0.013	2.645	1.822	4.066	0.043	0.028	0.062
1961		1077286	722575	1616897	0.016	0.011	0.024	2.637	1.814	4.058	0.080	0.052	0.117
1962		1066563	712395	1606214	0.022	0.014	0.032	2.609	1.788	4.031	0.110	0.072	0.161
1963		1051762	699317	1590637	0.025	0.016	0.037	2.573	1.755	3.992	0.125	0.081	0.185
1964		1036770	687341	1573858	0.023	0.015	0.034	2.536	1.725	3.950	0.116	0.075	0.171
1965		1026898	681374	1561302	0.038	0.025	0.058	2.512	1.710	3.919	0.194	0.125	0.287
1966		1003025	661414	1534328	0.025	0.017	0.038	2.454	1.660	3.851	0.128	0.082	0.191
1967		997345	661255	1524213	0.025	0.017	0.038	2.440	1.660	3.826	0.128	0.082	0.190
1968		992780	661276	1515287	0.024	0.016	0.036	2.430	1.660	3.803	0.122	0.078	0.180
1969		990338	662631	1508627	0.037	0.024	0.056	2.424	1.663	3.786	0.189	0.122	0.277
1970		975335	650622	1489674	0.044	0.028	0.065	2.388	1.633	3.739	0.220	0.142	0.324
1971		957326	636468	1467111	0.058	0.038	0.088	2.344	1.597	3.682	0.295	0.189	0.436
1972		928871	612796	1433380	0.051	0.033	0.077	2.274	1.538	3.598	0.258	0.164	0.384
1973		913582	604021	1411542	0.062	0.040	0.094	2.237	1.516	3.543	0.316	0.201	0.469
1974		890958	587809	1382146	0.072	0.046	0.109	2.182	1.475	3.469	0.364	0.230	0.542
1975		864611	568576	1348444	0.071	0.045	0.108	2.118	1.427	3.384	0.358	0.226	0.536
1976		844912	556786	1320628	0.054	0.034	0.081	2.070	1.397	3.315	0.271	0.170	0.404
1977		844003	563743	1311290	0.065	0.042	0.097	2.070	1.415	3.291	0.328	0.208	0.484
1978		833859	559510	1293192	0.063	0.041	0.094	2.047	1.404	3.246	0.319	0.203	0.468
1979		827118	558449	1278842	0.056	0.036	0.082	2.034	1.402	3.210	0.280	0.179	0.409
1980		828010	564350	1272429	0.077	0.050	0.113	2.041	1.416	3.194	0.387	0.248	0.560
1981		811159	551259	1248932	0.084	0.054	0.123	2.000	1.384	3.135	0.421	0.270	0.612
1982		792282	536909	1223103	0.093	0.060	0.137	1.953	1.348	3.070	0.468	0.299	0.682
1983		770029	519936	1193536	0.077	0.050	0.115	1.897	1.305	2.996	0.389	0.248	0.570
1984		764810	520669	1181698	0.093	0.060	0.137	1.888	1.307	2.966	0.467	0.299	0.679
1985		748558	509665	1159748	0.105	0.067	0.154	1.849	1.279	2.911	0.525	0.335	0.763
1986		727149	493820	1132484	0.090	0.058	0.133	1.796	1.239	2.842	0.451	0.287	0.659
1987		721548	493898	1120226	0.080	0.051	0.116	1.785	1.240	2.812	0.399	0.255	0.578
1988		724479	501989	1116954	0.092	0.059	0.132	1.793	1.260	2.803	0.460	0.296	0.658
1989		717892	499521	1104889	0.110	0.071	0.158	1.778	1.254	2.773	0.550	0.354	0.783
1990		699582	485225	1081308	0.122	0.079	0.176	1.733	1.218	2.714	0.610	0.392	0.873
1991		676601	467098	1048983	0.144	0.093	0.208	1.677	1.172	2.633	0.719	0.461	1.034
1992		644097	440283	1006359	0.155	0.099	0.227	1.596	1.105	2.526	0.777	0.494	1.130
1993		611757	415003	962898	0.186	0.118	0.274	1.514	1.042	2.417	0.929	0.588	1.364
1994		568369	379677	907962	0.237	0.149	0.355	1.402	0.953	2.279	1.186	0.739	1.766
1995		506997	327576	840829	0.253	0.152	0.391	1.252	0.822	2.110	1.262	0.757	1.942
1996		455485	286736	784037	0.265	0.154	0.421	1.127	0.720	1.968	1.326	0.765	2.093
1997		413972	254745	734738	0.266	0.150	0.433	1.024	0.639	1.844	1.340	0.746	2.151
1998		382951	233669	694034	0.282	0.156	0.462	0.949	0.586	1.742	1.425	0.773	2.296
1999		354718	214248	653935	0.343	0.186	0.568	0.880	0.538	1.641	1.740	0.925	2.822
2000		312143	178908	598943	0.332	0.173	0.580	0.775	0.449	1.503	1.691	0.861	2.882
2001		285577	157667	558305	0.319	0.163	0.578	0.711	0.396	1.401	1.625	0.812	2.875
2002		270685	145444	536719	0.280	0.141	0.521	0.673	0.365	1.347	1.425	0.701	2.588
2003		269800	146559	535357	0.325	0.164	0.598	0.671	0.368	1.344	1.650	0.814	2.974
2004		257501	135825	519206	0.350	0.173	0.663	0.640	0.341	1.303	1.779	0.862	3.295
2005		241337	120714	495705	0.281	0.137	0.562	0.600	0.303	1.244	1.433	0.681	2.795
2006		244664	123806	493890	0.242	0.120	0.478	0.610	0.311	1.240	1.226	0.595	2.374
2007		259978	136356	503032	0.267	0.138	0.510	0.643	0.342	1.263	1.370	0.687	2.534
2008		266235	139798	502802	0.238	0.126	0.453	0.656	0.351	1.262	1.226	0.626	2.253
2009		277026	151967	510925	0.276	0.149	0.502	0.686	0.381	1.282	1.419	0.742	2.496
2010		275114	154271	502101	0.276	0.151	0.492	0.686	0.387	1.260	1.405	0.752	2.446
2011		275203	157282	495355	0.277	0.154	0.486	0.682	0.395	1.243	1.408	0.766	2.413
2012		274286	159126	490392	0.259	0.145	0.447	0.679	0.399	1.231	1.309	0.720	2.219
2013		278120	162638	488988	0.244	0.139	0.417	0.690	0.408	1.227	1.222	0.690	2.073
2014		284551	171488	496073	0.264	0.151	0.438	0.711	0.430	1.245	1.305	0.752	2.174
2015		288944	178429	490883	0.277	0.163	0.449	0.716	0.448	1.232	1.378	0.812	2.233
2016		286161	175237	481228	0.279	0.166	0.456	0.713	0.440	1.208	1.390	0.825	2.266
2017		283296	170241	473703	0.272	0.163	0.452	0.707	0.468	0.989	1.373	0.926	2.121

Table 17. Summary, including MSY based benchmarks, of posterior quantiles denoting the median and the 95% confidence intervals of parameter estimates for the JABBA uncertainty grid runs and the Fox model run.

Estimates	$B_{MSY}/K = 0.306$ (Ref: $h = 0.8$ Ref)			$B_{MSY}/K = 0.332$ (low: $h = 0.7$ Ref)		
	Median	2.50%	97.50%	Median	2.50%	97.50%
K	1349994	958351	2270464	1262803	899757	2018226
r	0.132	0.07	0.199	0.154	0.088	0.229
ψ (psi)	0.934	0.853	1.019	0.937	0.853	1.021
σ_{proc}	0.032	0	0.089	0.045	0	0.084
m	0.706	0.706	0.706	0.82	0.82	0.82
F_{MSY}	0.188	0.099	0.281	0.188	0.107	0.279
B_{MSY} (t)	413106	293261	694776	419299	298754	670128
MSY (t)	77493	65695	86427	78608	68454	87446
B_{1959}/K	0.926	0.814	1.015	0.927	0.813	1.021
B_{2017}/K	0.252	0.185	0.338	0.257	0.191	0.339
B_{2017}/B_{MSY}	0.822	0.606	1.106	0.775	0.575	1.02
F_{2017}/F_{MSY}	1.214	0.848	1.738	1.272	0.923	1.792
Estimates	$B_{MSY}/K = 0.278$ (high: $h = 0.9$ Ref)			Fox ($B_{MSY}/K = 0.37$)		
	Median	2.50%	97.50%	Median	2.50%	97.50%
K	1408989	1017500	2224121	1210227	831436	1812324
r	0.117	0.067	0.171	0.182	0.111	0.276
ψ (psi)	0.936	0.852	1.019	0.977	0.896	1.064
σ_{proc}	0.045	0	0.084	0.055	0.045	0.071
m	0.597	0.597	0.597	1.012	1.012	1.012
F_{MSY}	0.196	0.112	0.287	0.18	0.11	0.273
B_{MSY} (t)	391753	282904	618391	447876	307694	670697
MSY (t)	76768	66141	85521	80760	69153	89300
B_{1959}/K	0.927	0.811	1.017	0.953	0.841	1.037
B_{2017}/K	0.244	0.183	0.323	0.274	0.199	0.36
B_{2017}/B_{MSY}	0.879	0.659	1.163	0.741	0.537	0.972
F_{2017}/F_{MSY}	1.148	0.816	1.615	1.297	0.95	1.836

Table 18. The JABBA-uncertainty grid (across all 3 runs) estimates of biomass, fishing mortality, biomass relative to B_{MSY} , and fishing mortality relative to F_{MSY} between 1950 and 2017 for Atlantic bigeye tuna with 90% confidence intervals.

JABBA Year	Biomass			Fishing mortality			B/B_{MSY}			F/F_{MSY}		
	Median	90% LCI	90% UCI	Median	90% LCI	90% UCI	Median	90% LCI	90% UCI	Median	90% LCI	90% UCI
1950	1240751	847788	2023536	0.001	0.000	0.001	3.024	2.536	3.582	0.003	0.003	0.004
1951	1239957	844771	1998779	0.001	0.001	0.002	3.015	2.508	3.582	0.007	0.006	0.009
1952	1237758	839951	1993526	0.002	0.001	0.002	3.010	2.476	3.586	0.009	0.007	0.011
1953	1237151	832727	1984821	0.002	0.001	0.004	3.007	2.459	3.581	0.013	0.010	0.016
1954	1235847	832269	1978343	0.002	0.001	0.004	3.003	2.437	3.579	0.013	0.010	0.016
1955	1235677	830123	1977098	0.004	0.002	0.006	3.001	2.422	3.576	0.021	0.017	0.027
1956	1231687	828311	1964746	0.002	0.001	0.003	2.996	2.401	3.571	0.012	0.010	0.016
1957	1231055	826229	1965863	0.007	0.004	0.011	2.998	2.400	3.573	0.038	0.031	0.049
1958	1225457	819302	1954436	0.004	0.002	0.005	2.980	2.376	3.559	0.019	0.015	0.024
1959	1225083	813544	1954060	0.006	0.004	0.010	2.977	2.369	3.551	0.033	0.028	0.044
1960	1230931	822951	1963898	0.007	0.005	0.011	2.987	2.398	3.557	0.039	0.032	0.051
1961	1245414	842988	1990260	0.014	0.009	0.020	3.024	2.476	3.586	0.073	0.060	0.093
1962	1246502	844271	2004018	0.019	0.012	0.027	3.028	2.488	3.584	0.098	0.082	0.125
1963	1250455	853689	2017360	0.021	0.013	0.031	3.043	2.534	3.598	0.110	0.091	0.139
1964	1251421	858112	2027687	0.019	0.012	0.028	3.043	2.553	3.598	0.100	0.083	0.125
1965	1249374	859949	2029984	0.032	0.019	0.046	3.041	2.550	3.600	0.167	0.138	0.208
1966	1215500	830304	1982558	0.021	0.013	0.031	2.960	2.449	3.531	0.111	0.091	0.139
1967	1200507	817218	1956289	0.021	0.013	0.031	2.929	2.416	3.494	0.111	0.091	0.140
1968	1190258	811271	1942050	0.020	0.012	0.029	2.903	2.382	3.474	0.106	0.087	0.134
1969	1169052	793248	1899152	0.032	0.019	0.047	2.854	2.327	3.423	0.167	0.137	0.212
1970	1135835	762561	1844957	0.037	0.023	0.056	2.770	2.225	3.333	0.198	0.162	0.254
1971	1102514	729900	1793975	0.051	0.031	0.077	2.685	2.128	3.245	0.269	0.220	0.349
1972	1067524	700751	1745026	0.044	0.027	0.067	2.601	2.052	3.161	0.235	0.192	0.306
1973	1047592	689619	1720578	0.054	0.033	0.083	2.555	2.009	3.105	0.288	0.235	0.375
1974	1020511	665926	1678685	0.063	0.038	0.096	2.485	1.946	3.029	0.333	0.271	0.435
1975	988906	640193	1643382	0.062	0.037	0.096	2.412	1.880	2.944	0.329	0.267	0.428
1976	973366	633250	1622892	0.047	0.028	0.072	2.376	1.863	2.904	0.247	0.200	0.320
1977	981889	649973	1645178	0.056	0.033	0.084	2.397	1.908	2.929	0.296	0.239	0.379
1978	976685	651649	1640185	0.054	0.032	0.081	2.383	1.908	2.914	0.286	0.230	0.365
1979	972957	654515	1637477	0.047	0.028	0.070	2.378	1.908	2.912	0.250	0.200	0.318
1980	976237	662724	1637022	0.065	0.039	0.096	2.385	1.918	2.939	0.345	0.273	0.437
1981	958757	651399	1625618	0.071	0.042	0.104	2.346	1.887	2.908	0.375	0.295	0.473
1982	936805	631029	1595976	0.079	0.046	0.117	2.291	1.829	2.854	0.417	0.327	0.529
1983	914530	616998	1568525	0.065	0.038	0.097	2.237	1.787	2.811	0.345	0.269	0.438
1984	910818	616963	1557803	0.078	0.046	0.115	2.228	1.792	2.812	0.414	0.320	0.524
1985	896430	610346	1542005	0.087	0.051	0.128	2.191	1.769	2.779	0.463	0.356	0.585
1986	874238	596004	1510021	0.075	0.043	0.110	2.138	1.733	2.742	0.397	0.302	0.499
1987	864785	593329	1490592	0.066	0.039	0.097	2.113	1.713	2.714	0.352	0.267	0.445
1988	855860	592426	1456106	0.078	0.046	0.112	2.092	1.692	2.667	0.411	0.313	0.521
1989	828265	572575	1388804	0.095	0.057	0.137	2.029	1.620	2.545	0.502	0.390	0.642
1990	790930	544827	1310164	0.108	0.065	0.156	1.939	1.528	2.405	0.569	0.449	0.738
1991	755396	518424	1245519	0.129	0.078	0.187	1.852	1.447	2.288	0.680	0.539	0.886
1992	713335	488296	1170891	0.140	0.086	0.205	1.751	1.363	2.151	0.740	0.591	0.969
1993	674331	462171	1105858	0.169	0.103	0.246	1.656	1.293	2.037	0.891	0.713	1.160
1994	624922	427528	1032947	0.216	0.131	0.316	1.534	1.195	1.889	1.139	0.914	1.482
1995	561638	380374	940666	0.228	0.136	0.337	1.378	1.078	1.713	1.203	0.959	1.558
1996	507122	338934	861475	0.238	0.140	0.356	1.243	0.969	1.559	1.257	1.001	1.621
1997	464324	307815	798591	0.237	0.138	0.358	1.137	0.888	1.437	1.256	0.997	1.608
1998	435773	290616	756006	0.248	0.143	0.371	1.066	0.841	1.356	1.313	1.028	1.661
1999	409233	273118	717655	0.297	0.170	0.445	1.001	0.796	1.283	1.576	1.224	1.976
2000	368731	239590	664046	0.281	0.156	0.433	0.899	0.714	1.178	1.498	1.138	1.861
2001	341465	216985	622302	0.267	0.147	0.420	0.832	0.654	1.101	1.424	1.071	1.779
2002	325255	204983	595271	0.233	0.127	0.369	0.793	0.618	1.055	1.240	0.928	1.555
2003	323444	206202	584649	0.271	0.150	0.425	0.790	0.618	1.040	1.444	1.087	1.812
2004	309443	196145	560938	0.291	0.161	0.459	0.755	0.586	1.001	1.550	1.165	1.955
2005	294103	182433	540474	0.231	0.126	0.372	0.717	0.549	0.962	1.232	0.913	1.571
2006	299961	188194	544602	0.197	0.109	0.314	0.731	0.561	0.973	1.053	0.780	1.344
2007	312352	200834	552487	0.223	0.126	0.346	0.762	0.588	0.998	1.187	0.892	1.519
2008	311496	200627	541608	0.203	0.117	0.316	0.760	0.584	0.986	1.084	0.820	1.403
2009	317169	206451	543501	0.241	0.140	0.370	0.776	0.594	0.994	1.278	0.979	1.676
2010	313660	202529	536910	0.242	0.141	0.375	0.766	0.579	0.981	1.287	0.987	1.706
2011	312582	201912	536337	0.244	0.142	0.378	0.765	0.576	0.980	1.297	0.993	1.723
2012	315215	204044	540506	0.225	0.131	0.348	0.770	0.584	0.991	1.198	0.908	1.589
2013	326627	215386	557513	0.208	0.122	0.315	0.798	0.610	1.033	1.105	0.826	1.463
2014	338927	227314	572374	0.221	0.131	0.330	0.828	0.633	1.080	1.176	0.868	1.572
2015	343760	231142	579560	0.233	0.138	0.347	0.840	0.640	1.104	1.239	0.901	1.676
2016	340644	227928	572626	0.235	0.140	0.351	0.831	0.622	1.109	1.246	0.894	1.724
2017	337138	224084	568562	0.228	0.135	0.344	0.824	0.601	1.115	1.210	0.851	1.723

Table 19. Uncertainty grid specifications from the SS3-Reference Case for Atlantic bigeye tuna. Total number of grid runs is 18.

Grid specifications				N
Index	split (ves ID>79)			1
M	Mref(0.28)	Malt(0.35)		2
steepness	0.7	0.8	0.9	3
lambda		0.1		1
sigmaR	0.2	0.4	0.6	3
number of runs				18

Table 20. Reference Points, stock status and approximate 90% confidence intervals across all 18 SS3-uncertainty grid runs for Atlantic bigeye tuna.

Quantity	Mean*	Median*	90% LCI**	90% UCI**
F_{2017}/F_{MSY}	1.633	1.629	1.143	2.123
SSB_{2017}/SSB_{MSY}	0.611	0.590	0.426	0.797
Virgin SSB (t)	1421250	1404845	1010578.04	1831921.96
Virgin total biomass (t)	1607423.889	1593220	1196506.124	2018341.654
Virgin recruitment (1000 age 0)	24913	24808	16576	33250
SSB_{MSY}	436256	425601	427919	444593
F_{MSY} (avg F, ages 1-7)	0.194	0.193	0.150	0.238
MSY (t)	76182	76232	72664	79700

*mean and median were calculated across all 18 uncertainty grid runs

**90% confidence interval calculated as mean $\pm$ 1.68*SE

Table 21. The SS3-uncertainty grid estimates (across all 18 runs) of biomass, fishing mortality, biomass relative to B_{MSY} , and fishing mortality relative to F_{MSY} between 1950 and 2017 for Atlantic bigeye tuna with 90% confidence intervals.

SS3	SSB			Fishing mortality			SSB/SSB _{MSY}			F/F _{MSY}			
	Year	Median	90% LCI	90% UCI	Median	90% LCI	90% UCI	Median	90% LCI	90% UCI	Median	90% LCI	90% UCI
	1950	1404845	1010578	1831922	0.001	0.001	0.001	4.076	3.155	5.258	0.003	0.003	0.004
	1951	1404085	1009851	1831129	0.001	0.001	0.002	4.073	3.154	5.255	0.007	0.006	0.008
	1952	1402460	1008329	1829394	0.002	0.001	0.002	4.069	3.151	5.248	0.009	0.007	0.010
	1953	1400445	1006518	1827167	0.002	0.002	0.003	4.063	3.147	5.239	0.013	0.011	0.015
	1954	1397645	1004033	1824045	0.002	0.002	0.003	4.054	3.142	5.227	0.013	0.011	0.014
	1955	1394975	1001781	1820957	0.004	0.004	0.004	4.046	3.137	5.216	0.021	0.018	0.024
	1956	1390840	998177	1816269	0.002	0.002	0.003	4.034	3.129	5.199	0.012	0.010	0.014
	1957	1388745	996678	1813568	0.007	0.006	0.008	4.031	3.127	5.195	0.038	0.032	0.043
	1958	1381665	990366	1805710	0.003	0.003	0.004	4.008	3.114	5.158	0.018	0.016	0.021
	1959	1378620	988191	1801776	0.006	0.005	0.007	4.008	3.112	5.161	0.033	0.028	0.038
	1960	1373275	983770	1795481	0.007	0.006	0.008	3.998	3.107	5.142	0.038	0.033	0.044
	1961	1366995	978533	1788144	0.012	0.010	0.013	4.044	3.121	5.231	0.070	0.060	0.078
	1962	1353470	966375	1773234	0.017	0.015	0.020	3.849	3.072	4.817	0.097	0.084	0.109
	1963	1335415	950255	1753216	0.029	0.025	0.034	3.526	2.940	4.228	0.128	0.109	0.145
	1964	1317270	934640	1732526	0.020	0.017	0.023	3.661	2.981	4.495	0.104	0.090	0.117
	1965	1298930	919538	1710892	0.027	0.023	0.031	3.816	2.992	4.874	0.168	0.145	0.186
	1966	1266015	891158	1673365	0.017	0.015	0.019	3.719	2.930	4.729	0.108	0.094	0.120
	1967	1251915	881531	1654738	0.028	0.024	0.032	3.337	2.800	3.985	0.127	0.110	0.145
	1968	1245110	878369	1644263	0.019	0.017	0.022	3.499	2.865	4.280	0.106	0.093	0.120
	1969	1238055	874588	1633904	0.041	0.035	0.047	3.278	2.766	3.890	0.184	0.159	0.209
	1970	1221080	861176	1613343	0.041	0.036	0.047	3.320	2.771	3.986	0.203	0.176	0.230
	1971	1197440	841653	1585514	0.053	0.045	0.060	3.292	2.737	3.972	0.271	0.235	0.304
	1972	1160195	809922	1542579	0.048	0.041	0.055	3.142	2.648	3.743	0.241	0.210	0.270
	1973	1134645	790199	1510990	0.063	0.054	0.072	3.071	2.593	3.653	0.302	0.262	0.339
	1974	1104120	765844	1474112	0.077	0.066	0.088	2.981	2.530	3.532	0.362	0.316	0.407
	1975	1067690	736370	1430554	0.067	0.058	0.077	2.912	2.471	3.463	0.337	0.295	0.376
	1976	1031640	708364	1386210	0.061	0.052	0.070	2.744	2.370	3.203	0.280	0.241	0.314
	1977	1002605	692009	1348405	0.088	0.075	0.101	2.635	2.290	3.066	0.363	0.310	0.418
	1978	957339	666304	1292914	0.087	0.075	0.100	2.526	2.193	2.945	0.365	0.305	0.430
	1979	929617	648341	1245099	0.069	0.060	0.080	2.458	2.122	2.905	0.301	0.253	0.354
	1980	913653	644775	1210181	0.083	0.072	0.095	2.479	2.092	2.973	0.405	0.341	0.475
	1981	882594	631576	1167154	0.099	0.085	0.114	2.369	1.999	2.812	0.460	0.382	0.543
	1982	844589	610657	1119850	0.096	0.083	0.111	2.290	1.924	2.740	0.485	0.405	0.570
	1983	807666	588846	1073779	0.085	0.073	0.098	2.203	1.835	2.645	0.410	0.340	0.486
	1984	786831	580937	1045232	0.097	0.084	0.111	2.166	1.787	2.615	0.485	0.402	0.574
	1985	762695	566016	1013307	0.093	0.080	0.106	2.152	1.751	2.645	0.501	0.420	0.593
	1986	746447	557019	986804	0.083	0.072	0.095	2.044	1.678	2.455	0.444	0.369	0.522
	1987	753189	568897	984835	0.071	0.061	0.081	2.079	1.685	2.488	0.381	0.316	0.449
	1988	763113	582763	989165	0.082	0.072	0.094	2.115	1.696	2.549	0.438	0.364	0.520
	1989	763876	587290	985089	0.095	0.082	0.109	2.133	1.700	2.581	0.527	0.437	0.630
	1990	732925	561454	950861	0.117	0.101	0.135	1.990	1.603	2.382	0.631	0.519	0.764
	1991	687231	523120	901067	0.164	0.141	0.185	1.821	1.482	2.176	0.821	0.675	0.998
	1992	645223	491629	849972	0.177	0.154	0.202	1.677	1.373	1.993	0.899	0.728	1.098
	1993	606998	465153	799816	0.244	0.216	0.278	1.558	1.261	1.852	1.165	0.928	1.413
	1994	565754	437245	742718	0.296	0.262	0.337	1.465	1.175	1.754	1.480	1.172	1.798
	1995	510307	395162	669051	0.293	0.261	0.335	1.338	1.071	1.605	1.503	1.197	1.820
	1996	451684	348590	593652	0.298	0.263	0.339	1.187	0.955	1.416	1.555	1.234	1.892
	1997	399102	306649	524478	0.294	0.259	0.332	1.052	0.849	1.252	1.513	1.197	1.842
	1998	361598	278271	470619	0.269	0.239	0.304	0.966	0.772	1.156	1.452	1.147	1.765
	1999	340288	264347	432147	0.320	0.288	0.367	0.897	0.713	1.084	1.704	1.333	2.081
	2000	316827	252159	397450	0.268	0.241	0.310	0.819	0.658	1.005	1.481	1.161	1.798
	2001	309582	253555	381857	0.291	0.261	0.331	0.783	0.620	0.976	1.452	1.127	1.770
	2002	312908	260899	377579	0.263	0.235	0.299	0.783	0.609	0.988	1.280	0.991	1.565
	2003	311282	262337	371787	0.321	0.285	0.363	0.780	0.603	0.995	1.543	1.193	1.894
	2004	284430	240195	342720	0.374	0.332	0.425	0.711	0.548	0.900	1.872	1.427	2.320
	2005	257593	217675	312692	0.250	0.223	0.285	0.613	0.483	0.776	1.407	1.081	1.712
	2006	255627	218032	307253	0.209	0.186	0.243	0.628	0.484	0.799	1.117	0.861	1.368
	2007	265324	226974	312959	0.213	0.187	0.244	0.631	0.490	0.809	1.259	0.977	1.522
	2008	255316	218709	302167	0.180	0.156	0.209	0.601	0.470	0.773	1.193	0.905	1.447
	2009	244383	210672	293548	0.244	0.211	0.283	0.582	0.450	0.749	1.497	1.127	1.816
	2010	231195	195137	280215	0.257	0.223	0.301	0.540	0.416	0.701	1.602	1.191	1.953
	2011	226832	187699	274166	0.257	0.226	0.306	0.527	0.400	0.694	1.615	1.190	1.990
	2012	223599	184403	270716	0.235	0.208	0.281	0.523	0.390	0.692	1.459	1.079	1.807
	2013	236864	199436	281038	0.222	0.197	0.262	0.547	0.406	0.733	1.340	0.996	1.660
	2014	255831	225027	300724	0.239	0.212	0.281	0.606	0.443	0.804	1.443	1.069	1.786
	2015	263452	233812	307212	0.264	0.232	0.313	0.627	0.457	0.832	1.577	1.143	1.981
	2016	255294	223795	297174	0.276	0.241	0.325	0.595	0.435	0.794	1.618	1.172	2.063
	2017	254233	222443	291399	0.303	0.257	0.364	0.590	0.426	0.797	1.629	1.143	2.123

Table 22. Statistics summary of stock status, benchmarks, and key parameters from the three stock assessment models for Atlantic bigeye tuna.

Assessment Method	SS3			JABBA			mpb		
Estimates	Median	90%LCI	90%UCI	Median	90%LCI	90%UCI	Median	90%LCI	90%UCI
F_{2017}/F_{MSY}	1.629	1.143	2.123	1.210	0.851	1.723	1.373	0.926	2.121
B_{2017}/B_{MSY}^*	0.590	0.426	0.797	0.824	0.601	1.115	0.707	0.468	0.989
B_{MSY}^*	425601	427919	444593	408041	290355	665500	411499	278845	628778
F_{MSY}	0.193	0.150	0.238	0.191	0.105	0.283	0.194	0.110	0.317
MSY	76232	72664	79700	77636	66601	86575	80359	69340	88348
K^{**}	1404845	1010578	1831922	1342195	941998	2183037	1123463	1118011	757601
r	-	-	-	0.133	0.072	0.212	0.195	0.110	0.317

*SBB (SS3) or exploitable biomass (production models)

**Virgin SSB (SS3) or carrying capacity (production models)

Table 23. Estimated probabilities for catch projections from the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna summarizing a) probability of biomass being above B_{MSY} (not overfished); b) probability of F being below F_{MSY} (overfishing not occurring), and c) probability of being in the green quadrant of the Kobe plot (not overfished and overfishing not occurring).

a) p($B > B_{msy}$)															
TAC (x1,000 t)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
0	6	7	31	61	84	94	97	99	100	100	100	100	100	100	100
40	6	7	16	32	49	60	72	80	85	90	92	94	95	97	97
45	6	7	15	28	43	54	63	72	80	84	88	90	92	94	94
50	6	7	14	25	36	48	57	64	71	76	82	84	87	88	91
55	6	7	13	21	31	40	48	56	62	68	72	75	81	82	84
60	6	7	12	17	25	34	40	47	52	57	62	66	69	71	74
65	6	7	11	15	20	27	32	37	42	47	50	53	56	58	61
70	6	7	9	13	16	20	24	28	32	35	37	40	44	46	48
75	6	7	8	11	13	14	17	19	22	24	26	28	28	31	32
80	6	7	8	8	9	11	12	12	13	14	14	16	16	18	18
85	6	7	7	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7	7
90	6	7	6	5	5	5	4	3	2	2	2	2	2	2	1
b) p($F < F_{msy}$)															
TAC (x1,000 t)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
0	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
40	10	84	90	93	95	96	98	99	99	99	99	100	100	100	100
45	10	73	83	88	91	93	95	95	96	97	98	99	99	99	99
50	10	62	71	78	84	88	90	92	92	94	94	95	95	96	96
55	10	51	59	66	71	76	81	84	86	87	89	90	91	92	93
60	10	42	48	54	60	63	68	71	74	76	80	81	83	84	84
65	10	29	36	42	47	51	55	58	60	62	65	67	69	70	72
70	10	21	26	30	34	37	39	44	46	47	50	51	53	54	55
75	10	14	17	19	22	24	26	28	30	31	33	34	35	36	37
80	10	10	12	12	13	13	14	15	16	17	18	18	19	19	20
85	10	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6
90	10	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
c) p(Green)															
TAC (x1,000 t)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
0	6	7	31	61	84	94	97	99	100	100	100	100	100	100	100
40	6	7	16	32	49	60	72	80	85	90	92	94	95	97	97
45	6	7	15	28	43	54	63	72	80	84	88	90	92	94	94
50	6	7	14	25	36	48	57	64	71	76	82	84	87	88	91
55	6	7	13	21	31	40	48	56	62	68	72	75	81	82	84
60	6	7	12	17	25	34	40	47	52	57	62	66	69	71	74
65	6	7	11	15	20	27	32	37	42	47	50	53	56	58	61
70	6	7	9	13	16	20	24	28	32	35	37	40	44	46	48
75	6	7	8	11	13	14	17	19	22	24	26	28	28	31	32
80	6	7	8	8	9	11	11	12	13	14	14	16	16	18	18
85	6	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6
90	6	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1

Table 24 Estimated probabilities for catch projections from the JABBA uncertainty grid for Atlantic bigeye tuna summarizing a) probability (%) of biomass being above B_{MSY} (not overfished); b) probability of F being below F_{MSY} (overfishing not occurring) and c) probability of being in the green quadrant of the Kobe plot (not overfished and overfishing not occurring) under different global catch quotas over a projection period of 15 years until 2032. The Kobe projection matrix was constructed by combining projected posteriors of B/B_{MSY} and F/F_{MSY} from the JABBA uncertainty grid runs.

a) Probability (%) of ($F/F_{MSY} < 1$)

TAC Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
40000	98	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
45000	94	97	98	99	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100
50000	86	91	94	96	97	98	98	98	99	99	99	99	99	99
55000	74	82	86	90	92	94	95	96	96	97	97	97	98	98
60000	59	67	73	78	82	85	87	89	90	91	92	93	93	94
65000	43	50	56	61	65	69	72	75	77	79	81	82	83	84
70000	29	34	38	41	45	48	51	54	56	58	60	62	63	64
75000	19	21	23	25	27	28	30	31	33	34	35	36	37	38
80000	11	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	16	16	16
85000	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
90000	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2

b) Probability (%) of ($B/B_{MSY} > 1$)

TAC Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
0	12	51	84	95	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100
40000	12	28	49	67	80	88	92	95	97	98	98	99	99	99
45000	12	26	43	60	73	82	88	92	94	96	97	97	98	98
50000	12	23	38	53	65	75	82	87	90	92	94	95	96	97
55000	12	21	33	45	56	65	73	79	83	86	89	91	92	93
60000	12	19	28	37	46	54	61	67	72	76	80	82	84	86
65000	12	17	23	30	36	42	48	53	58	62	65	69	71	74
70000	12	15	19	23	27	31	35	38	41	45	47	50	52	55
75000	12	14	16	18	20	21	23	25	26	28	29	30	32	33
80000	12	12	13	13	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16
85000	12	11	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	7	7
90000	12	10	8	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3

c) Probability (%) of green (($F/F_{MSY} < 1$ & $B/B_{MSY} > 1$)

TAC Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
0	12	51	84	95	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100
40000	12	28	49	67	80	88	92	95	97	98	98	99	99	99
45000	12	26	43	60	73	82	88	92	94	96	97	97	98	98
50000	12	23	38	53	65	75	82	87	90	92	94	95	96	97
55000	12	21	33	45	56	65	73	79	83	86	89	91	92	93
60000	12	19	28	37	46	54	61	67	72	76	80	82	84	86
65000	12	17	23	29	36	42	48	53	58	62	65	69	71	74
70000	12	15	19	23	27	31	35	38	41	44	47	50	52	55
75000	11	13	15	17	19	21	23	24	26	27	29	30	31	32
80000	9	10	11	11	12	12	13	13	14	14	14	15	15	15
85000	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5
90000	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2

Table 25. Active Commission requests relevant to tropical tunas requiring responses from the SCRS.

Recommendation	Subject	Summary of response provided by the SCRS in 2017
Rec. 16- 01, paragraph 12c	Assess the potential impact of Ghana's comprehensive and detailed capacity management plan on the level of tropical tuna catches.	This work could not be conducted in time to respond to the Commission in 2017. The Group recommended that the Secretariat compile the data needed to support the analysis of Ghanaian fishing capacity in time to conduct these analyses in 2018.
Rec. 16-01, paragraph 15	Evaluate the efficacy of the area/time closure referred to in paragraph 13 in relation with the protection of juveniles of tropical tunas.	The SCRS plans to conduct an evaluation of the effect of the moratorium on the mortality of juvenile tropical tunas in 2018. The work plan is on page 281 of the <i>Report for Biennial Period 2016-2017, Part II (2017), Vol. 2</i> .
Rec. 16- 01, paragraph 49 (a)	Recommendations made by the FAD Working Group (Annex 8) and develop a work plan.	The SCRS Chair, with the help of the rapporteurs of tropical tunas, billfish, sharks, Sub-Committees on Statistics and Ecosystems will prepare, before the end of 2017, a FAD research work plan to coordinate the SCRS response to the recommendations made by the ICCAT Ad Hoc Working Group on FADs. This work plan will be reviewed by the appropriate working groups and subcommittees during the intersessional meetings in 2018 and reviewed by the SCRS in plenary in 2018.
Rec. 16-01, paragraph 49 (c)	Develop a table that quantifies the expected impact on MSY, B_{MSY} , and relative stock status for both bigeye and yellowfin resulting from reductions of the individual proportional contributions of major fisheries to the total catch.	The Group plans to conduct an analysis that will directly respond to this request in 2018 (see section 7.1.3).

Table 26. Example of SS3 starter file modifications for evaluating the effect of each major fishery on the spawning biomass of Atlantic bigeye tuna.

```

starter file
### Stock Synthesis Version 3.0.11
_BET_2018_refV2.dat
_BET_2018_split.ctl
#control.ss_new
1 # 1 # 0=use init values in control file; 1=use ss3.par (set to 1)
1 # run display detail (0,1,2)
0 # detailed age-structured reports in REPORT.SSO (0,1)
0 # write detailed checkup.sso file (0,1)
1 # write parm values to ParmTrace.sso
2 # 2 # report level in CUMREPORT.SSO (0,1,2)
0 # Include prior_like for non-estimated parameters (0,1)
1 # Use Soft Boundaries to aid convergence
1 # Number of bootstrap datafiles to produce
0 # 6 # Turn off estimation for parameters entering after this phase (set to 0)
.....

```

data file (for the baitboat case, F5 – F9)

.....	
259 # Number of Catch Observations	259 # Number of Catch Observations
0 0 0 0 0 0 0 510.68 0 0 0 0 0 0 1950 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1950 2
0 0 0 0 0 0 0 297.32 0 0 0 0 0 0 1950 3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1950 3
0 0 0 0 0 0 0 1043.48 0 0 0 0 0 0 1951 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1951 2
0 0 0 0 0 0 0 607.52 0 0 0 0 0 0 1951 3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1951 3
0 0 0 0 0 0 0 1275.43 0 0 0 0 0 0 1952 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1952 2
0 0 0 0 0 0 0 742.57 0 0 0 0 0 0 1952 3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1952 3
0 0 0 0 0 0 0 1865.12 0 0 0 0 0 0 1953 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1953 2
0 0 0 0 0 0 0 1085.88 0 0 0 0 0 0 1953 3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1953 3
0 0 0 0 0 0 0 1853.11 0 0 0 0 0 0 1954 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1954 2
0 0 0 0 0 0 0 1078.89 0 0 0 0 0 0 1954 3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1954 3
0 0 0 0 0 0 0 3038.79 0 0 0 0 0 0 1955 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1955 2
0 0 0 0 0 0 0 1769.21 0 0 0 0 0 0 1955 3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1955 3
0 0 0 0 0 0 0 1750.09 0 2.05 0 0 0 0 1956 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 2.05 0 0 0 0 1956 2
0 0 0 0 0 0 0 1018.91 0 2.78 0 0 0 0 1956 3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 2.78 0 0 0 0 1956 3
0 0 0 0 0 0 0 0.00 0 5.20 0 0 0 0 1956 4	0 0 0 0 0 0 0 0 0 5.20 0 0 0 0 1956 4
.....	

Table 27. Average proportions of the impact attributed to each fishery category on spawning biomass in the last three years (2015-2017) for 18SS3-uncertainty grid. Unexploited spawning stock biomass of a simulated population of Atlantic bigeye was 1.0. The predicted biomass of each model is 1 - sum of portions of the impact attributed to each fishery category. The fishery defined in the stock synthesis model (F1 - F15) are assigned as FSC (F1-3), FAD (F4 and 5), BB (F6-9), LL (F10-15). The FAD fishery category contained mixed fishery of BB and PS of Ghana.

model	FSC	FAD	BB	LL
1	0.11	0.32	0.17	0.29
2	0.11	0.32	0.17	0.29
3	0.10	0.33	0.16	0.29
4	0.10	0.31	0.16	0.29
5	0.09	0.32	0.15	0.28
6	0.07	0.32	0.14	0.27
7	0.13	0.32	0.18	0.29
8	0.12	0.32	0.18	0.29
9	0.10	0.33	0.17	0.29
10	0.11	0.32	0.17	0.28
11	0.09	0.32	0.16	0.28
12	0.08	0.33	0.14	0.28
13	0.13	0.31	0.19	0.29
14	0.12	0.32	0.18	0.29
15	0.10	0.33	0.17	0.29
16	0.11	0.32	0.17	0.28
17	0.09	0.32	0.16	0.28
18	0.08	0.33	0.14	0.28
average	0.10	0.32	0.16	0.28

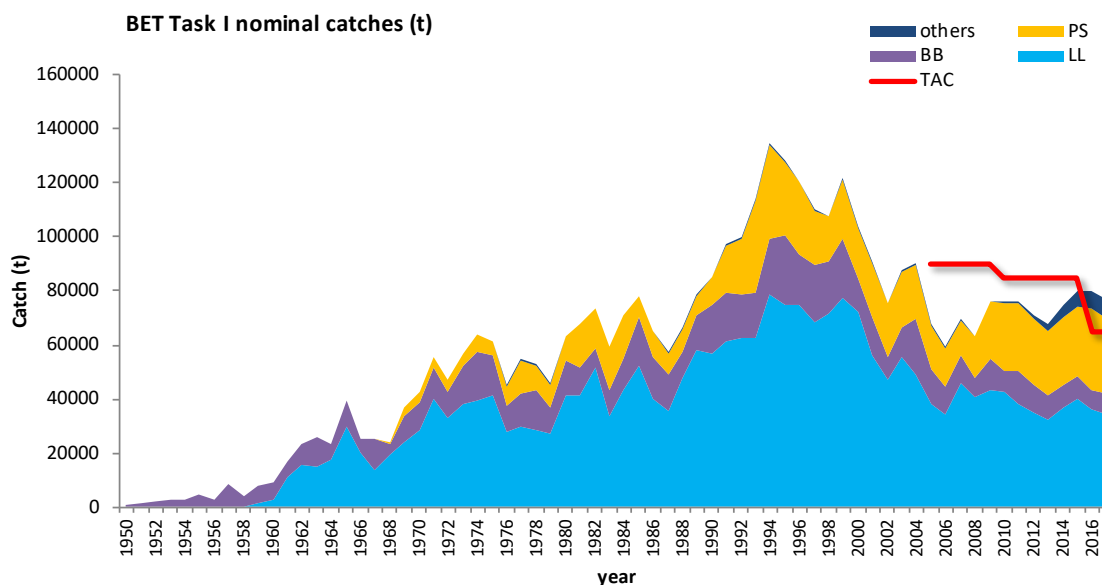


Figure 1. Atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*) Task I cumulative catches (t) by gear type between 1950 and 2017.

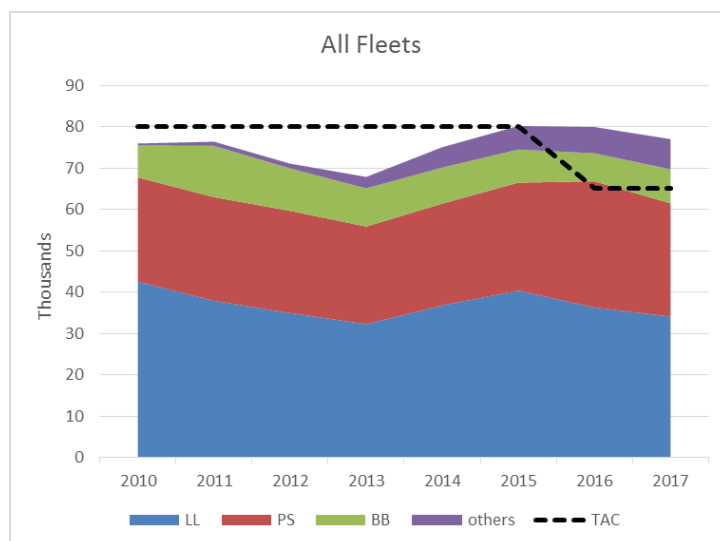


Figure 2. Catches of Atlantic bigeye tuna by gear type for the period 2010-2017.

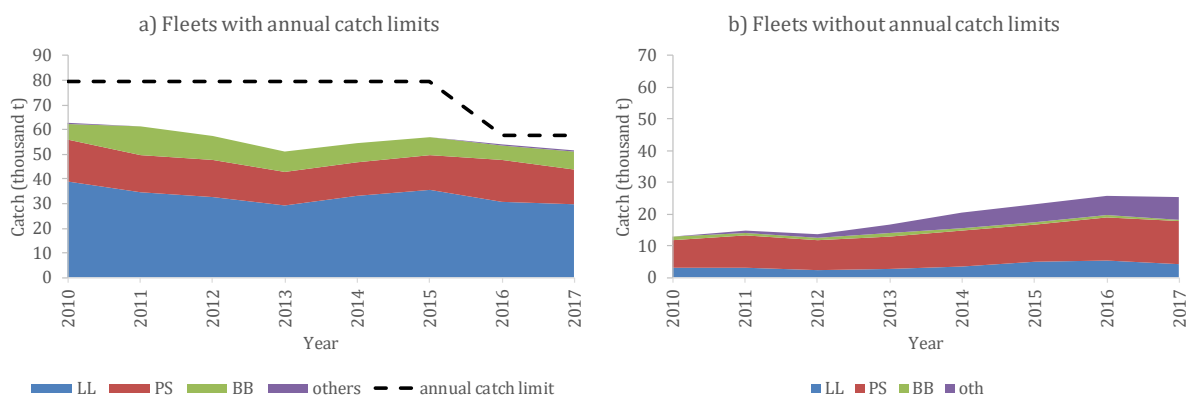


Figure 3. Catches of Atlantic bigeye tuna by gear type for the period 2010-2017 for CPCs with annual catch limits in paragraph 3 of Rec. 16-01 (a) and for CPCs with annual catch limits in paragraph 4 of Rec. 16-01.

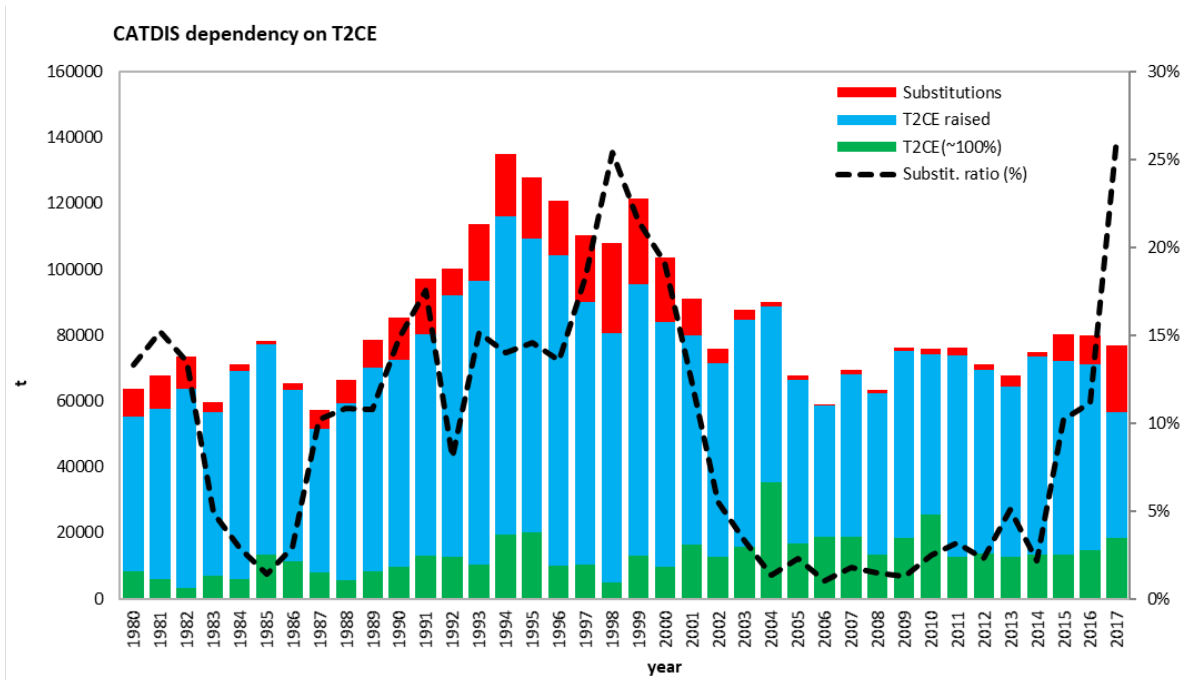


Figure 4. Distribution of total Atlantic bigeye tuna catch and effort (T2CE) 1980 – 2017 by source of information. T2CE submitted by CPCs (green bars), T2CE raised (blue bars) and estimated based on substitutions (red bars) information. The broken line represents the trend of percent of catch requiring substitutions to fulfill information.

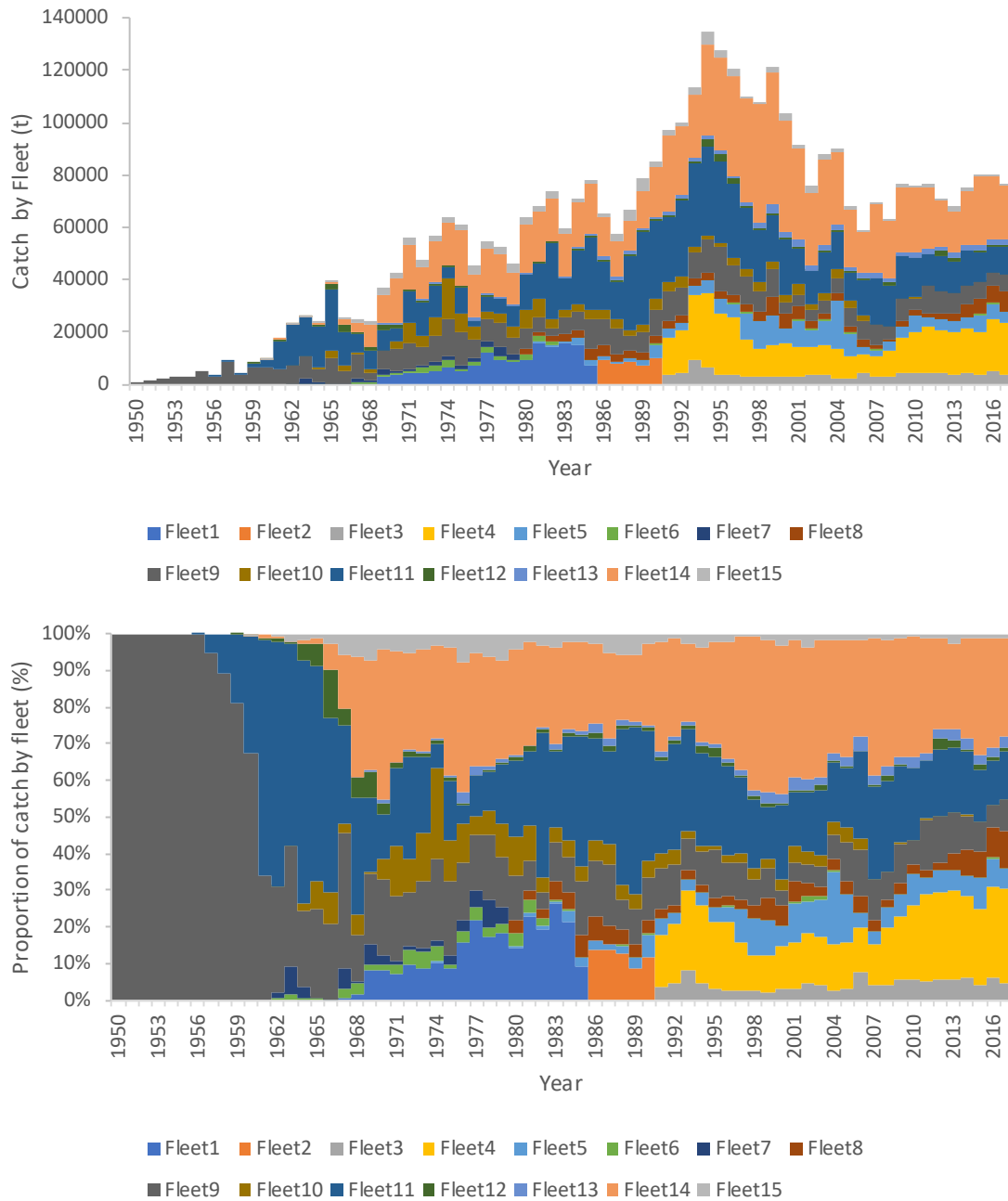


Figure 5. Total Atlantic bigeye tuna catch by fishery fleet ID used as input for the stock synthesis model. Bottom plot shows the proportion by fleet for each year.

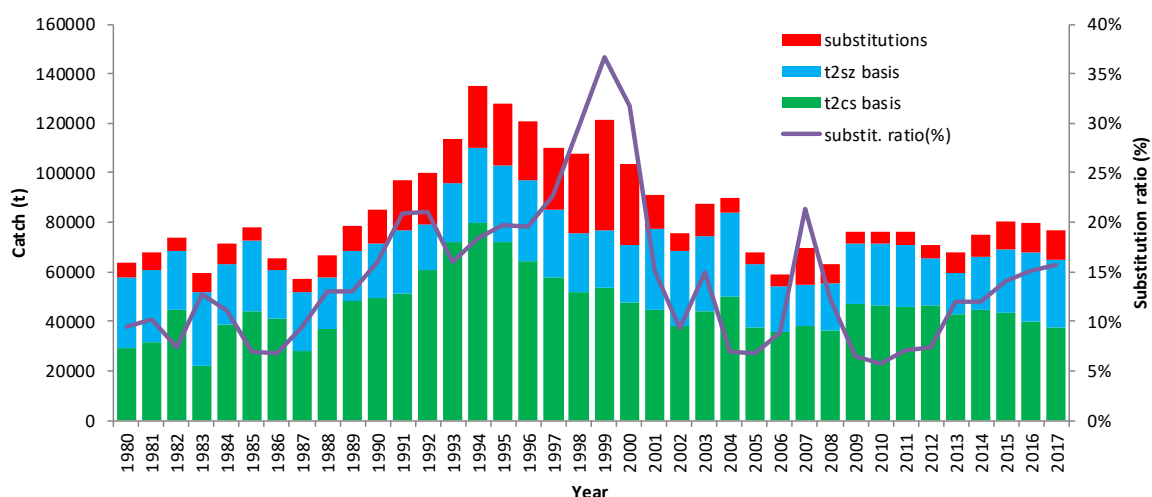


Figure 6. Distribution of total Atlantic bigeye tuna CAS (T2SZ) 1980 – 2017 by source of information. T2CS submitted by CPCs (green bars), T2SZ size samples data (blue bars) and size distribution estimated based on substitutions (red bars) information. The line represents the trend of percent of size distribution requiring substitutions to fulfill information.

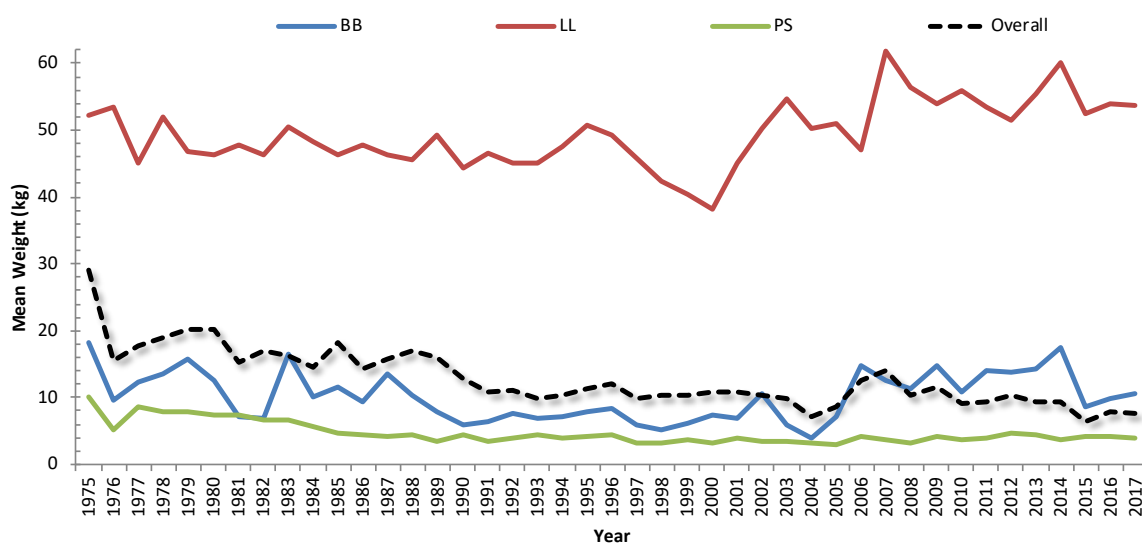


Figure 7. Atlantic bigeye tuna mean weight (kg) estimates from the CAS matrix by main gear type (BB baitboat, LL longline, PS purse seine) and overall.

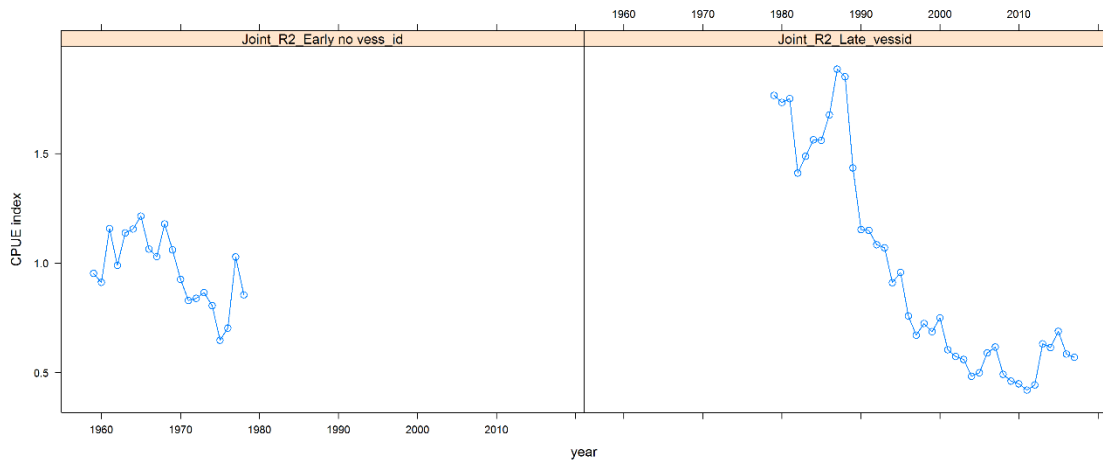


Figure 8. CPUE index used in the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna.

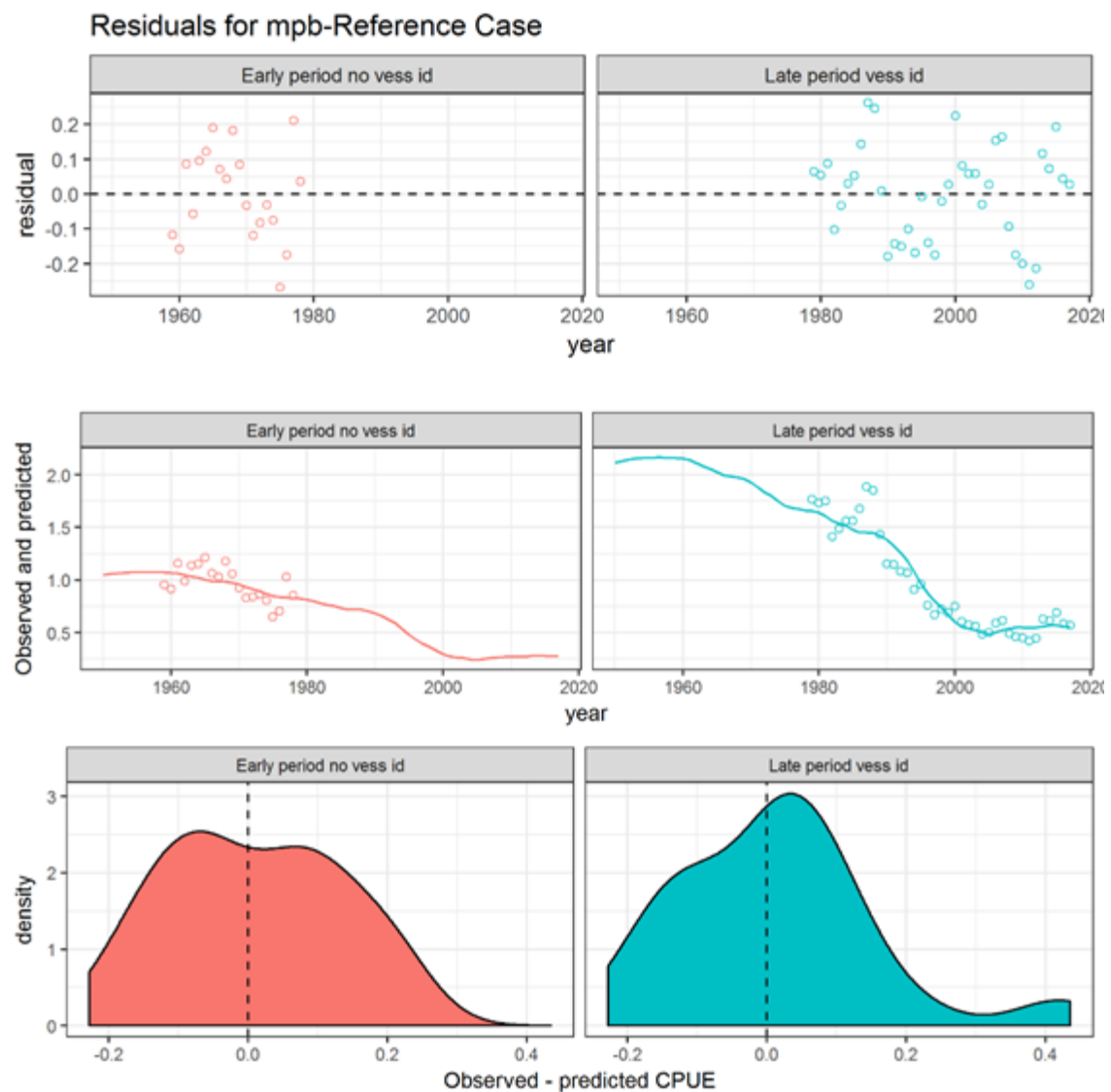


Figure 9. Residuals of fit from the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna.

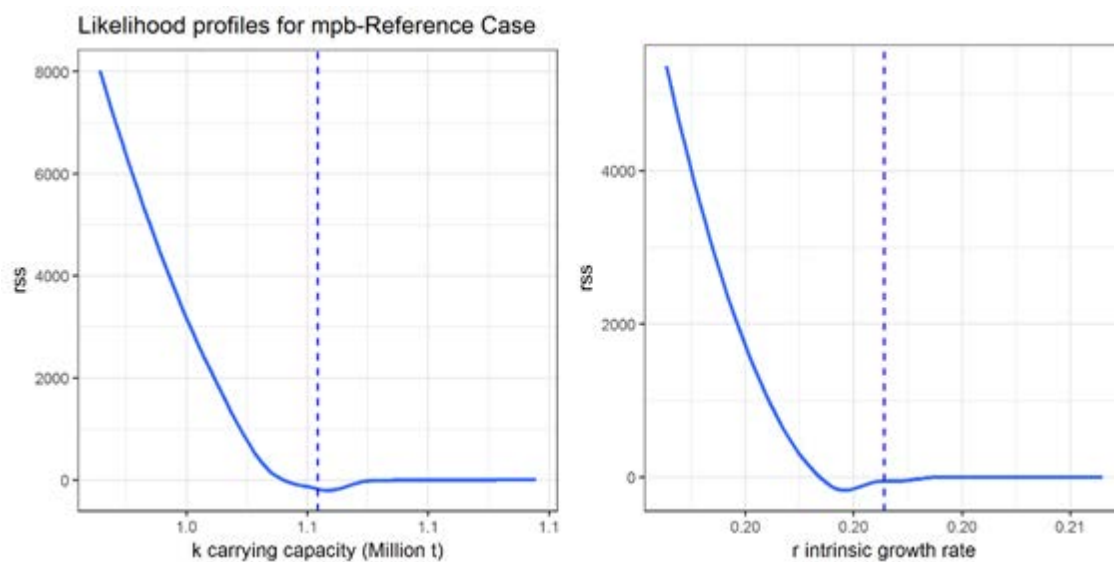


Figure 10. Likelihood profiles for the intrinsic growth parameter (r) and carrying capacity (K) in millions tons from the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna.

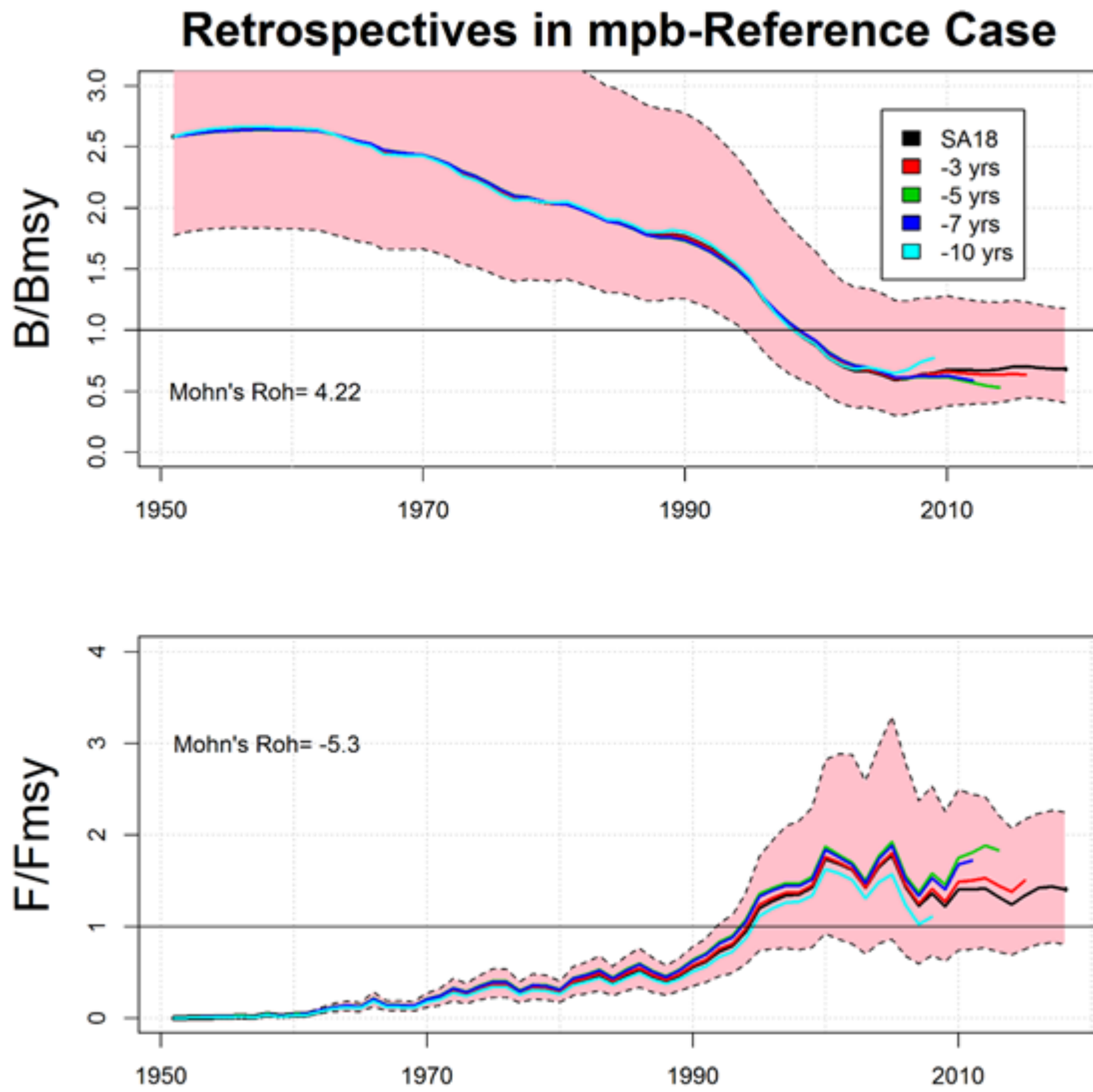


Figure 11. Retrospective analysis of the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna.

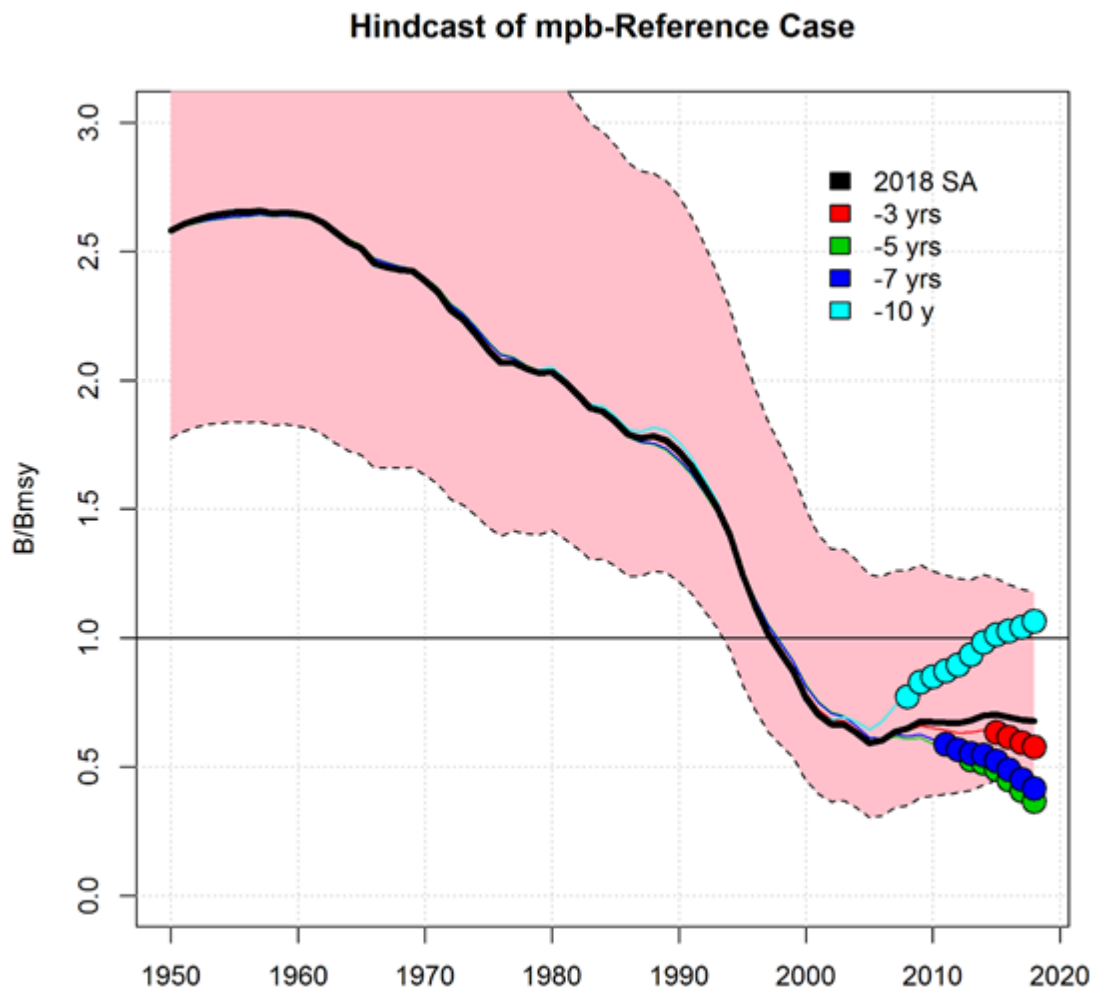


Figure 12. Hindcast analysis of the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna. The predicted abundance indices for (none fitted) hindcasting periods of 0, 3, 5, 7 and 10 years fitted with the mpb-Reference Case.

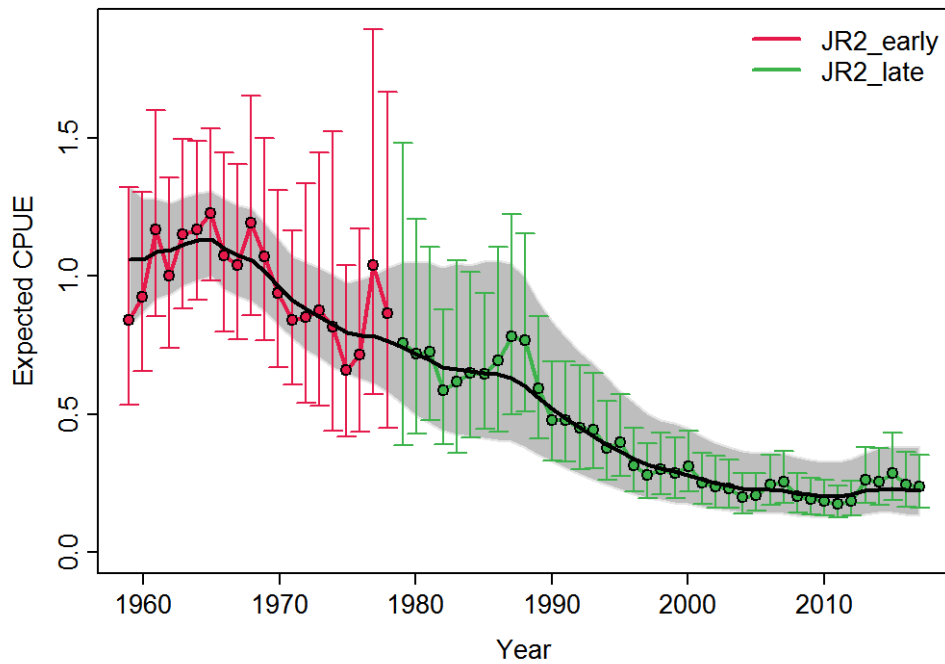


Figure 13. Trends in the split Joint R2 CPUE indices used as JABBA-uncertainty grid for Atlantic bigeye tuna, which is produced using the state-space CPUE averaging tool implemented in JABBA.

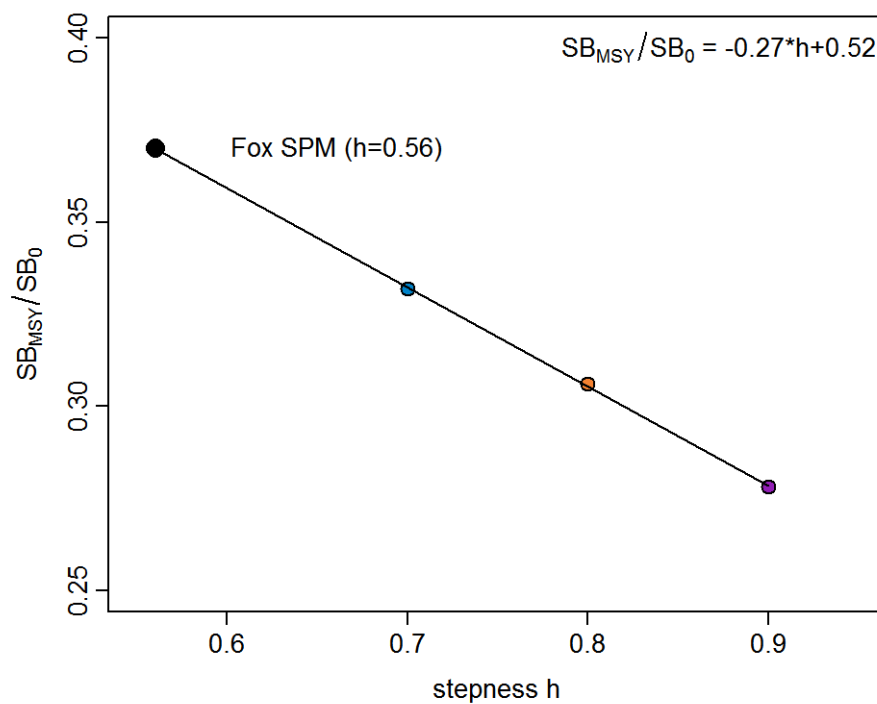


Figure 14. Showing the linear relationship between steepness h in values and predicted SB_{MSY}/SB_0 ratio for the Stock Synthesis (SS3) runs used for 2018 ICCAT bigeye tuna stock assessment. The solid black circle denotes the approximate position of $h = 0.56$ that would correspond to $B/B_{MSY} \sim 0.37$ for the Fox surplus production model.

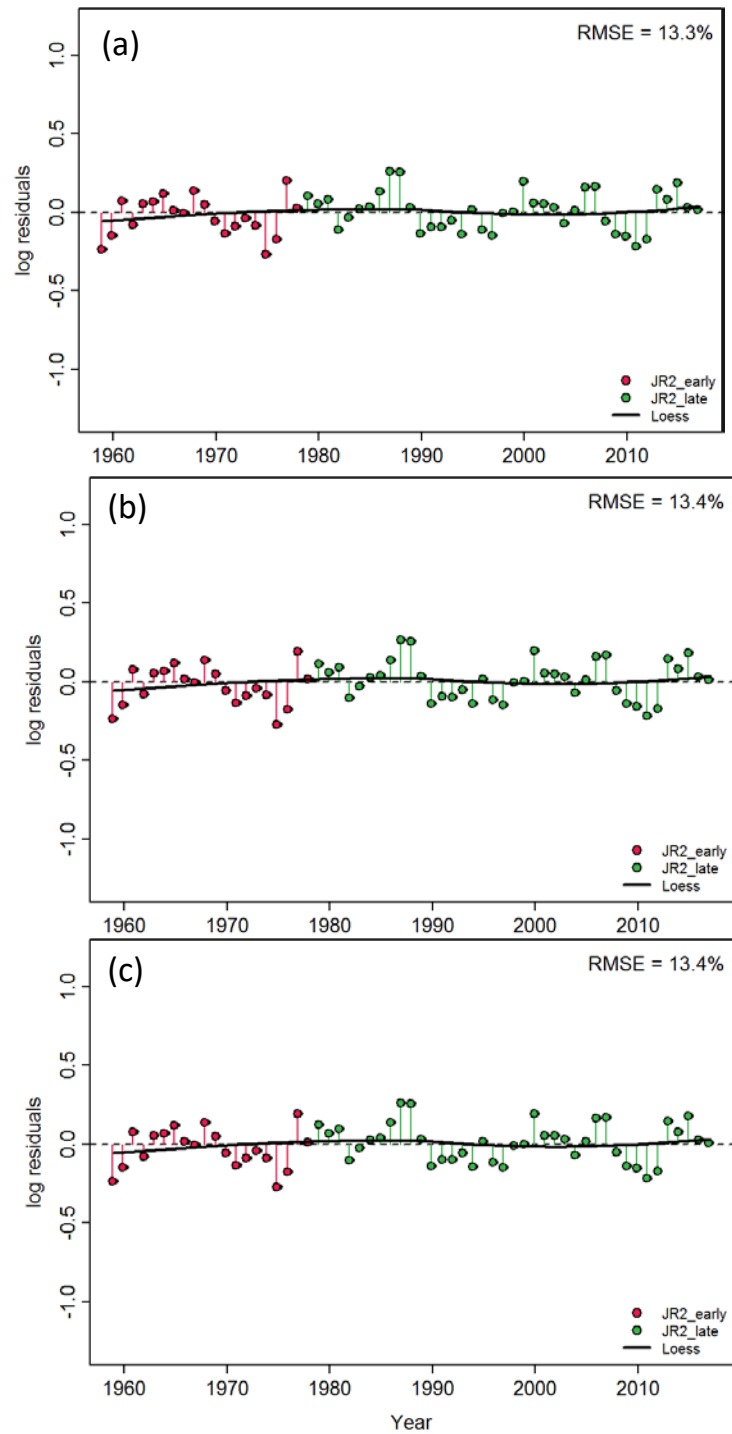


Figure 15. JABBA residual diagnostic plots were examined for the three uncertainty grid runs using B/B_{MSY} input values of (a) 0.278 ($h = 0.9$), (b) 0.332 ($h = 0.8$) and (c) 0.332 ($h = 0.7$). Solid black lines indicate a loess smoother through all residuals.

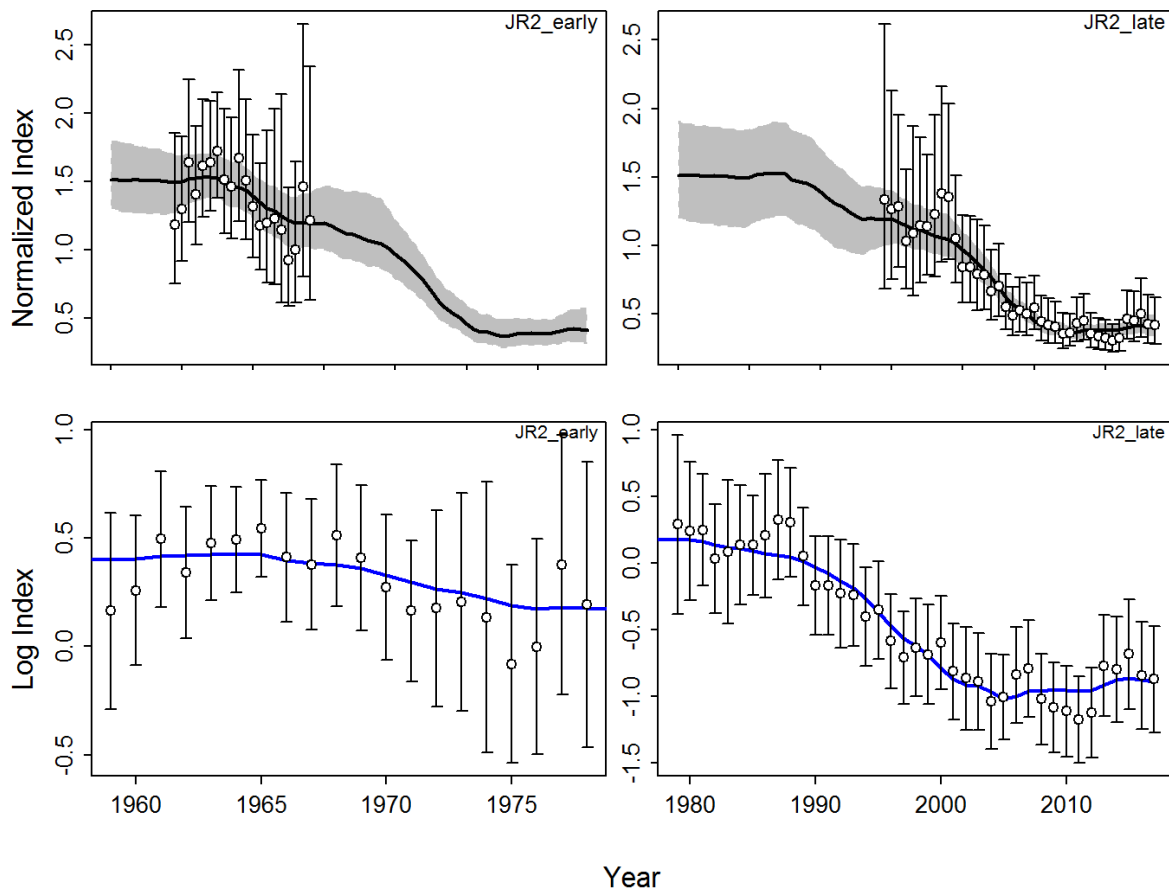


Figure 16. JABBA fits to the standardized split Joint JR2 CPUE indices shown for the selected run of the JABBA-uncertainty grid with $B/B_{MSY} = 0.306$ ($h = 0.8$). The plots show relative to the predicted (upper panel) and on log scale (lower panel) for the observed period. The solid lines denote the model predicted value and the circles are observed data values. Grey shaded areas and vertical black lines represent the estimated 95% confidence intervals around the CPUE values.

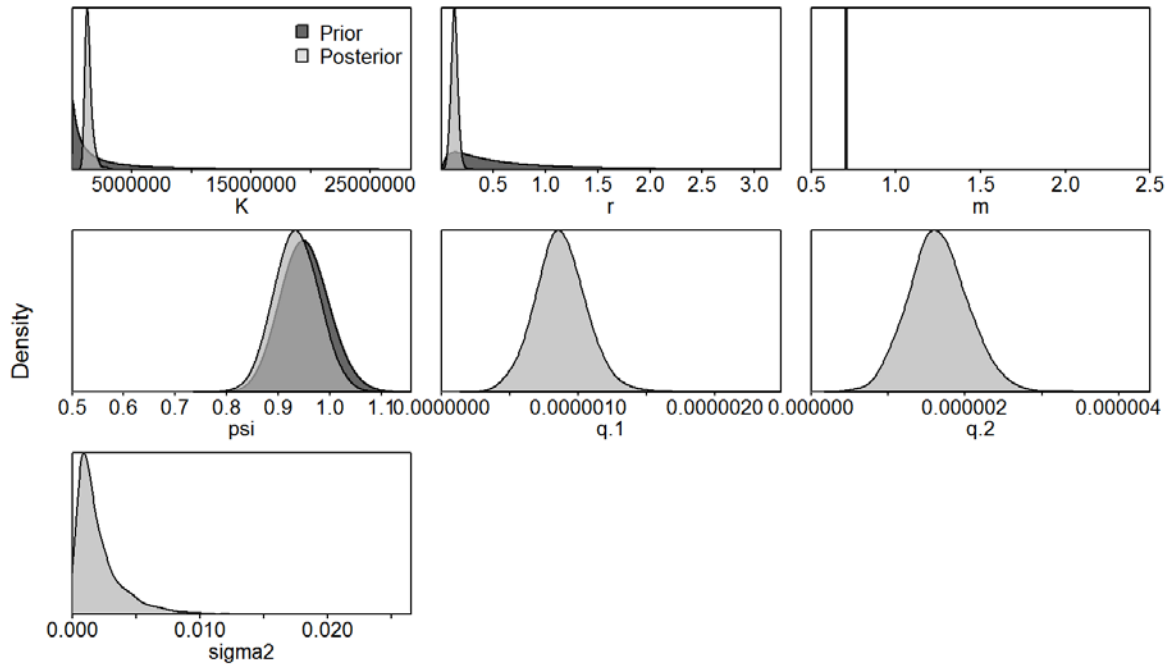


Figure 17. Prior and posterior distributions for estimable JABBA model parameters shown for a selected run of the JABBA-uncertainty grid with $B/B_{MSY} = 0.306$ ($h = 0.8$). Posteriors distributions are plotted using generic kernel densities.

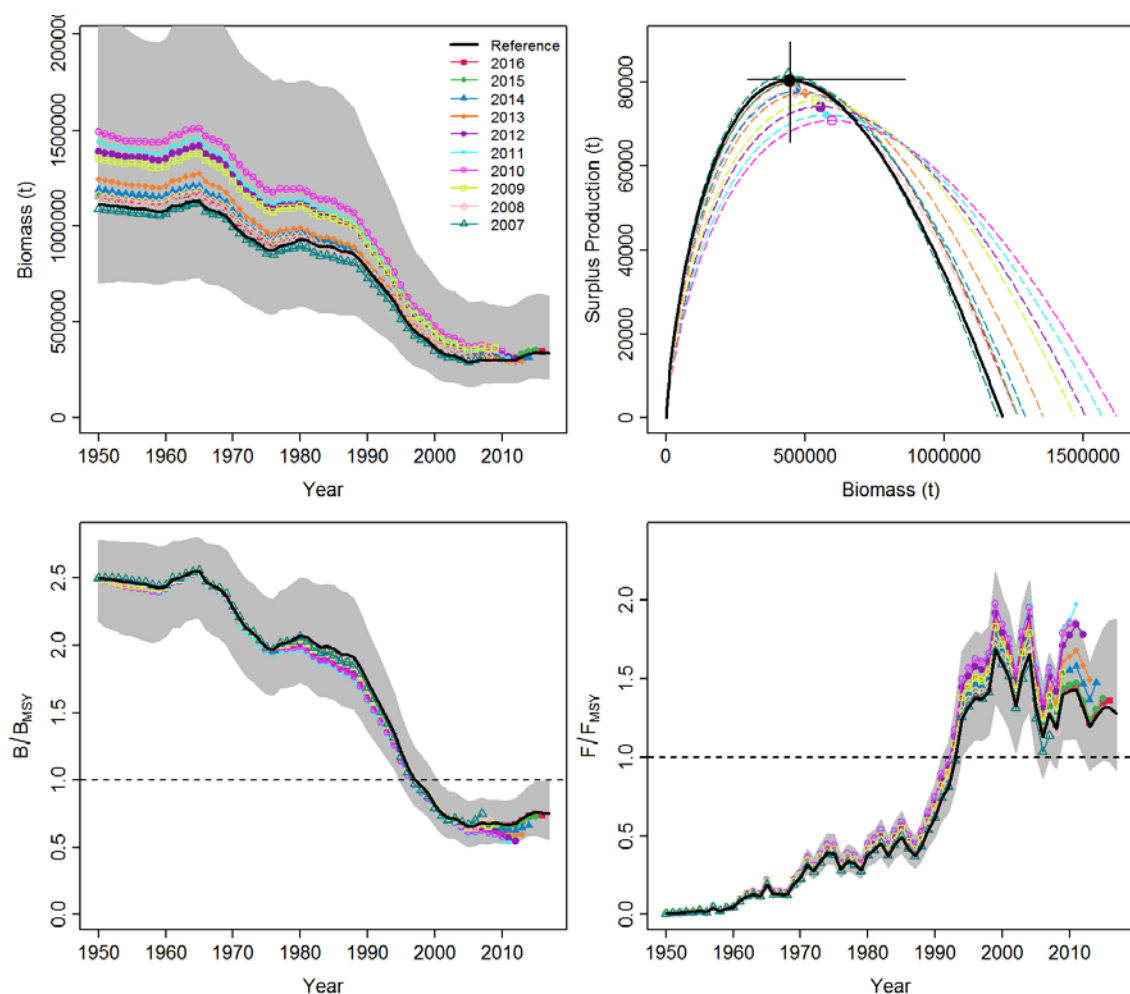


Figure 18. Retrospective analysis for stock biomass (t), surplus production function (maximum = MSY), B/B_{MSY} and F/F_{MSY} shown for the initial JABBA Fox model run. The label "Reference" indicates the model fits and associated 95% CIs for complete CPUE time series 1959-2017. The numeric year label indicates the retrospective results, sequentially excluding CPUE data back to 2007. Grey shaded areas denote the 95% CIs, which in the case of the production curve (panel top-right) are indicated by crosshair defining the maximum of the surplus production curve.

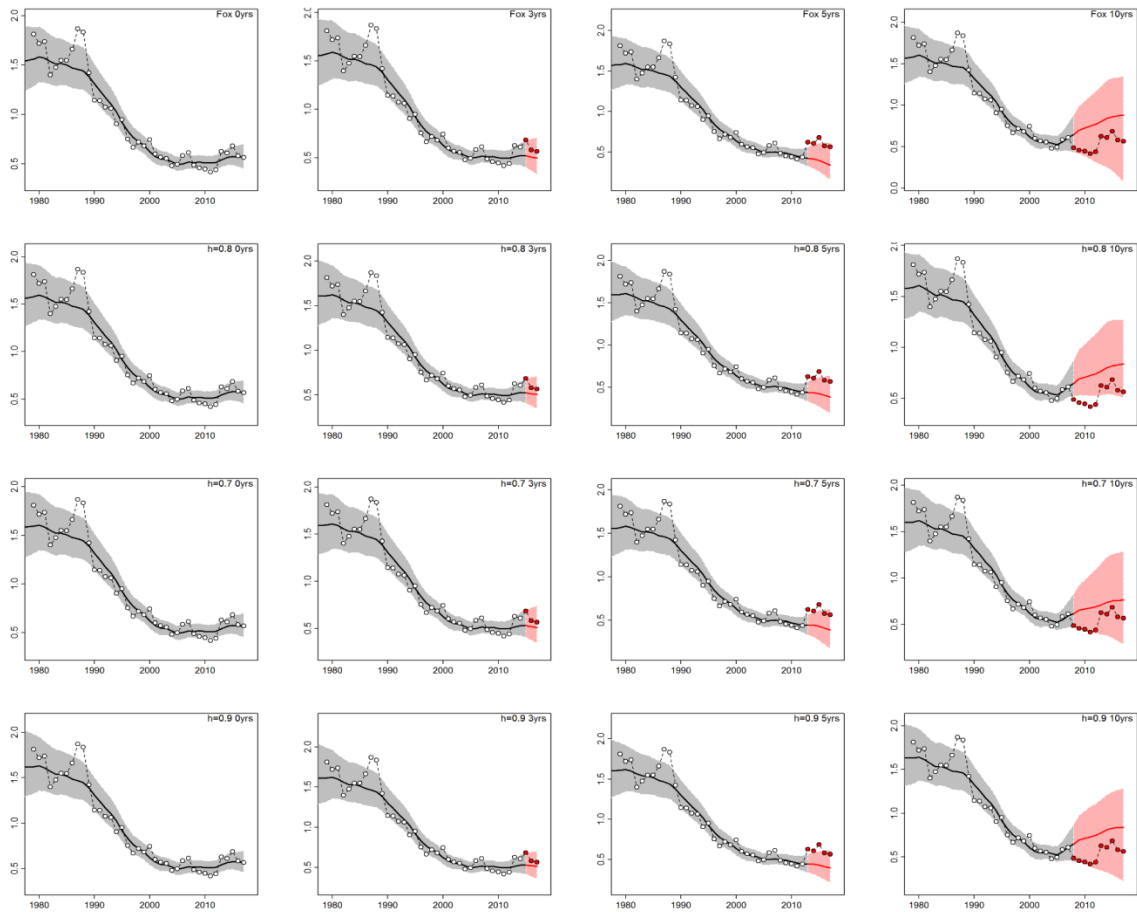
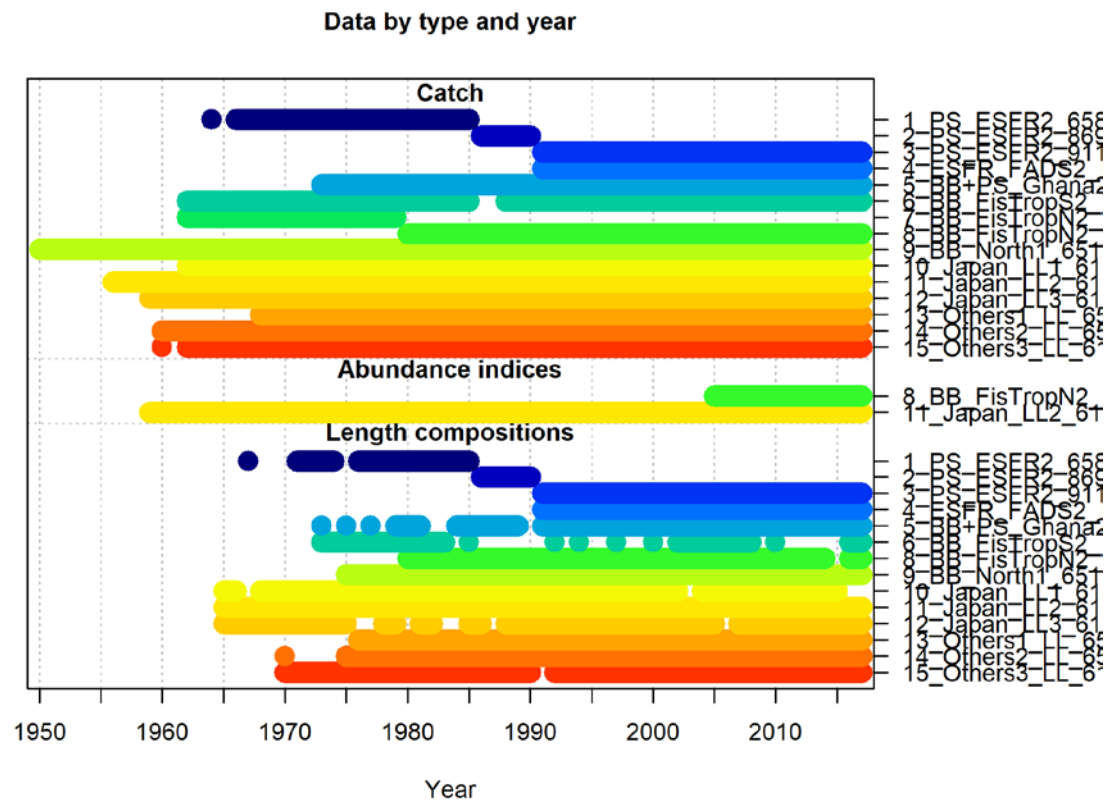


Figure 19. The predicted abundance indices for (none fitted) hindcasting periods of 0, 3, 5 and 10 years fitted with JABBA Fox model and JABBA-uncertainty grid using alternative input values of $BMSY/K$. Predicted mean CPUE and 95% CIs are denoted by black lines with grey shaded area and red lines with red shaded areas for the fitted and hindcasting years, respectively.



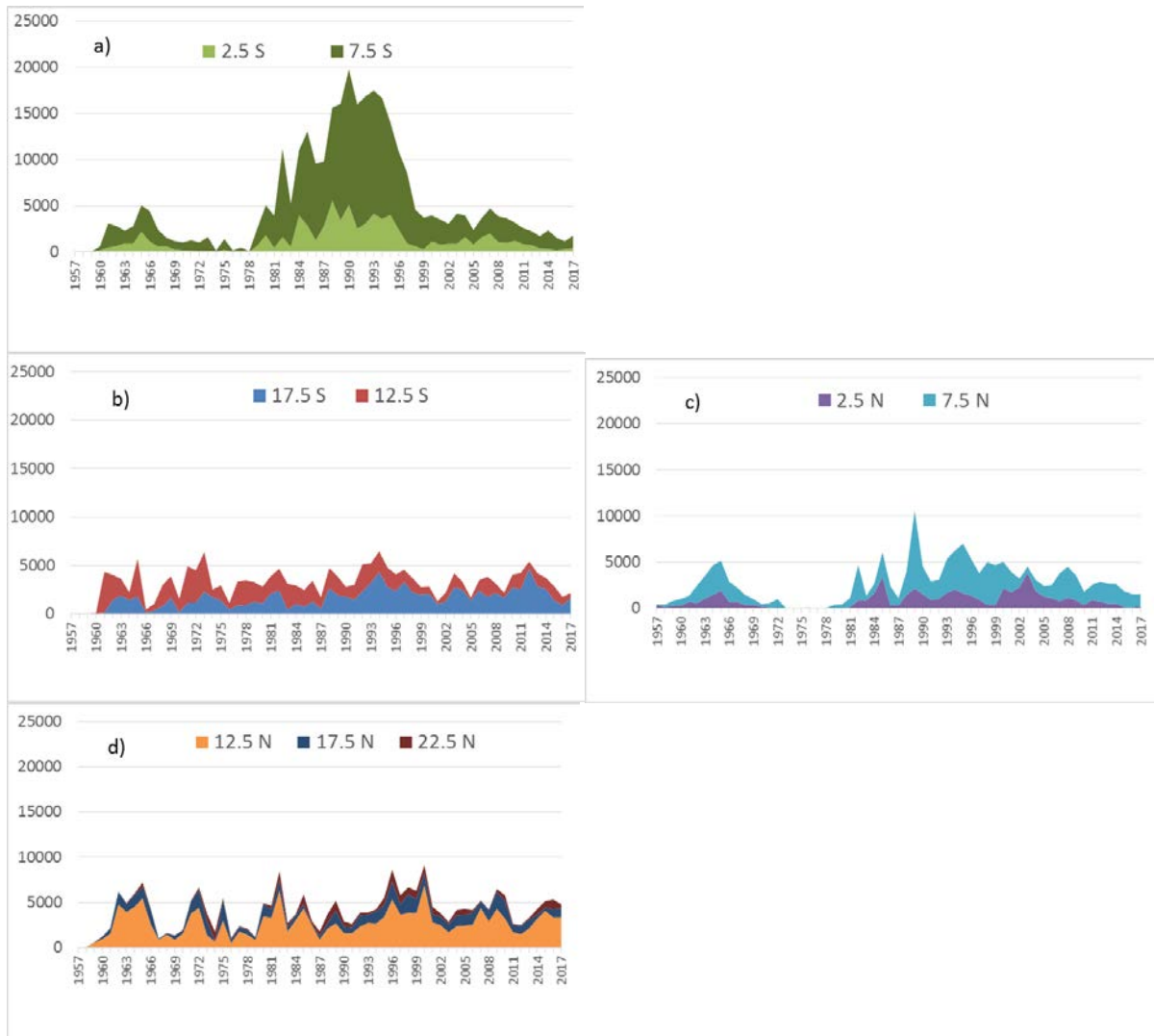


Figure 22. History of catches of Japanese longline from CATDIS by latitudinal bands of 5 degrees. Each panel correspond to different areas a) southern equatorial, b) far southern equatorial, c) northern equatorial, d) far northern equatorial. Note the large increase in catches in the southern equatorial in the 1980s and 1990s.

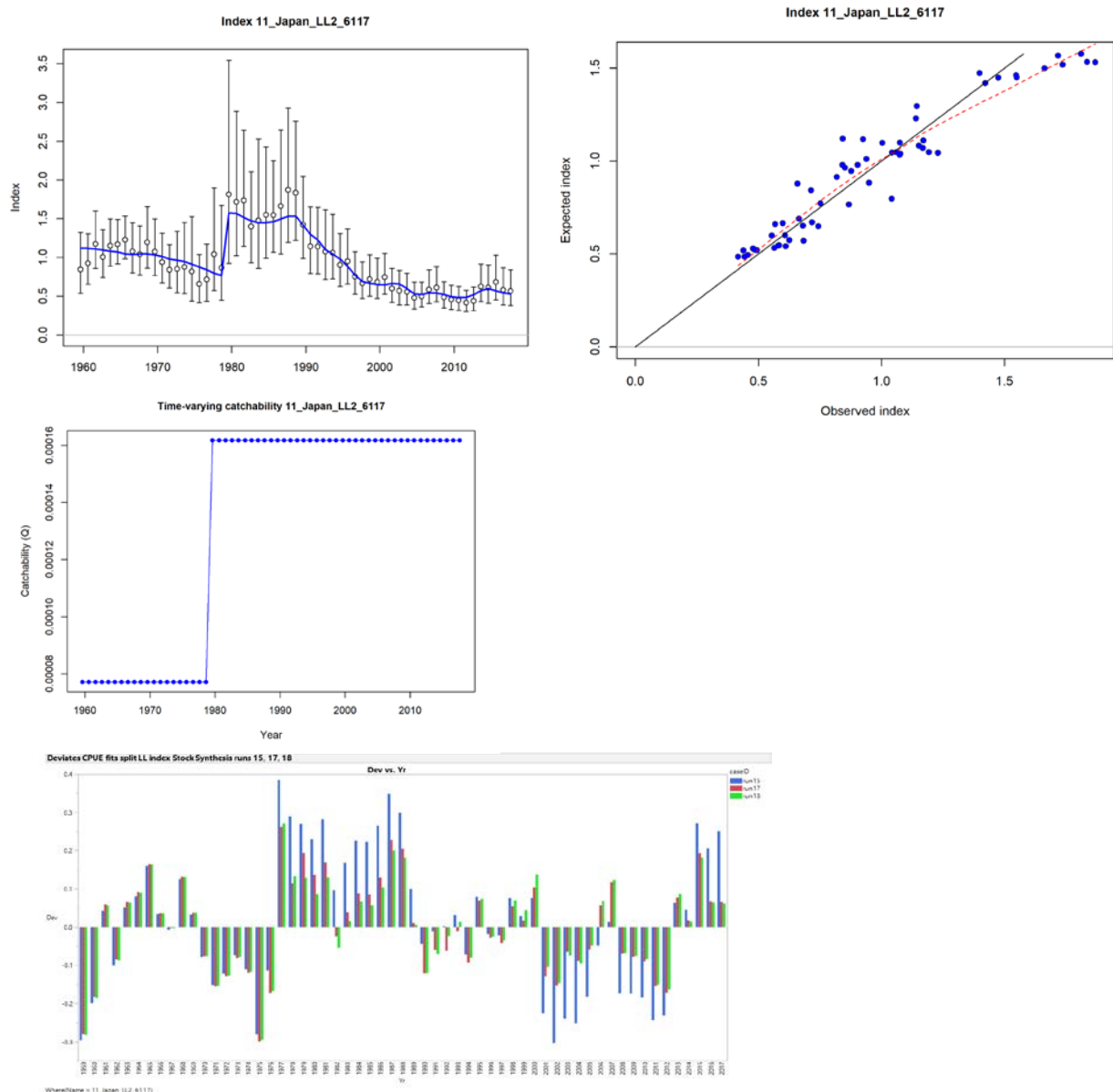


Figure 23. SS3 model fits and estimated catchability to the joint longline CPUE index of Atlantic bigeye tuna (run 19 – above and runs 15, 17, and 18 shown).

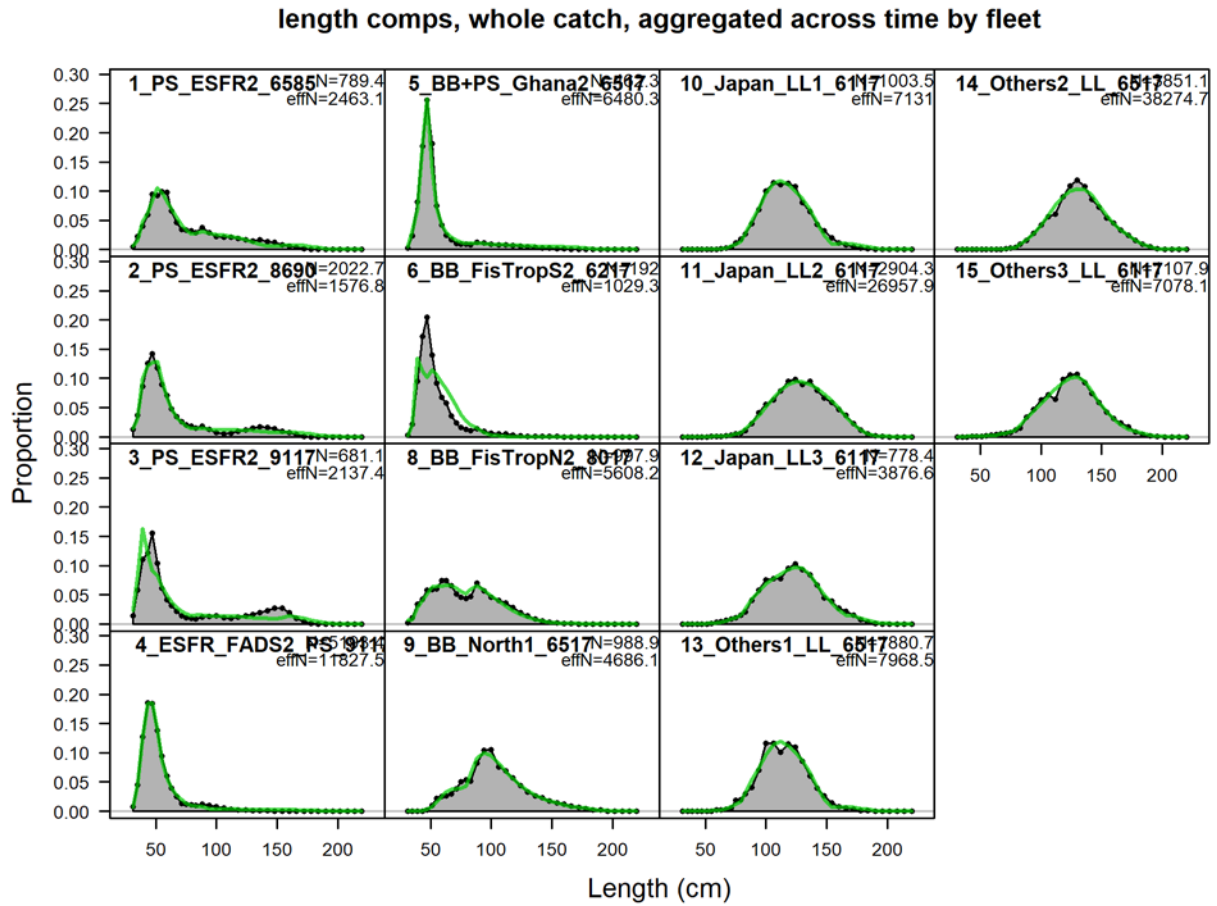


Figure 24. SS3 model fits to the length composition data of Atlantic bigeye tuna for the SS3-Reference Case (run 19).

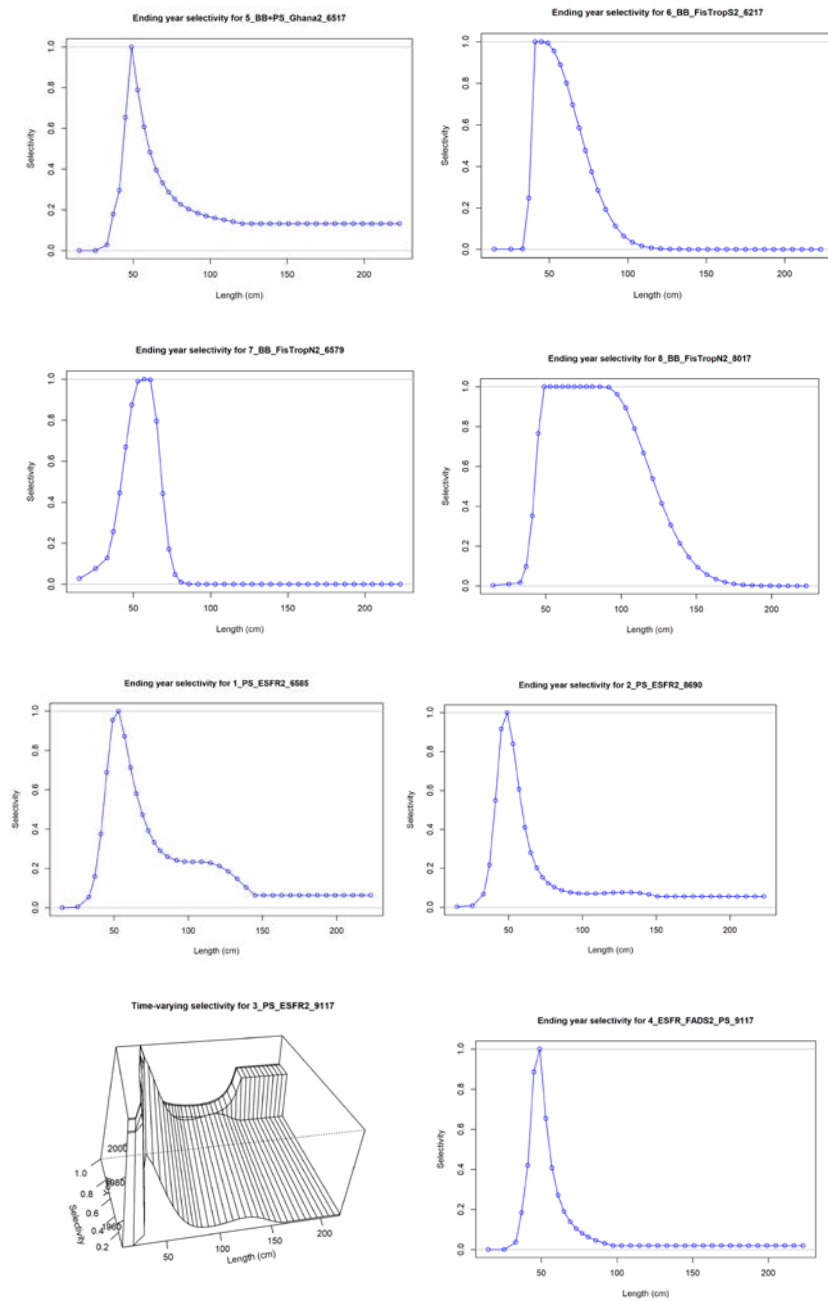


Figure 25. Estimated selectivities of purse seine and baitboat fleets catching Atlantic bigeye tuna for the SS3-Reference Case (run 19).

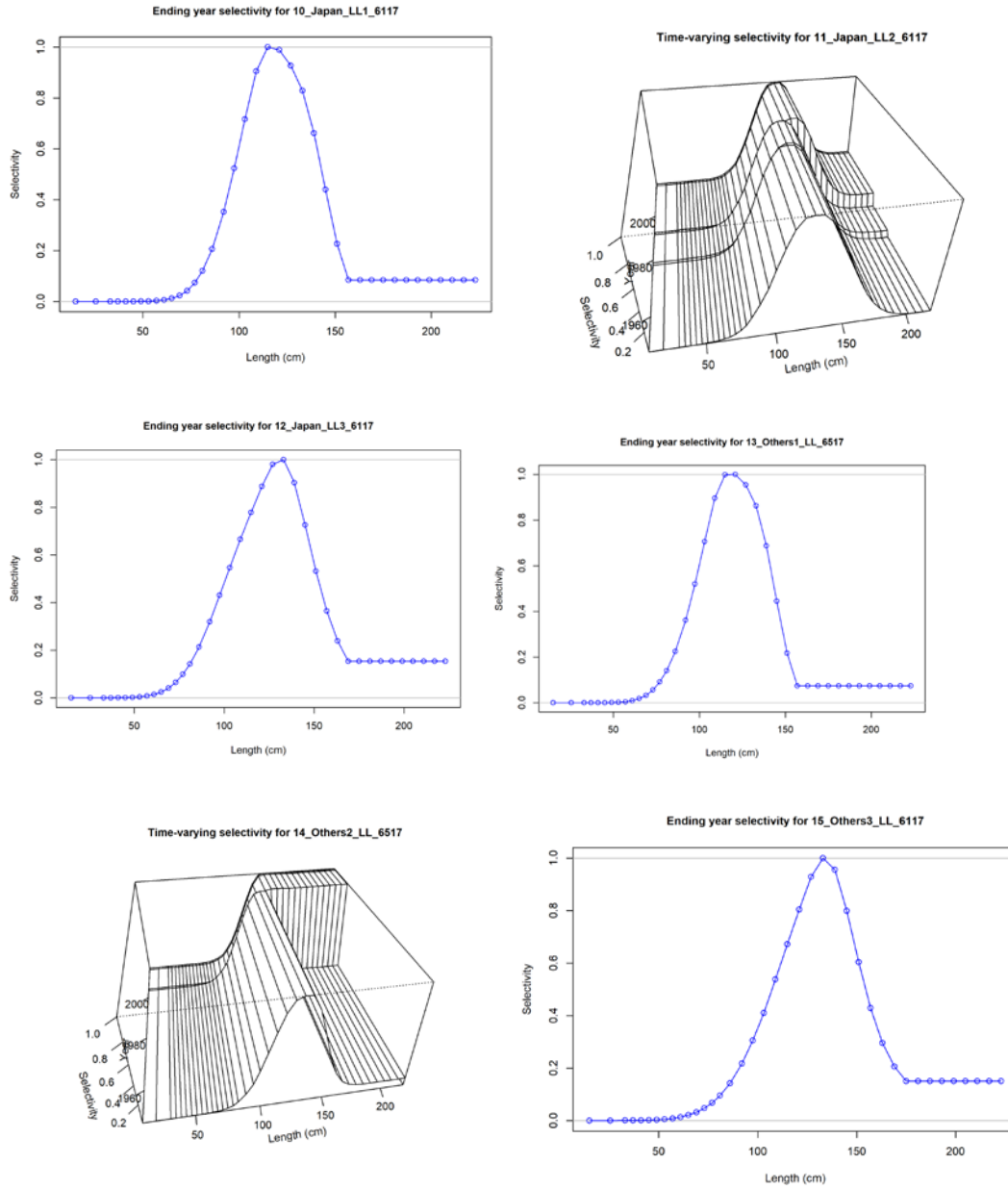


Figure 25 (continued). Estimated selectivities of longline fleets catching Atlantic bigeye tuna for the SS3-Reference Case (run 19).

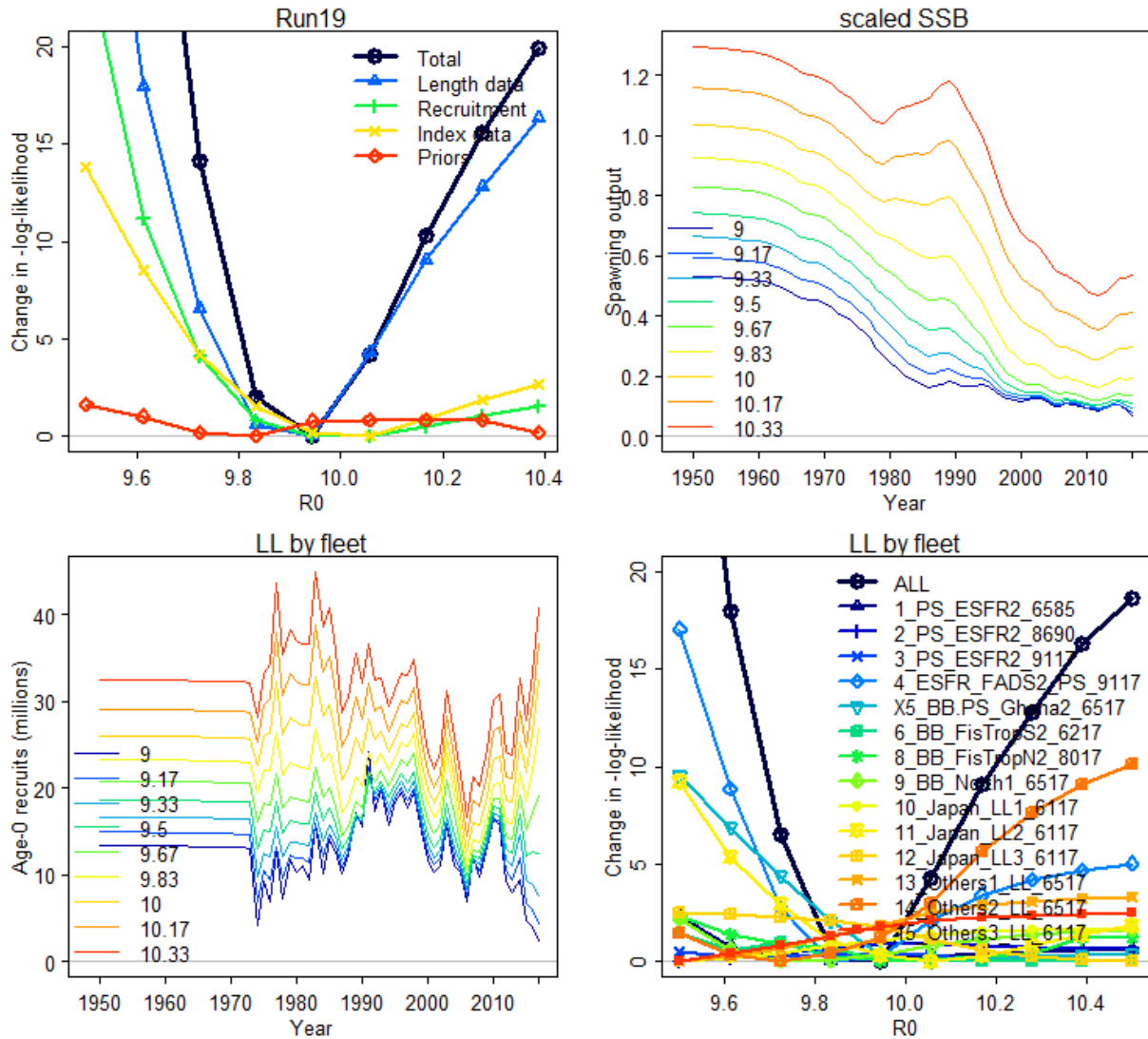


Figure 26. Likelihood profiles of R_0 and resulting SSB and recruitment across each fleet by data source used in the SS3 reference case model (run 19) of Atlantic bigeye tuna.

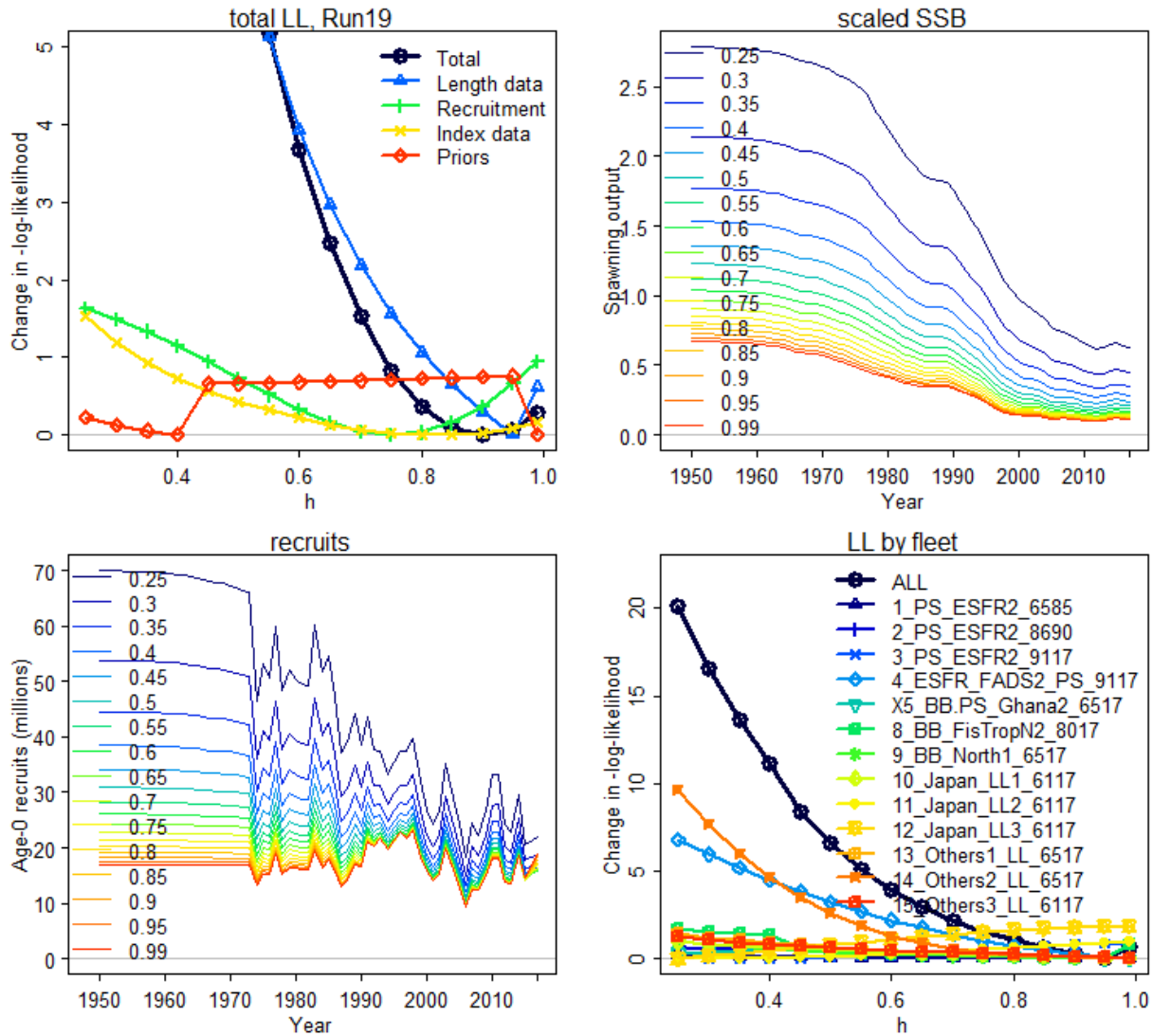


Figure 27. Likelihood profiles of steepness and resulting SSB across each fleet by data source used in the SS3 reference case model (run 19) of Atlantic bigeye tuna.

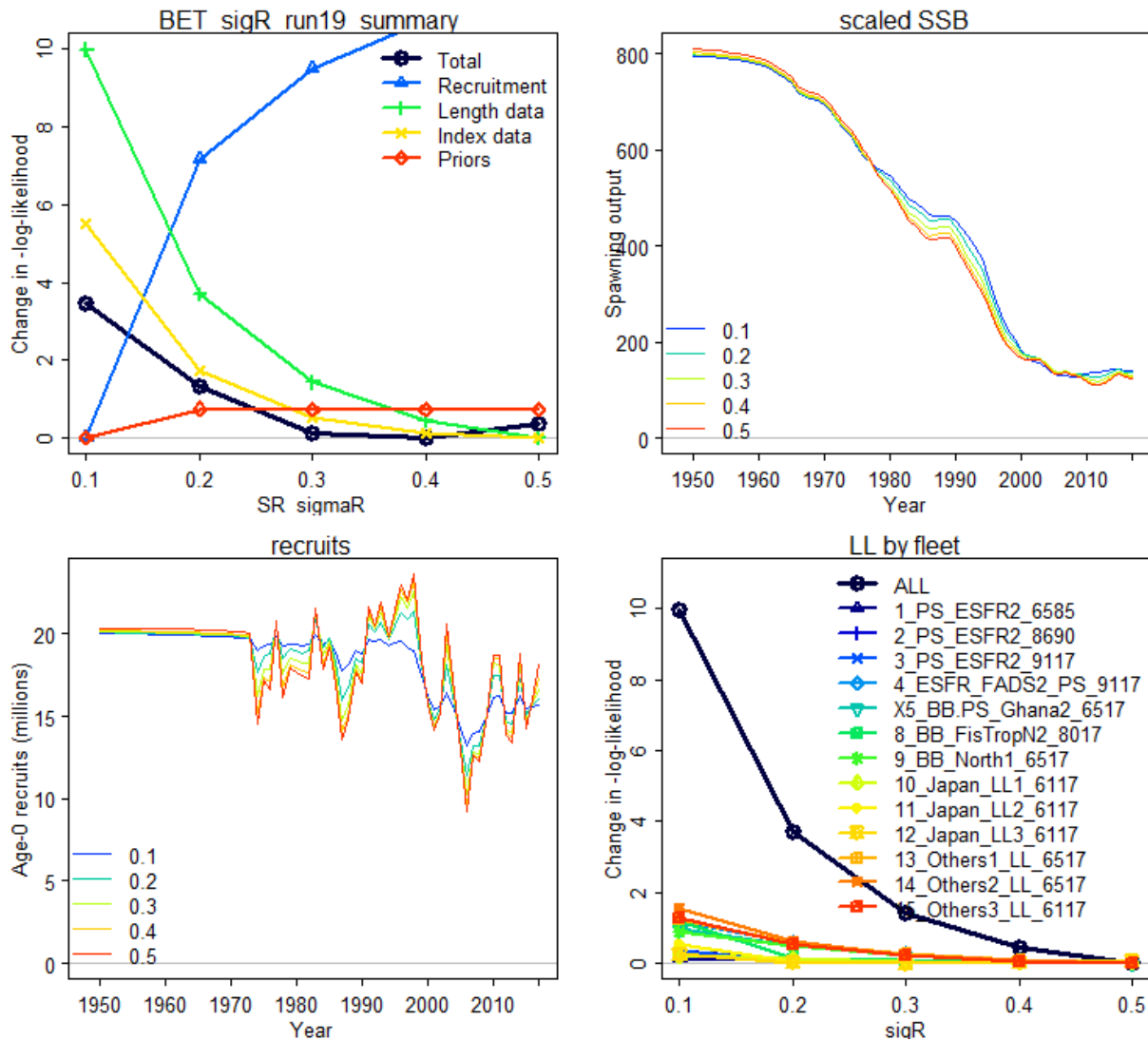


Figure 28. Likelihood profiles of sigmaR and resulting SSB and recruitment across each fleet by data source used in the SS3 reference case model (run 19) of Atlantic bigeye tuna.

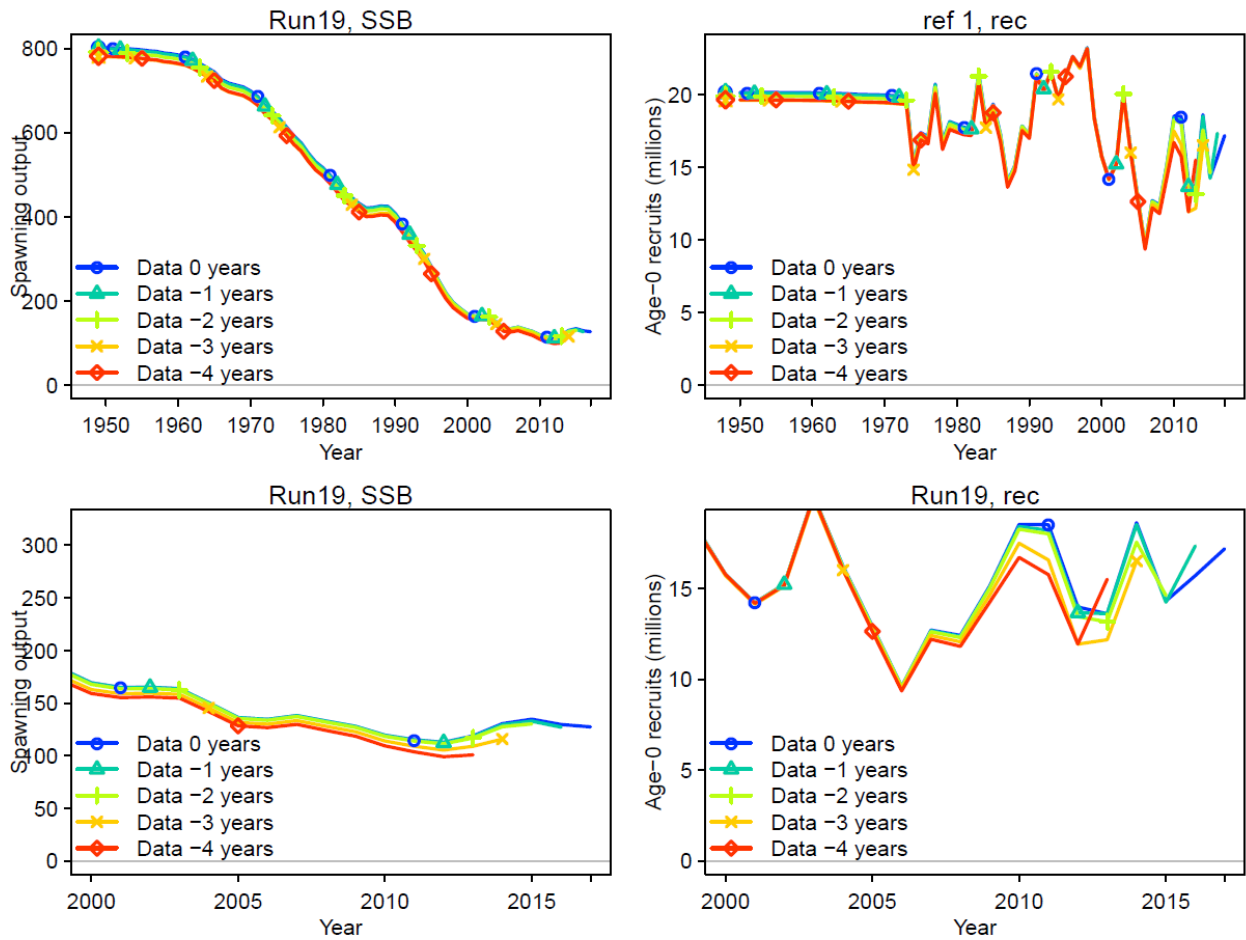


Figure 29. Retrospective diagnostics for the SS3-Reference Case (run 19) for Atlantic bigeye tuna.

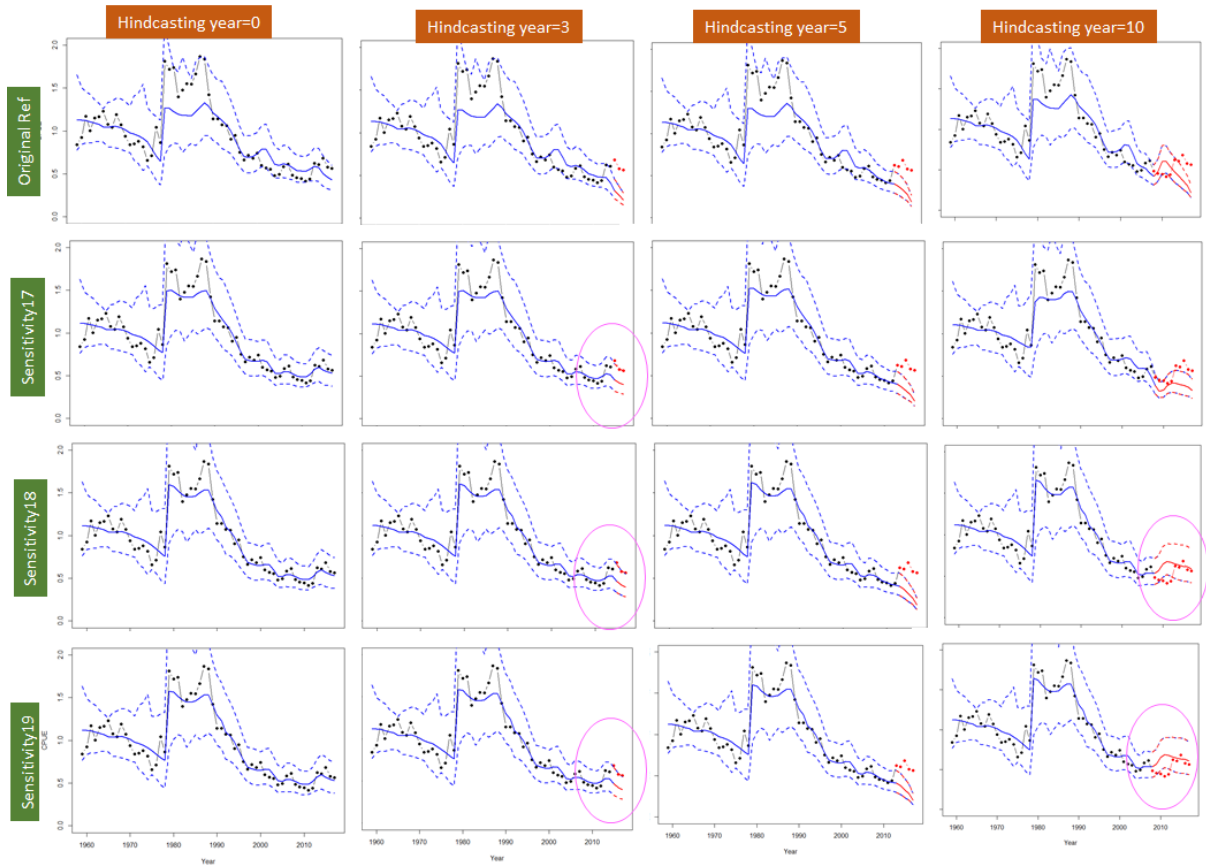


Figure 30. The predicted abundance indices in the hindcasting years for SS3 based 4 different sensitivity scenarios under 3 different hindcasting years (3, 5, and 10 years). Pink circles showed acceptable fitting.

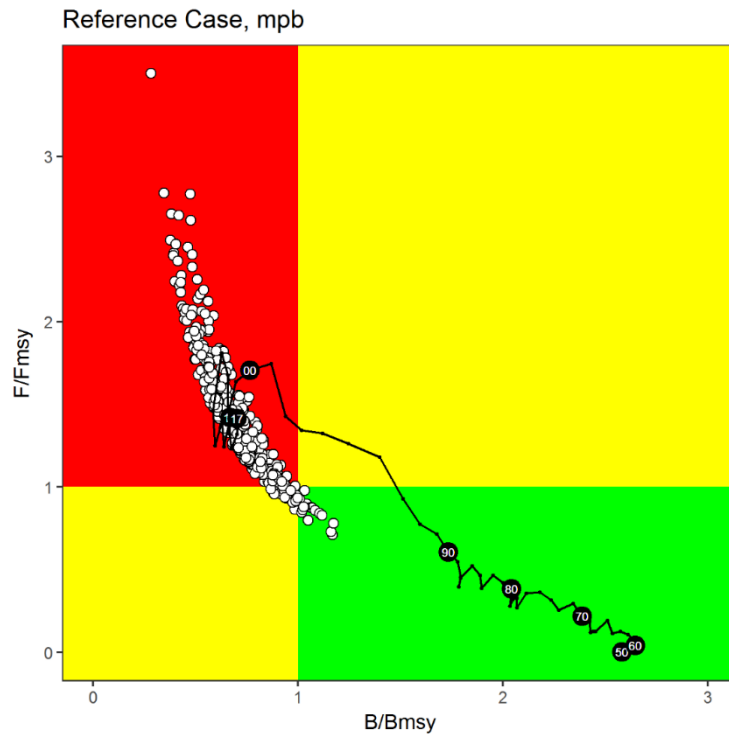


Figure 31. Estimated median historical trend of Atlantic bigeye using the mpb-Reference Case (black line). 500 bootstraps for 2017 of biomass and fishing mortality relative to B_{MSY} and F_{MSY} .

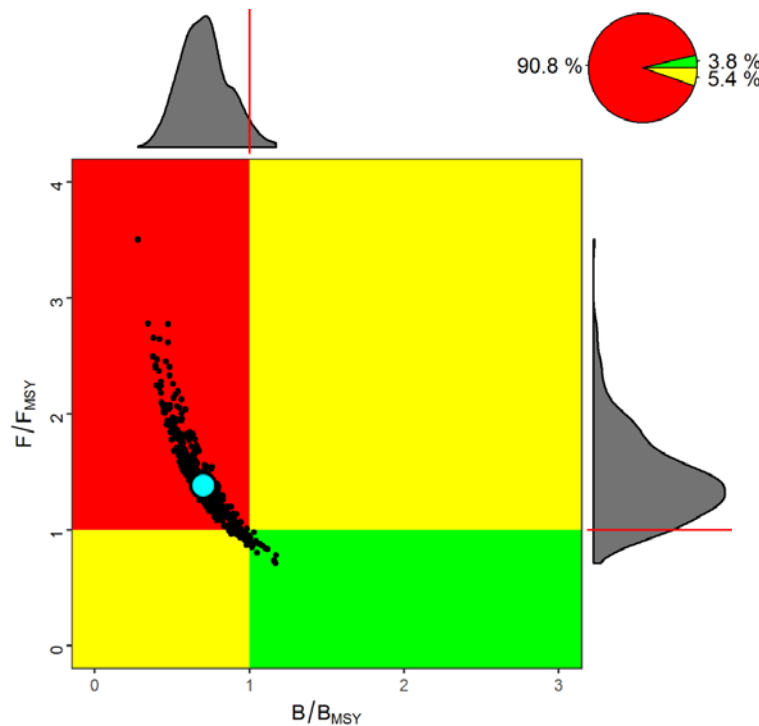


Figure 32. Left-panel: estimated for 2017 biomass and fishing mortality relative to B_{MSY} and F_{MSY} showing the marginal density of the estimates for the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna. Top-right panel: Estimated probabilities of the stock being in each of the Kobe plot quadrants estimated from the 500 bootstrapped iterations.

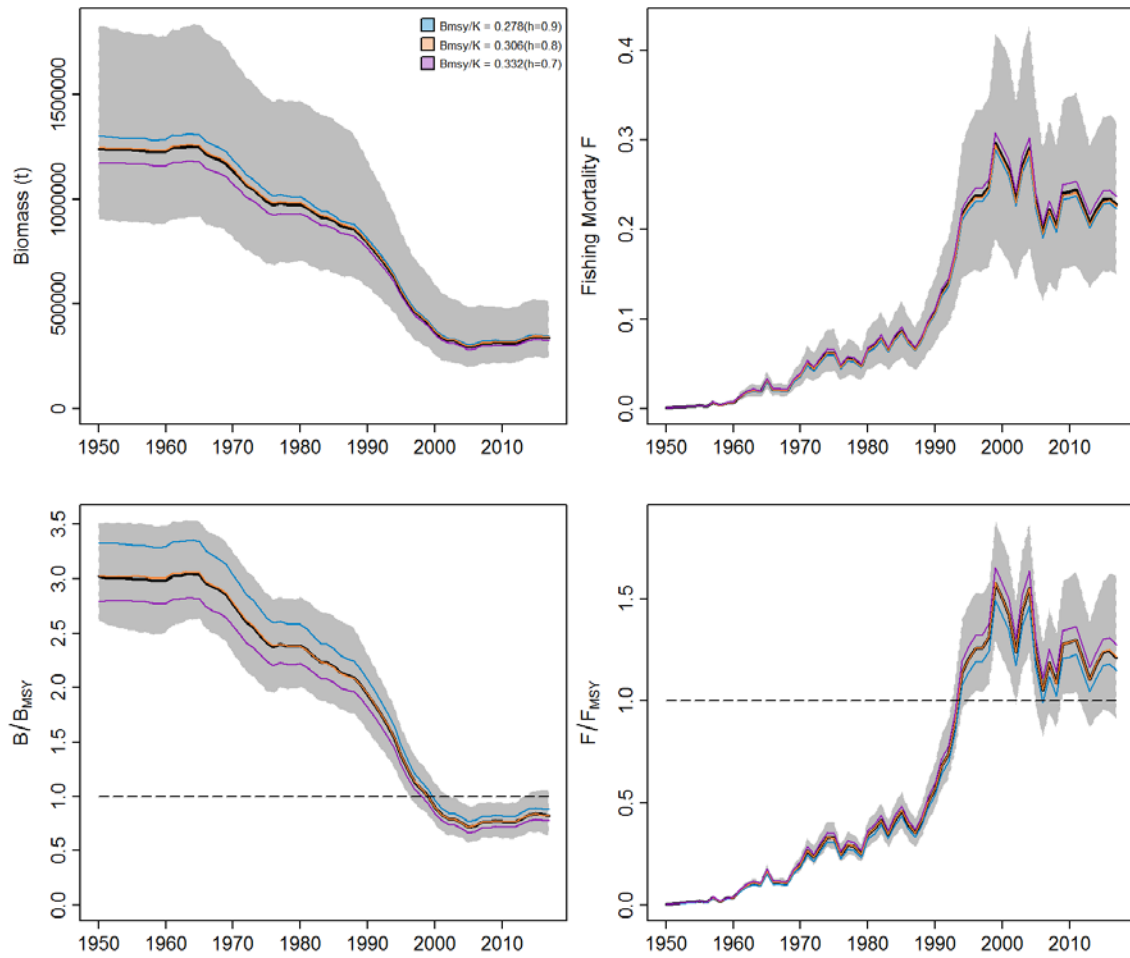


Figure 33. Trajectories of biomass (t), fishing mortality F , B/B_{MSY} and F/F_{MSY} predicted from combined posteriors from the Atlantic bigeye tuna JABBA uncertainty grid runs. Grey shade areas represent the 95% confidence interval.

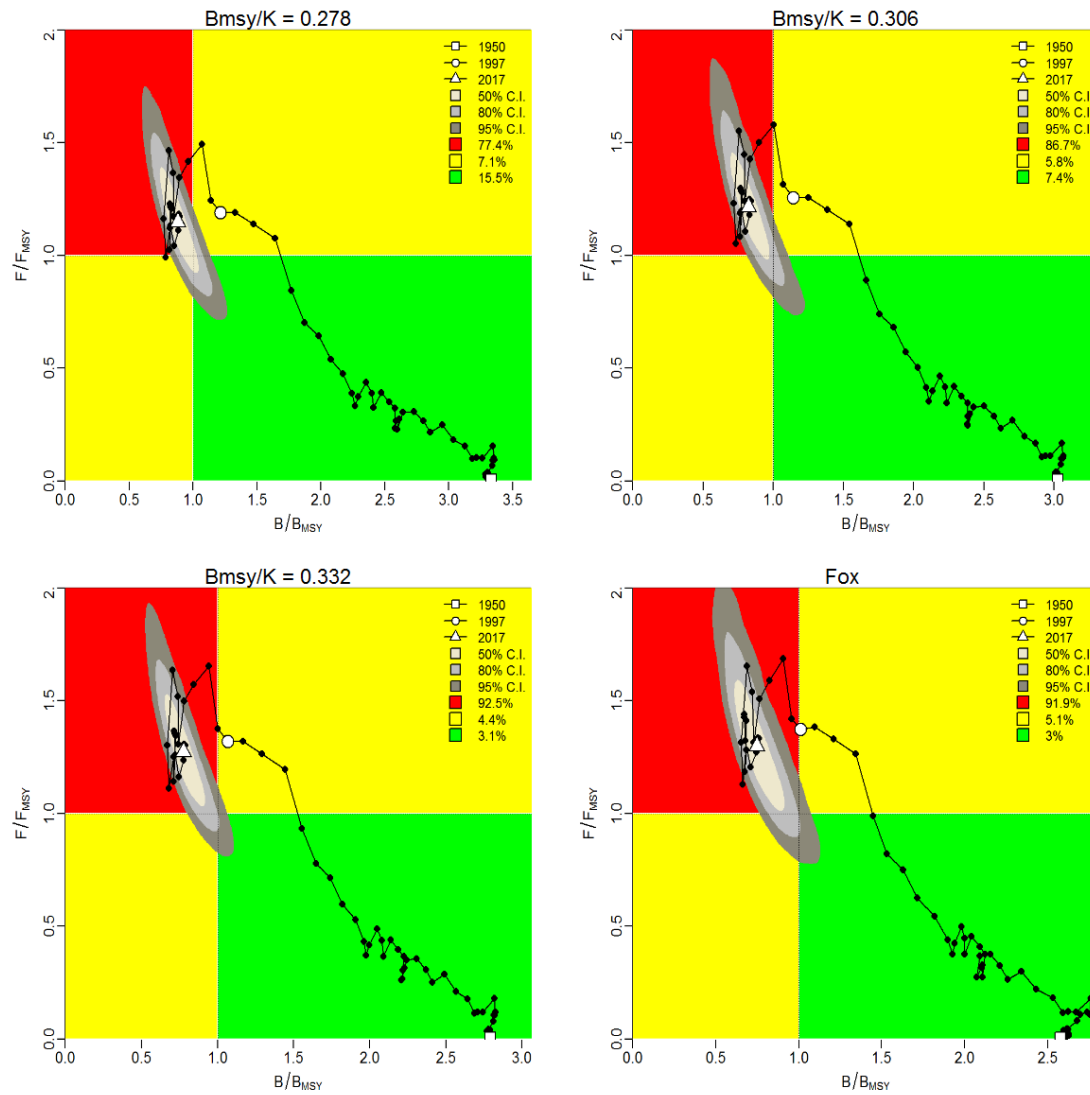


Figure 34. Kobe phase plot showing estimated trajectories (1950-2017) of B/B_{MSY} and F/F_{MSY} for the Atlantic bigeye tuna JABBA three uncertainty grid runs and the initial Fox production model run. The value different grey shaded areas denote the 50%, 80%, and 95% confidence interval for the terminal assessment year 2017. The probability of the terminal year points falling within each quadrant is indicated in the figure legend.

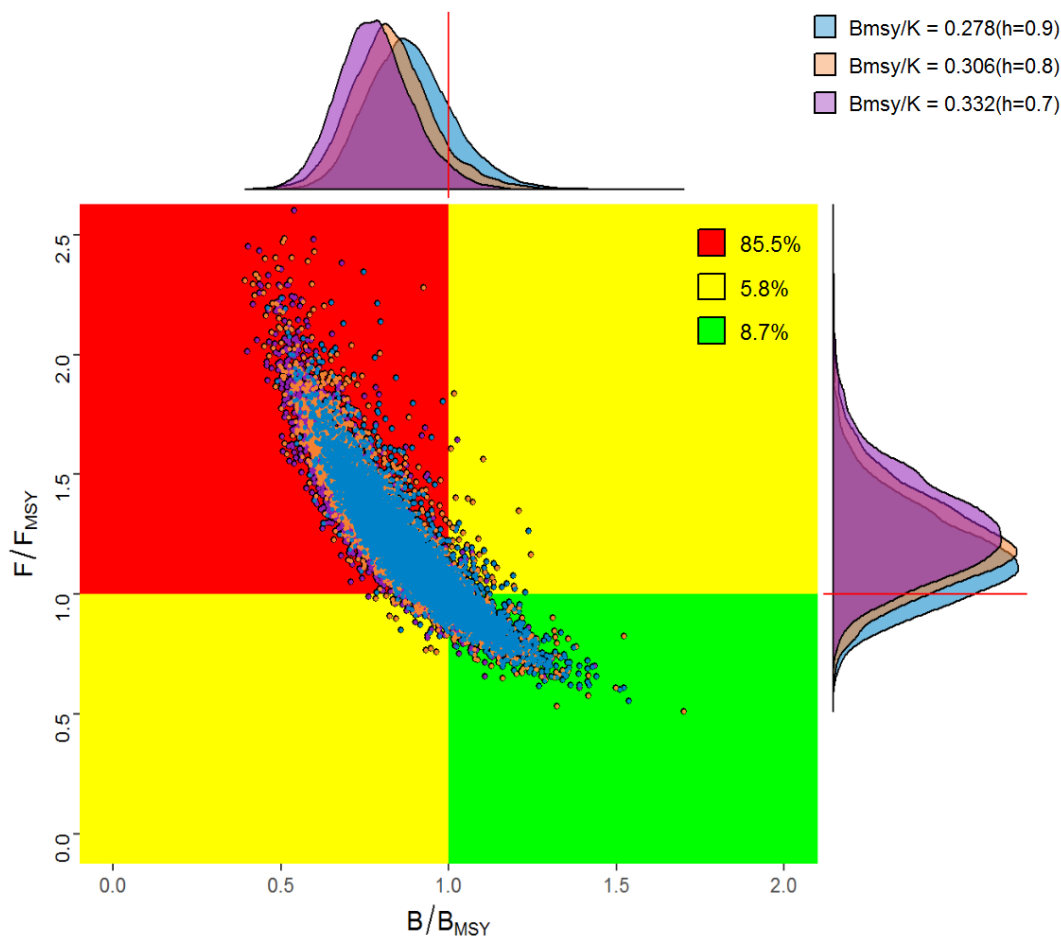


Figure 35. Kobe phase plot showing the combined posteriors of B/B_{MSY} and F/F_{MSY} for the terminal assessment year 2017 from the Atlantic bigeye tuna JABBA uncertainty grid runs for the three alternative B_{MSY}/K input values. The probability of the terminal year points falling within each quadrant is indicated in the figure legend.

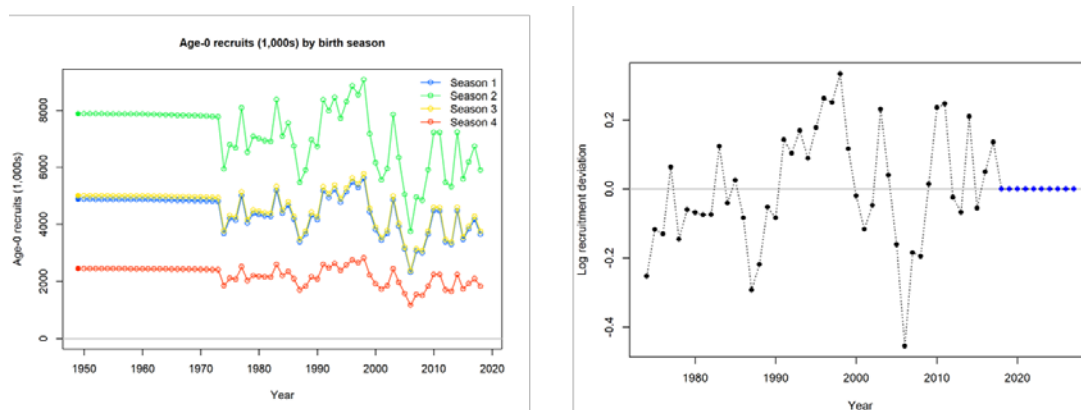


Figure 36. Time series of recruits by season and recruitment deviations (blue dots are forecast deviations) for the SS3-Reference Case (run 19) for Atlantic bigeye tuna.

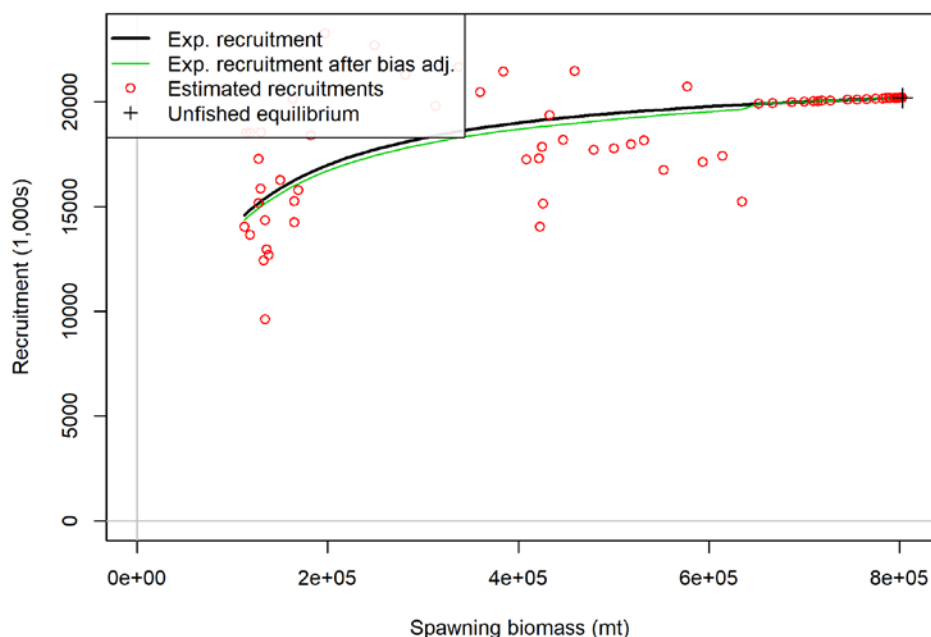


Figure 37. Estimated Beverton-Holt Spawner-recruit relationship and recruitment (age 0) deviations for the SS3-Reference Case (run 19) for Atlantic bigeye tuna. Green line is the bias-adjusted recruitment level during the period where recruitment deviations are estimated. The level of the adjustment, or reduction in recruitment level is determined by a bias correction factor that makes the mean recruitment level during the recruitment deviation estimation period equal to R_0 .

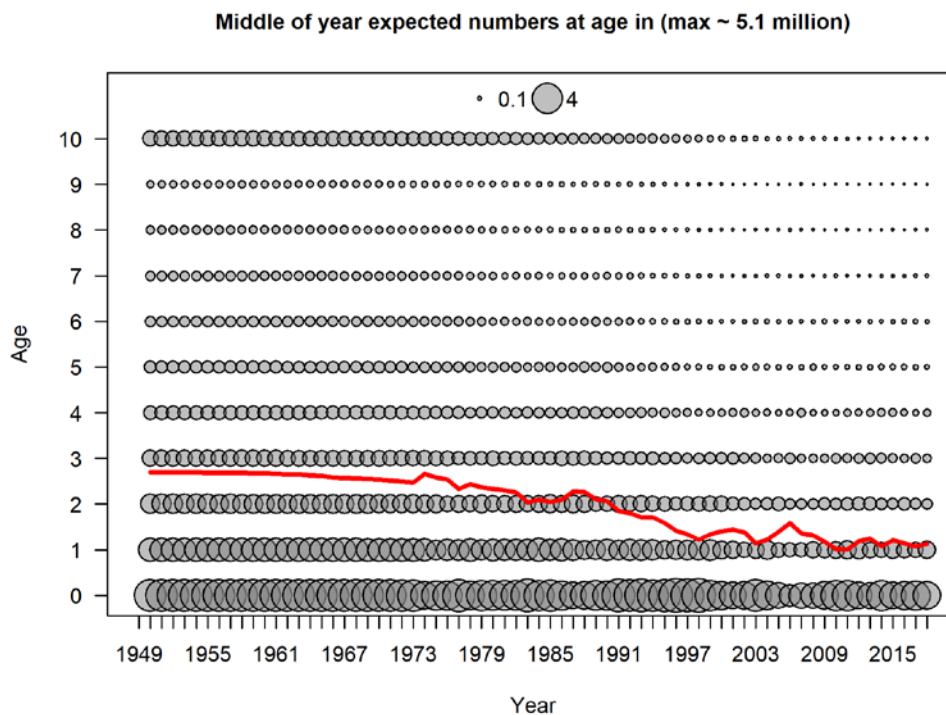


Figure 38. Numbers at age (0 to 10+) and mean age in the population (red line) over time for the SS3-Reference Case for Atlantic bigeye tuna.

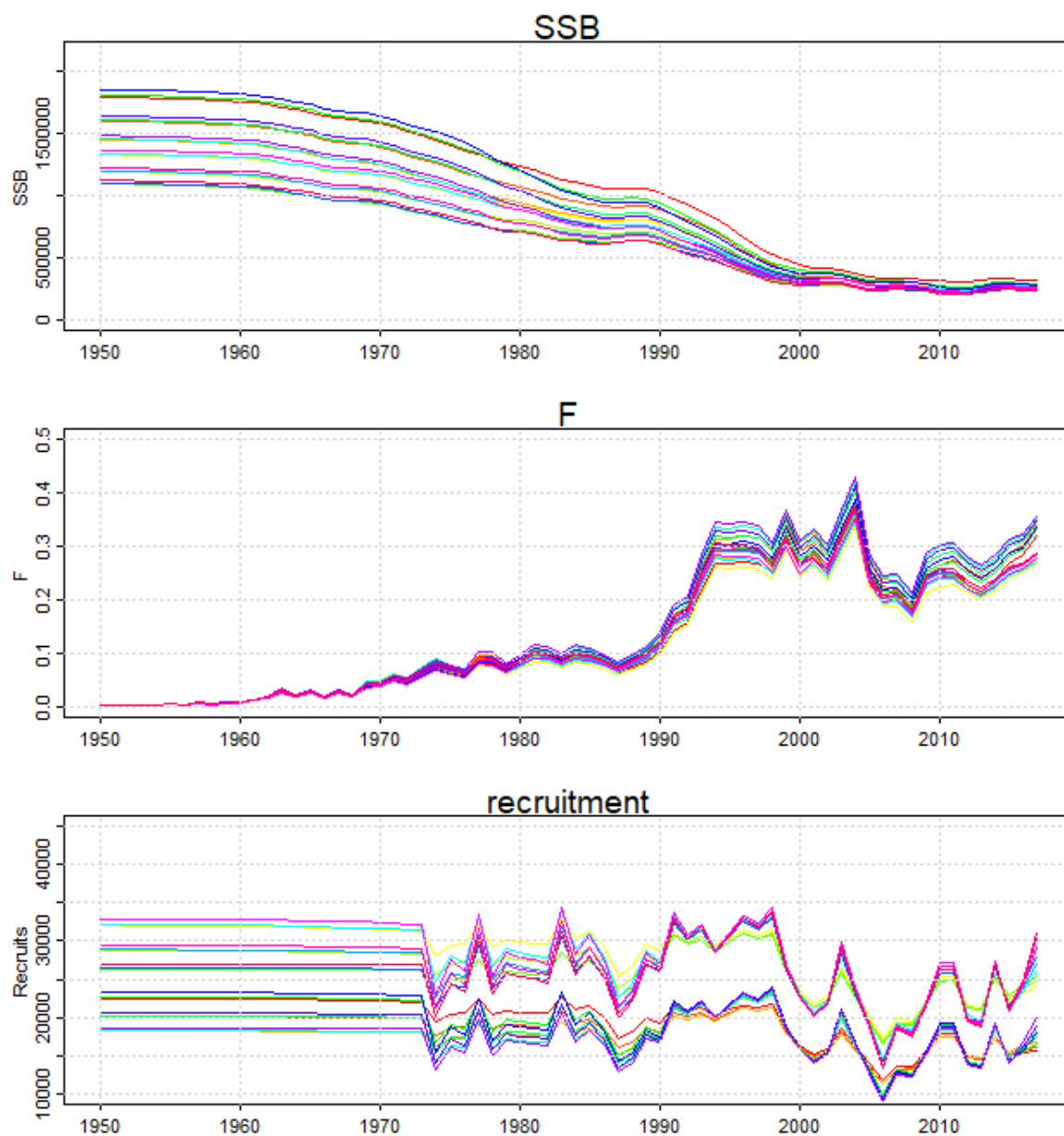


Figure 39. Spawning stock biomass (t), fishing mortality (average F on ages 1-7) and recruitment (age 0) for the 18 SS3-uncertainty grid runs for Atlantic bigeye tuna.

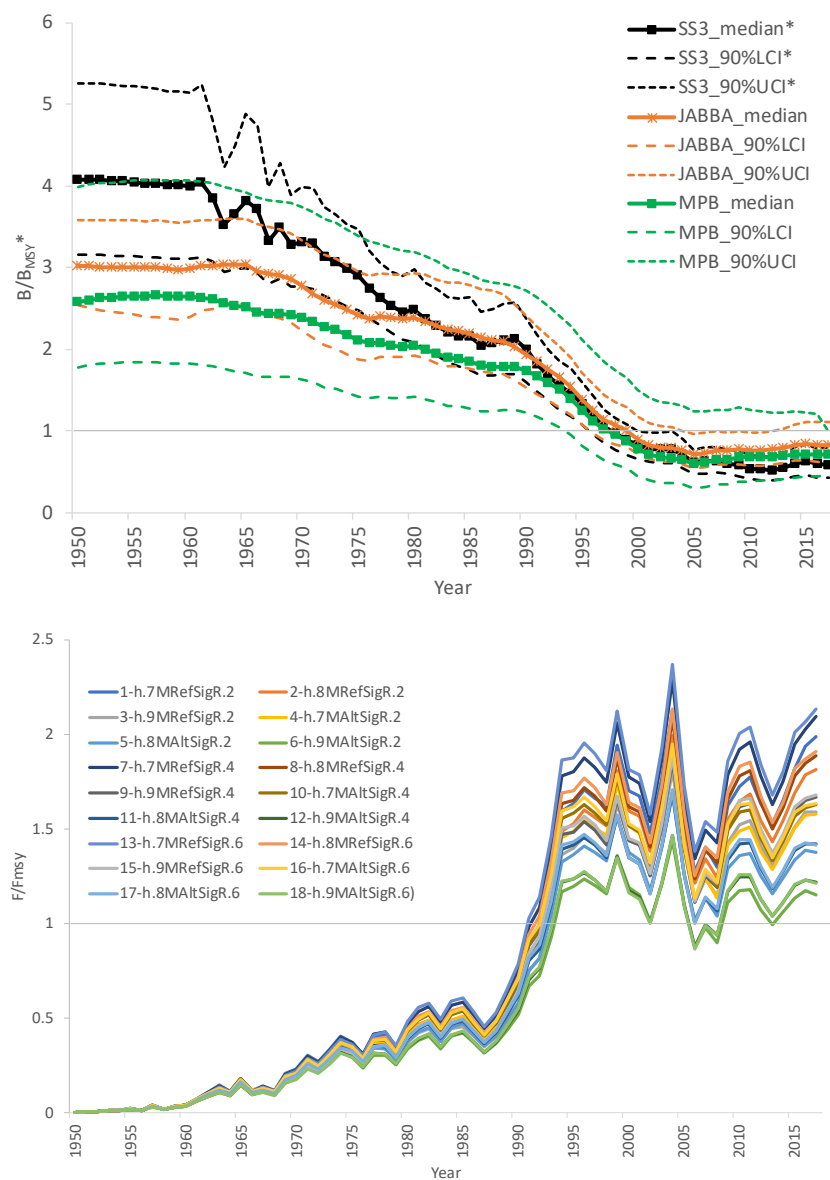


Figure 40. Estimated SSB/SSB_{MSY}, F/F_{MSY} for the 18 SS3-uncertainty grid runs for Atlantic bigeye tuna. For each run the benchmarks are calculated from the year-specific selectivity and fleet allocations.

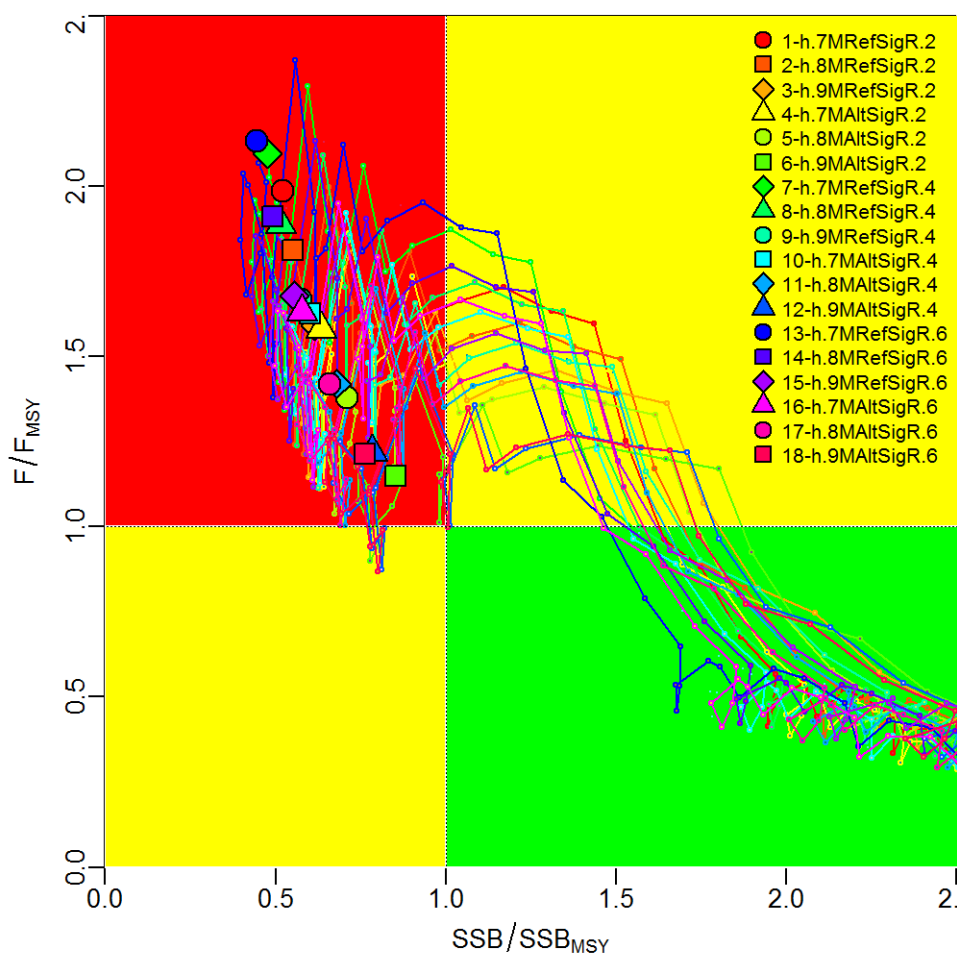


Figure 41. Kobe phase plot for the deterministic runs of the 18 SS3-uncertainty grid runs for Atlantic bigeye tuna. For each run the benchmarks are calculated from the year-specific selectivity and fleet allocations.

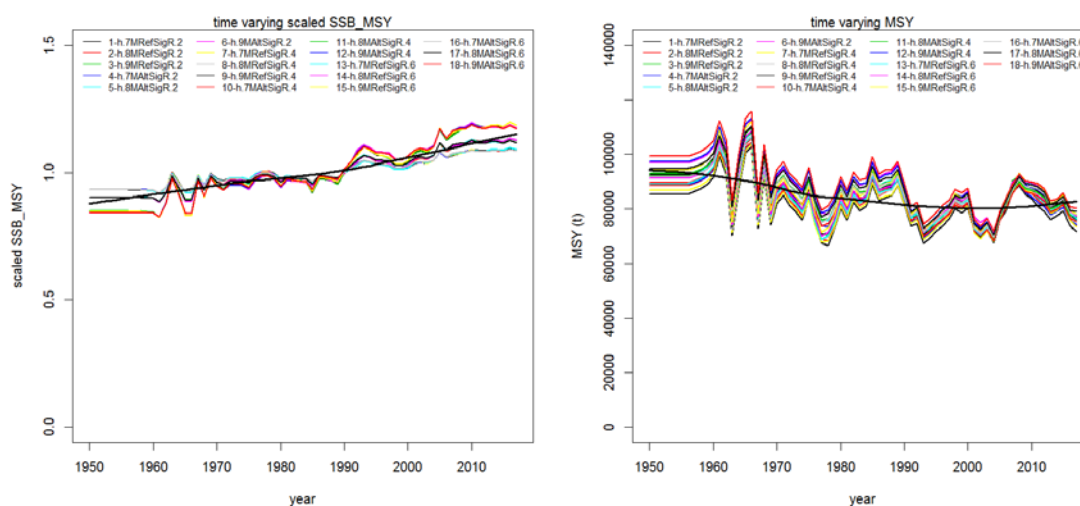


Figure 42. Year-specific SSB at MSY and MSY for 18 SS3-uncertainty grid model runs for Atlantic bigeye tuna. Black solid line is a Loess smooth fitted across all runs.

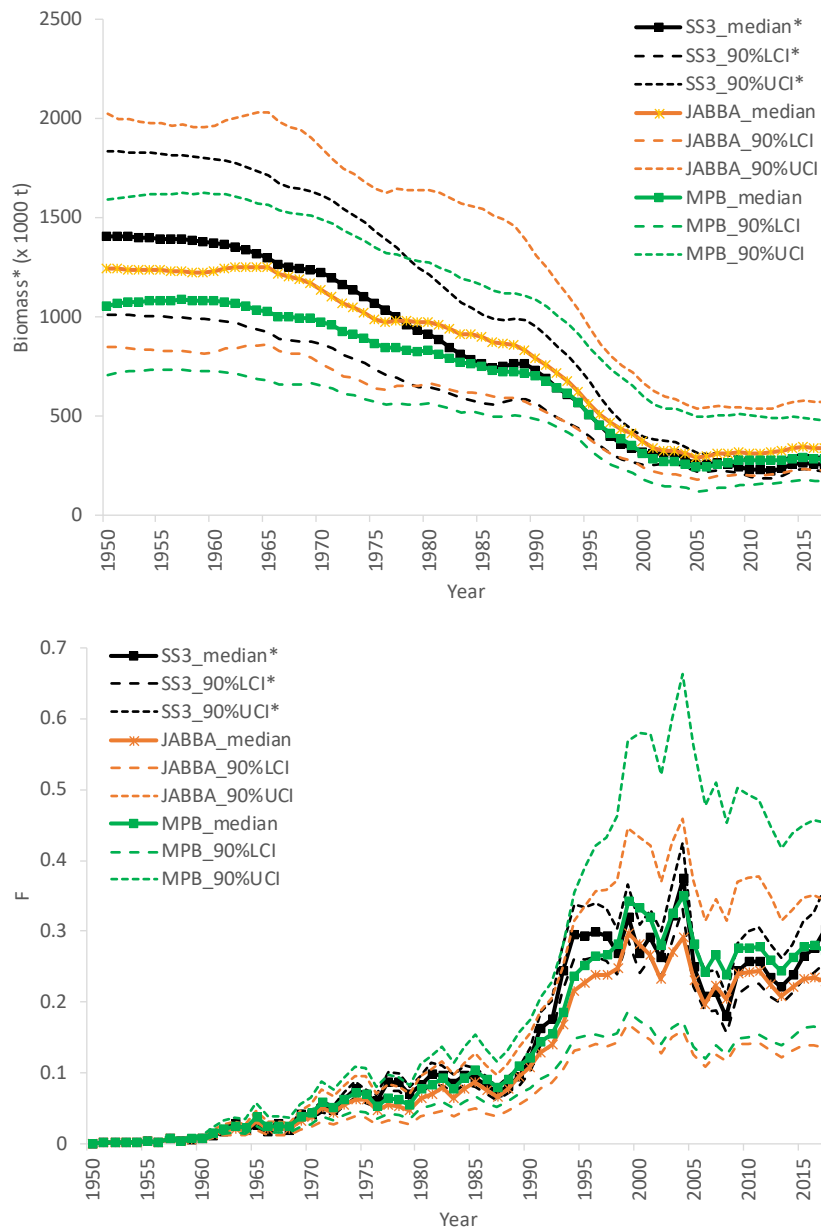


Figure 43. Comparison of SS3, JABBA, and mpb estimates of SSB (SS3) or exploitable biomass (production models), and fishing mortality (SS3, average F for ages 1-7) or exploitation rate (production models) between 1950 and 2017 for Atlantic bigeye tuna with 90% confidence intervals.

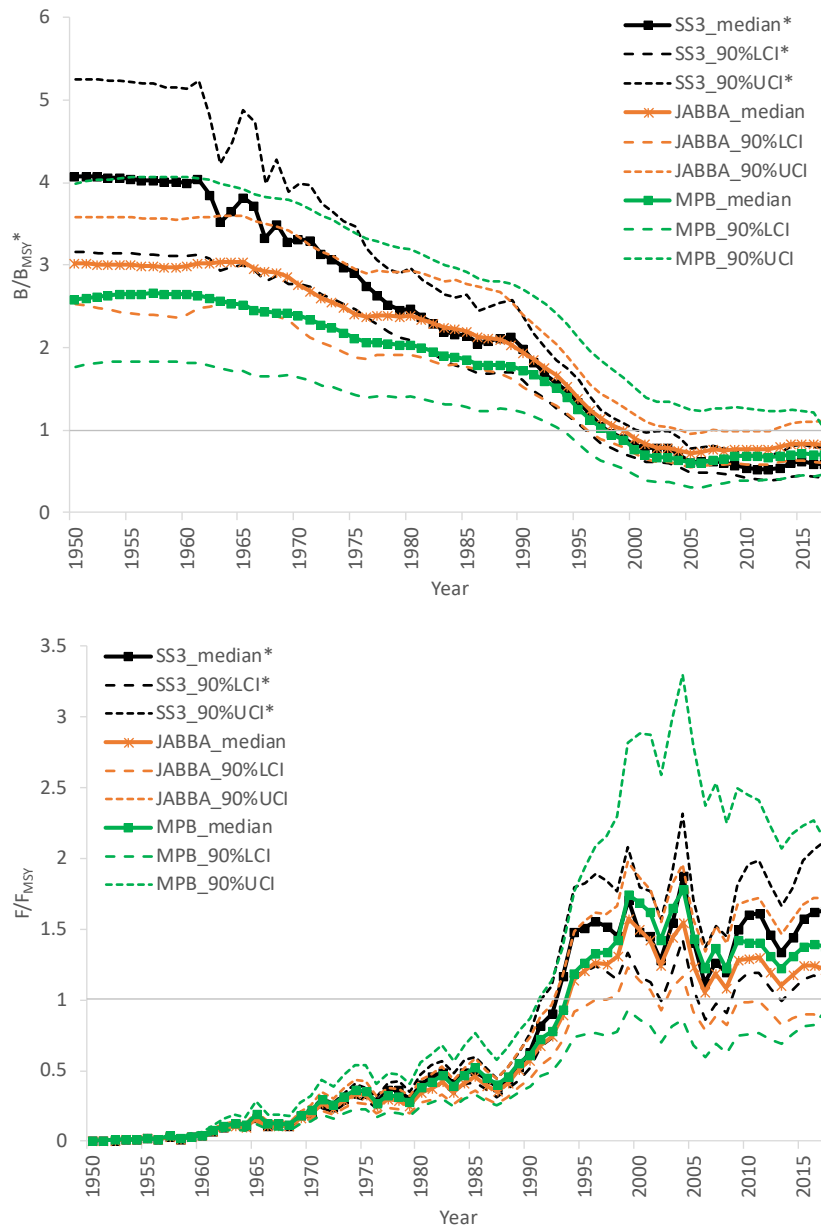


Figure 44. Comparison of SS3, JABBA, and mpb estimates of SSB/SSB_{MSY} (SS3) or B/B_{MSY} (exploitable biomass for production models) and F/F_{MSY} (average F for ages 1-7 for SS3, and exploitation rate for production models) between 1950 and 2017 for Atlantic bigeye tuna with 90% confidence intervals.

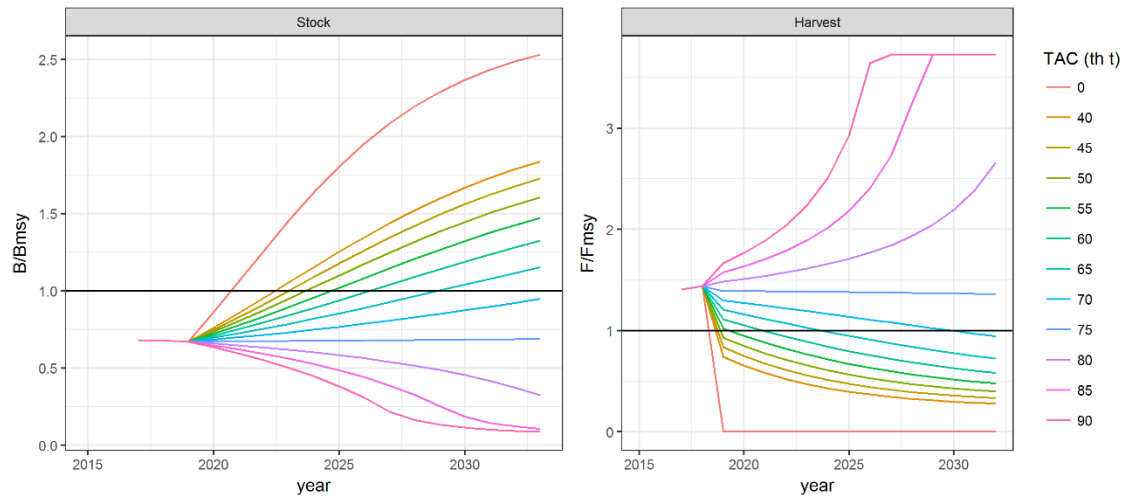


Figure 45. Projections of B/B_{MSY} and F/F_{MSY} from the mpb-Reference Case for Atlantic bigeye tuna under different TACs implemented from 2019 onwards.

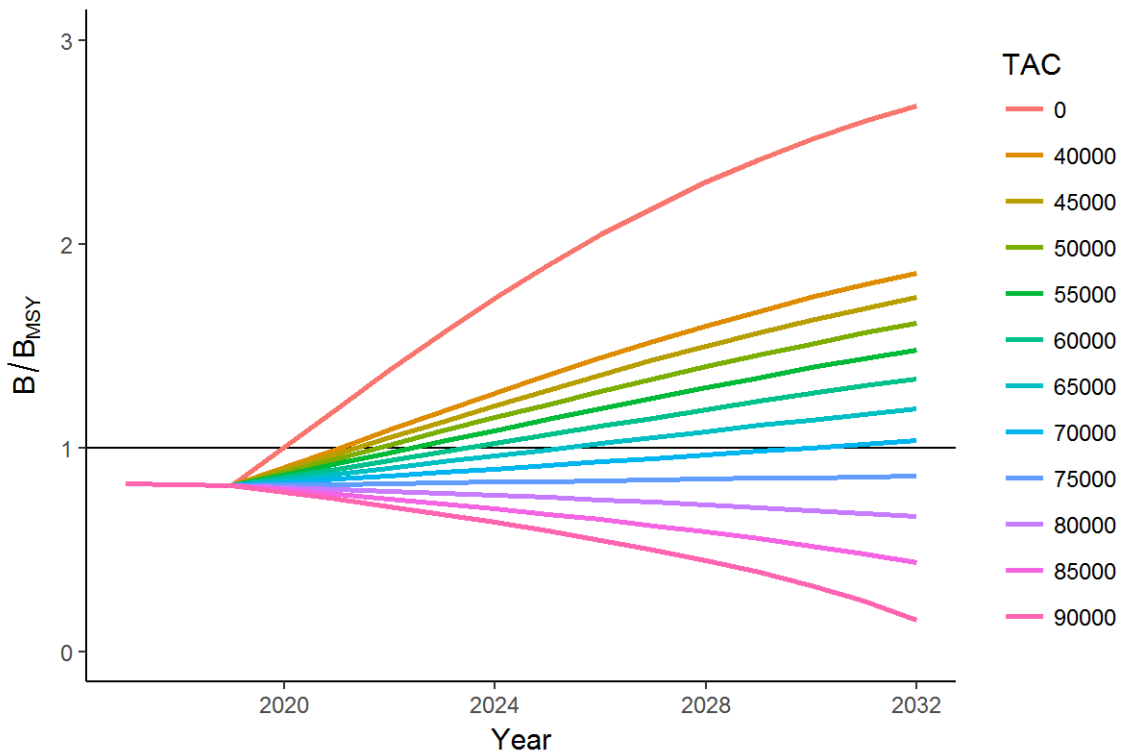


Figure 46. Projections medians of B/B_{MSY} posteriors from the JABBA uncertainty grid runs for Atlantic bigeye tuna under different TACs implemented from 2019 onwards.

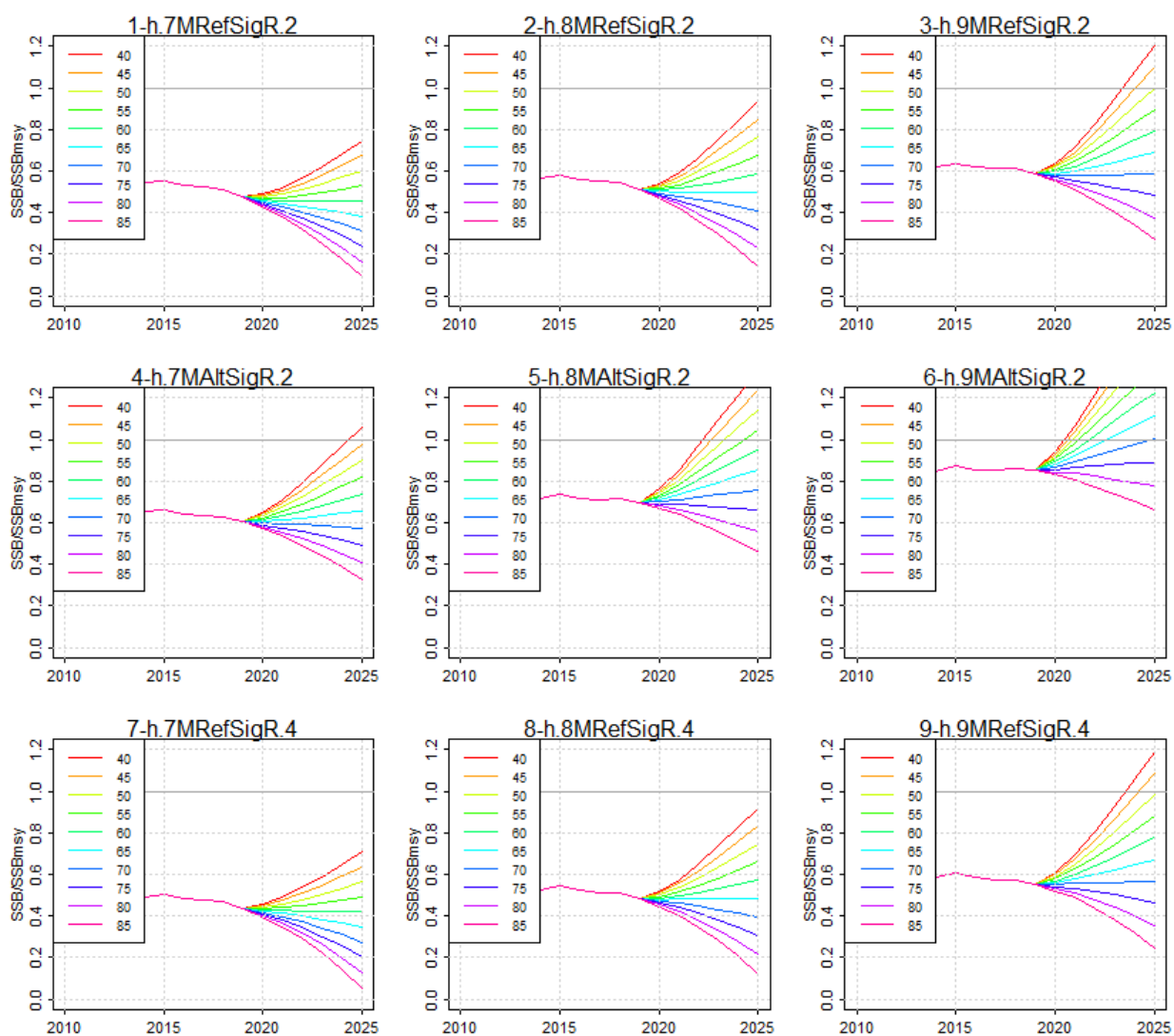


Figure 47. Projections of SSB/SSB_{MSY} for SS3-uncertainty grid runs 1-9 at 40,000-85,000 t constant TACs for Atlantic bigeye tuna.

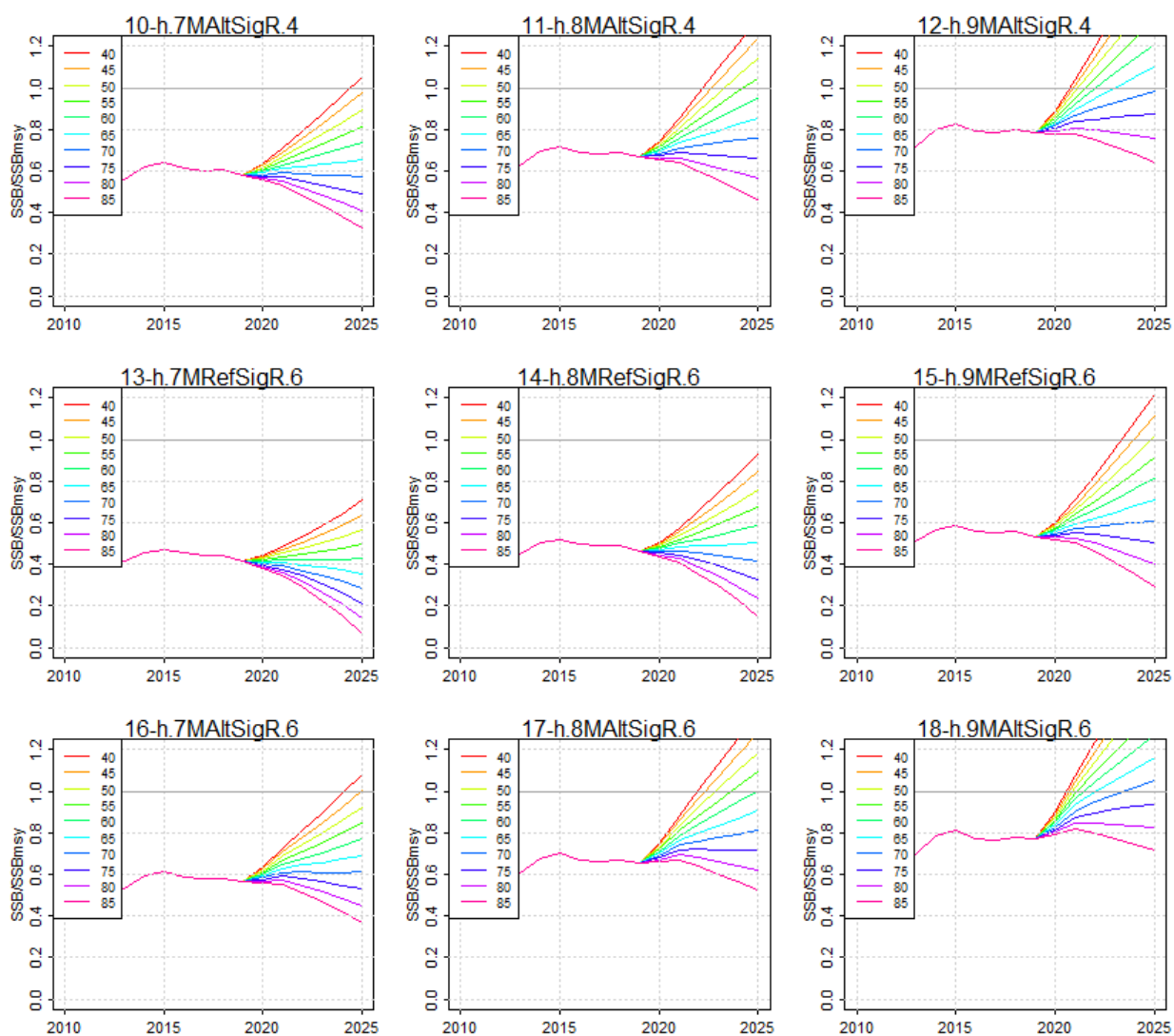


Figure 48. Projections of SSB/SSB_{MSY} for SS3-uncertainty grid runs 10-18 at 40,000-85,000 t constant TACs for Atlantic bigeye tuna.

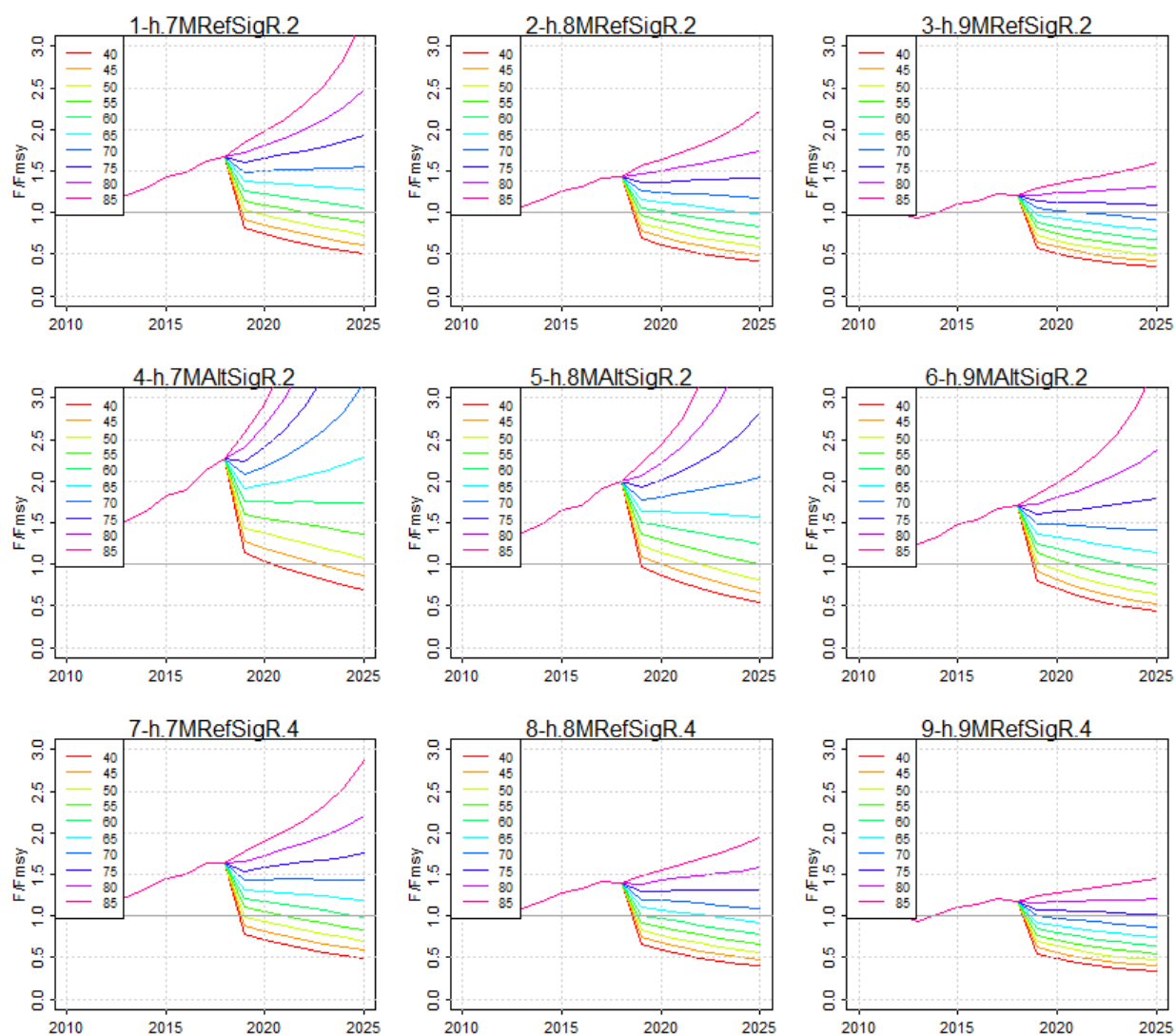


Figure 49. Projections of F/F_{MSY} for SS3-uncertainty grid runs 1-9 at 40,000-85,000 t constant TACs.

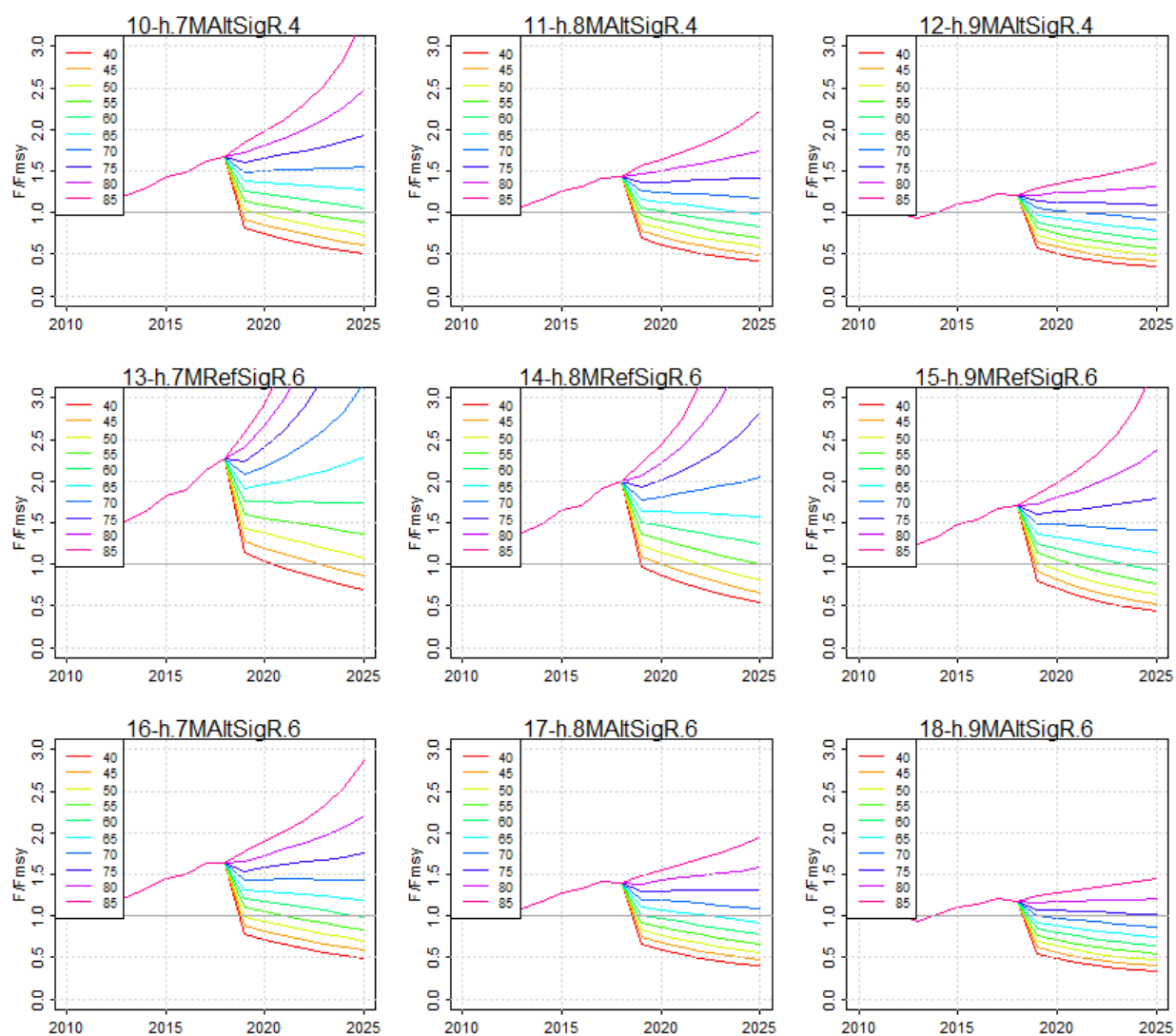


Figure 50. Projections of F/F_{MSY} for SS3-uncertainty grid runs 10-18 at 40,000-85,000 t constant TACs.



Figure 51. Trajectories of proportions of the impact attributed to each fishery category on spawning biomass among 18 SS3-uncertainty grid runs. The fishery defined in the stock synthesis model (F1 - F15) are assigned as FSC (F1-3), FAD (F4 and 5), BB (F6-9), LL (F10-15). The FAD fishery category contained mixed fishery of BB and PS of Ghana.

Agenda

1. Opening, adoption of Agenda and meeting arrangements
2. Summary of available data for the stock assessment
 - 2.1. Biology
 - 2.2. Catch, effort, size and CAS/CAA estimates
 - 2.3. Relative abundance indices
3. Stocks Assessment Methods and other data relevant to the assessment
 - 3.1. Stock Synthesis
 - 3.2. BioDyn
 - 3.3. VPA-2 Box
 - 3.4. JABBA
4. Stock status results
 - 4.1. Stock Synthesis
 - 4.2. BioDyn
 - 4.3. VPA 2 Box
 - 4.4. JABBA
 - 4.5. Synthesis of assessment results
5. Projections
 - 5.1. Production models
 - 5.2. SS3
6. Recommendations
 - 6.1. Research and statistics
7. Other matters
 - 7.1. Responses to Commission requests
 - 7.1.1. Changes on Ghanaian capacity plans
 - 7.1.2. Analysis of time/area moratorium
 - 7.1.3. Impact on MSY due to different relative contribution by major gears
 - 7.1.4. FAD WG recommendations
 - 7.2. ICCAT - MSE Project for tropical tunas
8. Adoption of the report and closure

List of Participants

CONTRACTING PARTIES**BRAZIL****Hazin**, Humberto Gomes

Associate Professor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Departamento de Licencias Animais, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP:59 625-900 Massoró - RN

Tel: +55 81 3320 6500; +55 81 992717706, Fax: +55 81 3320 6501, E-Mail: humberto.hazin@ufersa.edu.br; hghazin@hotmail.com

CABO VERDE**Monteiro**, Carlos Alberto

Technical researcher, Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas, INDP SV Vicente, C.P. 132, Mindelo Sao Vicente

Tel: +238 986 48 25, Fax: +238 986 4825, E-Mail: monteiro.carlos@indp.gov.cv

CHINA, (P. R.)**Chen**, Yong

Professor, College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, No. 999 Huchenghuan Rd. Pudong Area, 201306 Shanghai

Tel: +86 21 619 00304, Fax: +86 21 61900304, E-Mail: ychen@maine.edu

Guan, Wenjiang

Associate Professor, College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, 999 Huchenghuan RD, Linguang New City, Pudong, 201306 Shanghai

Tel: +86 21 6190 0167, Fax: +86 21 6190 0301, E-Mail: sqtian@shou.edu.cn; wjguan@shou.edu.cn

Wang, Yang

Research Assistant, Shanghai Ocean University

E-Mail: shouwyh@163.com

CÔTE D'IVOIRE**Amandè**, Monin Justin

Chercheur Halieute, Centre de Recherches Océanologiques de Côte d'Ivoire, Département Ressources Aquatiques Vivantes - DRAV29 Rue des Pêcheurs, BP V 18, Abidjan 01

Tel: +225 05 927 927, Fax: +225 21 351 155, E-Mail: monin.amande@yahoo.fr; monin.amande@cro-ci.org

EUROPEAN UNION**Biagi**, Franco

Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries (DG-Mare) - European Commission, Rue Joseph II, 99, Bruxelles, Belgium

Tel: +322 299 4104, E-Mail: franco.biagi@ec.europa.eu

Carpi, Piera

CEFAS, Pakefield Road, Lowestoft - Suffolk, NR33 0HT, United Kingdom

Tel: +44 150 252 4447, E-Mail: piera.carpi@cefass.co.uk

Ferreira de Gouveia, Lidia

Técnica Superior, Direcção Regional das Pescas, Direcção Serviços de Investigação – DSI, Praça de Autonomia nº 1, Edifício da Sociedade Metropolitana de Câmara de Lobos, 9300-138 Câmara de Lobos, Portugal

Tel: +351 291 203250, Fax: +351 291 229856, E-Mail: lidia.gouveia@madeira.gov.pt

Gaertner, Daniel

IRD-UMR MARBEC, CRH, CS 30171, Av. Jean Monnet, 34203 Sète Cedex, France

Tel: +33 4 99 57 32 31, Fax: +33 4 99 57 32 95, E-Mail: daniel.gaertner@ird.fr

Merino, Gorka

AZTI - Tecnalia /Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia - Gipuzkoa, España

Tel: +34 94 657 4000; +34 664 793 401, Fax: +34 94 300 4801, E-Mail: gmerino@azti.es

Murua, Hilario

AZTI - Tecnalia /Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia Gipuzkoa, España
Tel: +34 667 174 433, E-Mail: hmurua@azti.es

Pascual Alayón, Pedro José

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Canarias, Vía Espaldón, Dársena Pesquera, Parcela 8, 38180 Santa Cruz de Tenerife Islas Canarias, España
Tel: +34 922 549 400; +34 686 219 114, Fax: +34 922 549 500, E-Mail: pedro.pascual@ieo.es

Santiago Burrutxaga, Josu

Head of Tuna Research Area, AZTI-Tecnalia, Txatxarramendi z/g, 48395 Sukarrieta (Bizkaia) País Vasco, España
Tel: +34 94 6574000 (Ext. 497); 664303631, Fax: +34 94 6572555, E-Mail: jsantiago@azti.es; flarrauri@azti.es

Urtizberea, Agurtzane

AZTI-Tecnalia / Itsas Ikerketa Saila, Herrera kaia. Portualdea z/g, 20110 Pasaia, Gipuzkoa, España
Tel: +34 667 174 519, Fax: +34 94 657 25 55, E-Mail: aurtizberea@azti.es

GABON

Angueko, Davy

Chargé d'Etudes du Directeur Général des Pêches, Direction Générale des Pêche et de l'Aquaculture, BP 9498, Libreville
Tel: +241 0653 4886, E-Mail: davyangueko@yahoo.fr; davyangueko83@gmail.com

JAPAN

Kitakado, Toshihide

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

Matsumoto, Takayuki

Research Coordinator for Oceanography and Resources, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633
Tel: +81 54 336 6000, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: matumot@affrc.go.jp; takayukimatsumoto2016@gmail.com

Satoh, Keisuke

Tuna Fisheries Resources Group, Tuna and Skipjack Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1, Chome Orido, Shizuoka-Shi Shimizu-Ku 424-8633
Tel: +81 54 336 6045, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: kstu21@fra.affrc.go.jp

Uozumi, Yuji

Visiting Scientist, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633
Tel: +81 54 336 6000, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: uozumi@affrc.go.jp; uozumi@japantuna.or.jp

Yokoi, Hiroki

National Research Institute of Far Seas Fisheries, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633
Tel: +81 54 336 6045, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: yokoih@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

MOROCCO

El Joumani, El Mahdi

Ingénieur Halieute, Institut National de Recherche Halieutique "INRH", Laboratoire de pêche au Centre Régional de l'INRH-Laayoune, Avenue Charif Erradi N 168 Hay el Ouahda 01, Laayoune
E-Mail: Eljoumani.mehdi@gmail.com

Serghini, Mansour

Institut national de recherche halieutique, Route Sidi Abderrahmane Club équestre Ould Jmel, 20000 Casablanca
Tel: 0660 455 363, E-Mail: serghini2002@yahoo.com; serghinimansour@gmail.com

SENEGAL

Sow, Fambaye Ngom

Chercheur Biologiste des Pêches, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye, CRODT/ISRALNERV -
Route du Front de Terre - BP 2241, Dakar

Tel: +221 3 0108 1104; +221 77 502 67 79, Fax: +221 33 832 8262, E-Mail: famngom@yahoo.com

UNITED STATES

Brown, Craig A.

Chief, Highly Migratory Species Branch, Sustainable Fisheries Division, NOAA Fisheries Southeast Fisheries Science
Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149

Tel: +1 305 586 6589, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: craig.brown@noaa.gov

Cass-Calay, Shannon

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Center, Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida
33149

Tel: +1 305 361 4231, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: shannon.calay@noaa.gov

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

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

Walter, John

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Center, Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida
33149

Tel: +305 365 4114, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: john.f.walter@noaa.gov

OBSERVERS FROM COOPERATING NON-CONTRACTING PARTIES, ENTITIES, FISHING ENTITIES

CHINESE TAIPEI

Su, Nan-Jay

Assistant Professor, Department of Environmental Biology and Fisheries Science, No. 2 Pei-Ning Rd. Keelung, 20224

Tel: +886 2 2462 2192 #5046, E-Mail: nanjay@ntou.edu.tw

OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

BLUE WATER FISHERMEN'S ASSOCIATION - BWFA

Piñeiro Soler, Eugenio

Chairman, Caribbean Fishery Management Council, 723 Box Garden Hills Plaza, Guaynabo, PR 00966, United States

Tel: +1 787 224 7399, Fax: +1 787 344 0954, E-Mail: gpsfish@yahoo.com

PEW CHARITABLE TRUSTS - PEW

Galland, Grantly

Pew Charitable Trusts, 901 E Street, NW, Washington, DC 20004, United States

Tel: +1 202 540 6953, Fax: +1 202 552 2299, E-Mail: ggalland@pewtrusts.org

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: +34 673 985 817, Fax: +1 305 421 4607, 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

Ortiz, Mauricio

Kimoto, Ai

INVITED EXPERT

Winker, Henning

Appendix 3

List of documents and presentations

Reference	Title	Authors
SCRS/2018/058	Collaborative study of bigeye tuna CPUE from multiple Atlantic Ocean longline fleets in 2018	Hoyle S.D., Hsiang-wen J.H., Kim D.N., Lee M.K., Matsumoto T., and Walter J.
SCRS/2018/060	Standardized bigeye tuna CPUE index of the baitboat fishery based in Dakar (2005-2017)	Santiago J., Merino G., Murua H., and Pascual-Alayón P.
SCRS/2018/081	Standardization of bigeye tuna CPUE in the Atlantic Ocean by the Japanese longline fishery which includes cluster analysis	Matsumoto T. et al.
SCRS/2018/099	Continuity stock assessment for Atlantic bigeye using a biomass production model	Merino G., Murua H., Urtizberea A., Santiago J., Winker H., and Walter J.
SCRS/2018/100	Alternatives for the stock assessment for Atlantic bigeye using a biomass production model	Merino G., Murua H., Urtizberea A., Santiago J., Winker H., and Walter J.
SCRS/2018/106	Datos estadísticos de la pesquería de túnidos de las Islas Canarias durante el periodo 1975 a 2017	Delgado de Molina R.A.
SCRS/2018/108	Updated standardized bigeye tuna CPUE of Taiwanese longline fishery in the Atlantic Ocean	Hoyle S.D., and Huang J.H.
SCRS/2018/109	Estimation of Ghana Tasks I and II purse seine and baitboat catch 2006 – 2017: data input for the 2018 bigeye stock assessment	Ortiz M., and Palma C.
SCRS/2018/110	Bayesian State-Space Surplus production model JABBA assessment of Atlantic bigeye tuna (<i>Thunnus obesus</i>) stock	Winker H., Kerwath S., Merino G., and Ortiz M.
SCRS/2018/111	Atlantic bigeye tuna stock assessment in Stock Synthesis	Walter J., Hiroki Y., Satoh K., Matsumoto T., Urtizberea-Ijurco A., Ortiz M., and Schirripa M.
SCRS/2018/112	A simple operating model for a basis of a discussion about the development of a management strategy evaluation for tropical tuna fisheries	Urtizberea A., Merino G., García D., Korta M., Santiago J., Murua H., Walter J., Die D., and Gaertner D.
SCRS/P/2018/046	Bigeye tuna size frequency samples input stock synthesis	Ortiz M., and Palma C.
SCRS/P/2018/047	JABBA goes bigeye: Sensitivity tests to prior assumptions, revised BMSY/K values	Winker H., Merino G., and Walter J.
SCRS/P/2018/048	JABBA goes bigeye: Additional sensitivity runs	Winker H., and Kitakado T.
SCRS/P/2018/049	JABBA goes bigeye: Hind Casting and Cross-Validation	Winker H., and Kitakado T.
SCRS/P/2018/050	Hindcasting for SS3 assessment for ICCAT BET	Kitakado T., Walter J., Yokoi D., Matsumoto T., and Satoh K.

SCRS/P/2018/051	Diagnostic methodology for the integrated stock assessment model	Satoh K., Yokoi, D., Walter J., Matsumoto T., and Kitakado T.
SCRS/P/2018/052	BET SS.2018_Part1.inputs and diagnostics	Walter J., Hiroki Y., Satoh K., Matsumoto T., Urtizberea-Ijurco A., Ortiz M., and Schirripa M.
SCRS/P/2018/053	BET SS.2018_Part2.results	Walter J., Hiroki Y., Satoh K., Matsumoto T., Urtizberea-Ijurco A., Ortiz M., and Schirripa M.
SCRS/P/2018/054	BET SS.2018_Part3.diagnostics for runs17,18, and 19	Walter J., Hiroki Y., Satoh K., Matsumoto T., Urtizberea-Ijurco A., Ortiz M., and Schirripa M.

SCRS Documents and Presentations Abstracts as provided by the authors

SCRS/2018/058 - In April 2018 a collaborative study was conducted between national scientists with expertise in Chinese, Japanese, Korean, Taiwanese, and USA longline fleets, and an independent scientist. The meetings addressed Terms of Reference covering several important issues related to bigeye tuna CPUE indices in the Atlantic Ocean. The study was funded by the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT) and the International Seafood Sustainability Foundation (ISSF). The meeting developed joint CPUE indices based on analysis of combined data from the Japanese, Korean, Taiwanese, and US fleets. The meeting also welcomed the availability of data from the Chinese longline fleet, and began the process of preparing and exploring this new dataset for future analysis.

SCRS/2018/060 - not provided by the authors.

SCRS/2018/081 - Standardization of bigeye tuna CPUE by Japanese longline in the Atlantic Ocean was conducted using generalized linear models (GLM) with log normal errors. The models incorporated fishing power based on vessel ID where available, and used cluster analysis to account for targeting. The variables year-quarter, vessel ID, latlong5 (five-degree latitude-longitude block), cluster, number of hooks per basket and number of hooks per set were used in the standardization. The numbers of clusters selected were 4 for all the regions. Dominant species differed among clusters. The effects of each covariate varied by region. The CPUE trends were similar to those estimated using the 'traditional method' (without vessel ID and cluster analysis), though with some differences due to the inclusion of vessel effects and cluster variables.

SCRS/2018/099 - In this document we develop a continuity stock assessment for the 2018 evaluation of Atlantic bigeye (*Thunnus obesus*) using a biomass production model. With the models and indices used in the 2015 stock assessment we explore the impact of the new information from recent catch and CPUE standardization. For this we first replicate the 2015 stock assessment, re-run the 2015 scenarios using reviewed catch until 2015 and finally run the assessment using the catch and CPUE series available for the 2018 session. We present a series of diagnostics for the three scenarios that may be considered as the 2018 continuity stock assessment. These diagnostics suggest that this year's biomass dynamic models are run using alternative model-sets. The preliminary results indicate that this stock is overexploited ($B < B_{MSY}$) and subject to overexploitation ($F > F_{MSY}$).

SCRS/2018/100 - In this document we explore alternative scenarios for the 2018 stock assessment of Atlantic bigeye (*Thunnus obesus*). In brief, we show the diagnostics of four alternative fits to four CPUE indices. The results shown in this document are aimed for discussion during the stock assessment meeting.

SCRS/2018/106 - Este documento presenta un resumen de la evolución y composición actual de la flota de cebo vivo de las Islas Canarias y de las capturas realizadas entre 1975 y 2017. Igualmente se presentan los histogramas de tallas de las distintas especies capturadas en 2017, así como la media de las tallas del periodo reciente (2012 - 2016). Se ha realizado una estimación del esfuerzo de pesca nominal, distinguiendo entre barcos menores y mayores de 50 toneladas de registro bruto, considerando que los primeros realizan mareas diarias, con una media de nueve horas de mar, mientras que los segundos realizan mareas superiores a un día.

SCRS/2018/108 - Data for the Taiwanese fleets for three regions (north, tropical, and south separated by 25N and 15S) were analysed to understand its characteristics and further used to estimate indices of bigeye tuna between 2005 to 2017. Indices were estimated using two approaches, delta lognormal and lognormal + constant. All models included the explanatory variables year-quarter and 5° cell as categorical variables, and a cubic spline on hooks as a covariate. Models for tropical regions included a cubic spline fitted to hooks between floats, while models for temperate areas included a categorical variable for cluster. Some models included vessel identity as a categorical variable. The results showed the standardized bigeye tuna cpue were stable and slightly increased after 2013.

SCRS/2018/109 - Information from the AVDTH Ghana fisheries and other sources was used to estimate the task I and II for the Ghanaian tuna baitboat and purse seine fisheries during 2006 – 2017. Catch and landing data collected and managed by the Marine Fisheries Research Division (MRFD) of Ghana included both landings and logbook information from 2005 up to 2017. The estimation of total Ghana catches, catch composition and quarterly-spatial ($5^{\circ} \times 5^{\circ}$) distribution followed the recommendations from the SCRS Tropicals working group agreed during the bigeye data preparatory meeting. Sampling for species composition and size distribution were review and compared to equivalent European sampling to determine appropriate sampling for the different components of the Ghana fleets by major gear type. In summary, estimates of total bigeye catch from the AVDTH database were lower compared to prior reports.

SCRS/2018/110 - As for several other assessments conducted by the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), the 2015 scientific stock assessment advice for Atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*) originated from a combination of surplus production model and age-structured model runs based on 'A Stock Production Model Incorporating Covariates' (ASPIC) and Stock Synthesis (ss3), respectively. The aim of this contribution is to extend the assessment toolbox for Atlantic bigeye tuna by the Bayesian State-Space Surplus Production Model software 'JABBA' to provide a parsimonious 'control' model for the more parameter demanding ss3 model. We apply JABBA to four initial scenarios based on alternative sets of CPUE indices, which we evaluate with a variety of model diagnostics. While priors for the key parameters r and K are purposefully kept uninformative, we specifically focus on developing an informative prior for approximating the expected range of process error for year-to-year biomass variation from a stochastic age-structured simulation model. The model diagnostics provided ample support for use of the split, Joint-Research CPUE index used in the reference case. To facilitate comparability between JABBA and ss3 results, we further explored the structural uncertainty of the model for the reference case model by implementing a small, one-dimensional grid of $BMSY/K$ values corresponding to ss3 output ratios of SBMSY to unfished spawning biomass (SB0), which could be directly related to the range of steepness values ($h=0.7-0.9$) considered for the spawner-recruitment relationship in ss3. Based on multi-model inference from the JABBA runs over the range of $BMSY/K$ input values, we predict with 86.9% probability that the stock remains overfished and 80% probability that overfishing is still occurring. Corresponding future projections predict that stock rebuilding would be achieved with a 56% probability by 2026 under the current global quota of 65,000 t, whereas the actual reported catch of around 75,000 t is unlikely to allow rebuilding of the stock within the next 10 years. The results are discussed in the context of model robustness and multi-model inference for potential integration into the ICCAT 2018 bigeye stock assessment advice. While this initial JABBA assessment appears sufficiently robust for inference about the stock status, we caution against the use JABBA projections for specific quota recommendations in the case of bigeye tuna, because the relative impact of the different fleets can currently not be explicitly accounted for with (aggregated-) biomass dynamic models.

SCRS/2018/111 - This paper represents a stock assessment of Atlantic Bigeye tuna using the age and length structured integrated assessment model Stock Synthesis (SS). SS 3.24 version was used and the model configuration is largely similar to that of the 2015 assessment though it is condensed to a single area and benefits from a joint longline index rather than many separate longline indices with conflicting trends. Additionally, the model benefits from substantially revised length composition input which has reduced conflicting length data and homogenized the fleet structure. Initially we constructed a reference model and tested its performance across a suite of standard model diagnostic tests which indicated decent model performance. Then we produced a series of fourteen sensitivity models that evaluated different model formulations (3-area, alternative natural mortality, different steepness, sigma-R, selectivity and +25% and -10% sensitivity to Purse seine FAD catches. After evaluation of the sensitivity runs, a structured uncertainty grid across steepness (0.7, 0.8, 0.9), sigma-R (0.2, 0.4, 0.6), longline selectivity (domed vs asymptotic in area 2), and three index treatments (joint split index, joint full index and joint split with Dakar BB index) resulting in 216 model runs was constructed. This uncertainty grid captures much of the key uncertainties in model inputs and parameter assumptions and may be considered for quantification of Kobe advice.

SCRS/2018/112 – The objective of the project is the development of a multispecific model based on Management Strategy Evaluation (MSE) for tropical tuna fisheries on the Atlantic Ocean in order to evaluate the economical and biological impact of different management plans on a multispecific fisheries context. The MSE model will be built with FLBEIA, a bio-economic impact assessment model based on MSE approach. FLBEIA has been applied in many case studies and thus many of the utilities of the model has been validated. Here we are going to show the simplest conditioning option of an MSE with two stocks, bigeye and yellowfin tuna fisheries on the Atlantic Ocean based on their latest assessment and the web application that we are developing in order to share the results.

SCRS/P/2018/046 – not provided by the authors.

SCRS/P/2018/047 – Presented updated JABBA stock status results based on revised input values of $BMSY/K$, together with a sensitivity analysis that explored alternative precision levels associated with the prior assumptions for the unfished biomass (K) and intrinsic rate (r). The revised $BMSY/K$ ratios of 0.332, 0.306 and 0.278 corresponded to the stock synthesis derived $SSBMSY/SBB0$ ratios for the steepness values of $h = 0.7, 0.8$ and 0.9 , respectively, where $BMSY/K = 0.306$ ($h = 0.8$) was considered as the reference case. The sensitivity analysis results demonstrated that increasing the CVs for r and K simultaneously from 200% (reference case) to 500% had no discernible effect on the stock status estimates, suggesting that the data were highly informative with regards to these two key parameters.

SCRS/P/2018/048 – Presented additional JABBA runs to explore the sensitivity of the prior assumptions for the process error and the biomass depletion (B_{1950}/K) in 1950. The results illustrated that inflating the precision of the two priors did not influence the final stock status estimates. Based on these results, it was concluded that it was feasible to estimate process error using an uninformative inverse-gamma prior with a scale and shape parameter of 0.001.

SCRS/P/2018/049 – Presented a hint-casting cross-validation for three alternative JABBA scenarios. The results showed that all three scenarios performed adequately over three year period, whereas hind-casting over five and ten years showed notable discrepancies between the observed and the predicted CPUE. This suggests that JABBA projections over more than three years should be interpreted with caution.

SCRS/P/2018/050 – The abstract is available in Section 3.2.12 Model Hindcasting.

SCRS/P/2018/051 – According to the discussion on the data preparatory meeting, diagnostic methodology for the integrated stock assessment model has been applied including ASPM diagnosis (Maunder et al. 2015, Minto-Vera et al. 2017), likelihood profiling of R_0 , Steepness, L_{inf} and M (Wang et al. 2014), retrospective analysis and residual plots for size data. The standard deviation of the normalized residual (Francis, 2011) and RMSE (Root mean square error) between observed and predicted cpues were also calculated. Using these tools, the initial reference case and main one-off-sensitivity models were screened for potential model mis-specification during the meeting to develop the 18 grid models.

SCRS/P/2018/052 – not provided by the authors.

SCRS/P/2018/053 – not provided by the authors.

SCRS/P/2018/054 – not provided by the authors.

Appendix 5

Fishery impact analysis

Table of the proportions of the impact attributed to each fishery category on spawning biomass from 1950 to 2017 for each SS3-uncertainty grid run. Unexploited spawning stock biomass of a simulated population of Atlantic bigeye tuna was 1.0. The predicted biomass of each model is 1 - sum of portions of the impact attributed to each fishery category. The fishery defined in the stock synthesis model (F1 - F15) are assigned as FSC (F1-3), FAD (F4 and 5), BB (F6-9), LL (F10-15).

FSC	model 1	model 2	model 3	model 4	model 5	model 6	model 7	model 8	model 9	model 10	model 11	model 12	model 13	model 14	model 15	model 16	model 17	model 18
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1953	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1956	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1962	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0.01	0.01
1972	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1973	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1974	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
1975	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1976	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
1977	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1978	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1979	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05
1980	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06
1981	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
1982	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07
1983	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
1984	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09
1985	0.09	0.09	0.1	0.09	0.09	0.1	0.09	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1
1986	0.09	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1	0.09	0.1	0.11	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.11	0.09	0.1	0.1
1987	0.09	0.1	0.11	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.11	0.09	0.1	0.1	0.1	0.11	0.11	0.1	0.1	0.1
1988	0.09	0.1	0.11	0.09	0.09	0.1	0.1	0.1	0.11	0.09	0.1	0.1	0.1	0.11	0.11	0.09	0.1	0.1
1989	0.09	0.1	0.11	0.09	0.09	0.1	0.1	0.1	0.11	0.09	0.1	0.1	0.1	0.11	0.11	0.09	0.1	0.1
1990	0.09	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1	0.11	0.09	0.09	0.09	0.1	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09
1991	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.1	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09	0.1	0.11	0.11	0.09	0.1	0.1
1992	0.09	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1	0.11	0.09	0.09	0.09	0.1	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09
1993	0.09	0.1	0.1	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1	0.11	0.09	0.09	0.09
1994	0.09	0.1	0.1	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09
1995	0.09	0.09	0.1	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08
1996	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.09	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08
1997	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.09	0.08	0.08
1998	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.09	0.08	0.08	0.08
1999	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
2000	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
2001	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07
2002	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07
2003	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.1	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
2004	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.1	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
2005	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.1	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.1	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07
2006	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.1	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.07
2007	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.07	0.11	0.1	0.09	0.09	0.08	0.07
2008	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.07	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.07	0.11	0.1	0.09	0.09	0.08	0.07
2009	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.08	0.11	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.11	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08
2010	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.11	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08	0.11	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08
2011	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.08	0.11	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08	0.12	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08
2012	0.11	0.1	0.1	0.1	0.09	0.08	0.12	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08	0.12	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08
2013	0.11	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08	0.12	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08	0.12	0.12	0.1	0.11	0.09	0.08
2014	0.11	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08	0.12	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08	0.13	0.12	0.1	0.11	0.09	0.08
2015	0.11	0.11	0.1	0.1	0.09	0.07	0.12	0.12	0.1	0.11	0.09	0.08	0.13	0.12	0.1	0.11	0.09	0.08
2016	0.11	0.11	0.1	0.1	0.09	0.07	0.13	0.12	0.1	0.11	0.09	0.07	0.13	0.12	0.1	0.11	0.09	0.08
2017	0.12	0.11	0.1	0.1	0.09	0.07	0.13	0.12	0.1	0.11	0.09	0.07	0.14	0.12	0.11	0.11	0.1	0.07

BET STOCK ASSESSMENT MEETING – MADRID 2018

FAD	model 1	model 2	model 3	model 4	model 5	model 6	model 7	model 8	model 9	model 10	model 11	model 12	model 13	model 14	model 15	model 16	model 17	model 18
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1953	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1956	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1962	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0.01
1986	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1987	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1988	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1989	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
1990	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
1991	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1992	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1993	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
1994	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09
1995	0.09	0.1	0.11	0.11	0.12	0.12	0.1	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.1	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13
1996	0.13	0.14	0.15	0.14	0.16	0.17	0.14	0.15	0.16	0.15	0.16	0.17	0.14	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17
1997	0.16	0.17	0.19	0.18	0.19	0.2	0.17	0.19	0.2	0.19	0.2	0.21	0.18	0.19	0.2	0.19	0.2	0.21
1998	0.19	0.2	0.22	0.21	0.22	0.23	0.2	0.22	0.23	0.22	0.23	0.24	0.21	0.22	0.23	0.22	0.23	0.24
1999	0.22	0.23	0.24	0.23	0.25	0.26	0.23	0.24	0.26	0.24	0.25	0.26	0.23	0.25	0.26	0.24	0.26	0.27
2000	0.24	0.25	0.26	0.25	0.26	0.27	0.25	0.26	0.27	0.26	0.27	0.28	0.25	0.26	0.28	0.26	0.27	0.28
2001	0.25	0.26	0.28	0.26	0.27	0.28	0.26	0.27	0.29	0.27	0.28	0.29	0.26	0.28	0.29	0.27	0.28	0.29
2002	0.26	0.28	0.29	0.27	0.28	0.29	0.27	0.29	0.3	0.28	0.29	0.3	0.28	0.29	0.3	0.28	0.29	0.3
2003	0.27	0.28	0.29	0.28	0.29	0.3	0.28	0.29	0.3	0.29	0.3	0.3	0.28	0.3	0.31	0.29	0.3	0.3
2004	0.28	0.29	0.3	0.29	0.3	0.3	0.29	0.3	0.31	0.29	0.3	0.31	0.29	0.3	0.31	0.3	0.3	0.31
2005	0.29	0.3	0.31	0.3	0.31	0.31	0.3	0.31	0.32	0.3	0.31	0.32	0.3	0.31	0.32	0.3	0.31	0.32
2006	0.3	0.31	0.32	0.3	0.31	0.32	0.3	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33
2007	0.3	0.31	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33
2008	0.31	0.31	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.32	0.33	0.33
2009	0.31	0.31	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33
2010	0.31	0.31	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33
2011	0.31	0.31	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32
2012	0.31	0.31	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32
2013	0.31	0.31	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32
2014	0.31	0.32	0.32	0.31	0.31	0.32	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32
2015	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33
2016	0.32	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33
2017	0.32	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33	0.32	0.33	0.33	0.31	0.32	0.34	0.32	0.33	0.33

BET STOCK ASSESSMENT MEETING – MADRID 2018

	model 1	model 2	model 3	model 4	model 5	model 6	model 7	model 8	model 9	model 10	model 11	model 12	model 13	model 14	model 15	model 16	model 17	model 18
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1953	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01
1955	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1956	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1957	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1958	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1959	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1960	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1961	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
1962	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
1963	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1964	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1965	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04
1966	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1967	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05
1968	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05
1969	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05
1970	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05
1971	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06
1972	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06
1973	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06
1974	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07
1975	0.07	0.08	0.09	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08
1976	0.08	0.09	0.1	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.1	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09
1977	0.09	0.1	0.1	0.09	0.09	0.1	0.09	0.09	0.1	0.09	0.09	0.1	0.08	0.09	0.1	0.08	0.09	0.1
1978	0.09	0.1	0.11	0.09	0.1	0.1	0.09	0.1	0.11	0.09	0.1	0.1	0.09	0.1	0.1	0.09	0.09	0.1
1979	0.1	0.1	0.11	0.09	0.1	0.1	0.1	0.11	0.11	0.09	0.1	0.11	0.1	0.1	0.11	0.09	0.1	0.11
1980	0.1	0.11	0.12	0.1	0.1	0.11	0.1	0.11	0.12	0.1	0.11	0.11	0.1	0.11	0.12	0.1	0.1	0.11
1981	0.11	0.12	0.12	0.1	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12
1982	0.11	0.12	0.13	0.1	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12
1983	0.11	0.12	0.12	0.1	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12
1984	0.11	0.12	0.12	0.1	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12
1985	0.11	0.12	0.12	0.1	0.1	0.11	0.12	0.12	0.13	0.1	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.1	0.11	0.12
1986	0.11	0.12	0.12	0.1	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12
1987	0.11	0.12	0.12	0.1	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12
1988	0.11	0.12	0.12	0.1	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12
1989	0.11	0.11	0.12	0.1	0.1	0.1	0.11	0.12	0.12	0.1	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12	0.1	0.1	0.12
1990	0.11	0.11	0.11	0.1	0.1	0.1	0.11	0.12	0.12	0.1	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12	0.1	0.1	0.12
1991	0.11	0.11	0.11	0.1	0.1	0.1	0.11	0.12	0.12	0.1	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12	0.1	0.1	0.12
1992	0.11	0.11	0.11	0.1	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12	0.1	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12
1993	0.11	0.11	0.12	0.1	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12
1994	0.11	0.11	0.12	0.1	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.1	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12
1995	0.11	0.11	0.12	0.1	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.1	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12
1996	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.11	0.11	0.12
1997	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.12
1998	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12
1999	0.12	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12
2000	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13
2001	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13
2002	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12
2003	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12
2004	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.14	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12
2005	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12
2006	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12
2007	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12
2008	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13
2009	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13
2010	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13
2011	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13
2012	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.13	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.13	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.13
2013	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14
2014	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14
2015	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.18	0.18	0.16	0.17	0.15	0.14
2016	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.14	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.14	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.14
2017	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.14	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.14	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.14

BET STOCK ASSESSMENT MEETING – MADRID 2018

LL	model 1	model 2	model 3	model 4	model 5	model 6	model 7	model 8	model 9	model 10	model 11	model 12	model 13	model 14	model 15	model 16	model 17	model 18
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1953	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1956	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1962	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1963	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
1964	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
1965	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
1966	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07
1967	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.08	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08	0.05	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08
1968	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08
1969	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
1970	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09
1971	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.1	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.1	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.1
1972	0.09	0.1	0.11	0.1	0.11	0.12	0.09	0.1	0.11	0.1	0.11	0.12	0.09	0.1	0.11	0.1	0.11	0.12
1973	0.1	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.1	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.1	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13
1974	0.11	0.13	0.14	0.13	0.14	0.15	0.11	0.12	0.14	0.13	0.14	0.15	0.11	0.12	0.13	0.12	0.13	0.14
1975	0.13	0.14	0.15	0.14	0.15	0.16	0.12	0.14	0.15	0.14	0.15	0.16	0.12	0.13	0.15	0.13	0.15	0.16
1976	0.14	0.15	0.16	0.15	0.16	0.17	0.14	0.15	0.16	0.15	0.16	0.17	0.13	0.15	0.16	0.14	0.16	0.17
1977	0.14	0.15	0.16	0.15	0.16	0.17	0.14	0.15	0.16	0.15	0.16	0.17	0.14	0.15	0.16	0.15	0.16	0.17
1978	0.14	0.15	0.17	0.15	0.16	0.17	0.14	0.16	0.17	0.15	0.17	0.17	0.14	0.15	0.17	0.15	0.16	0.17
1979	0.14	0.16	0.17	0.15	0.16	0.17	0.15	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.14	0.16	0.17	0.15	0.16	0.17
1980	0.14	0.16	0.17	0.15	0.16	0.17	0.15	0.16	0.17	0.15	0.16	0.17	0.15	0.16	0.17	0.15	0.16	0.17
1981	0.15	0.16	0.17	0.16	0.17	0.18	0.16	0.17	0.18	0.16	0.17	0.18	0.16	0.17	0.18	0.16	0.17	0.18
1982	0.16	0.17	0.18	0.17	0.18	0.19	0.17	0.18	0.19	0.17	0.18	0.19	0.17	0.18	0.19	0.18	0.18	0.19
1983	0.18	0.19	0.2	0.19	0.2	0.21	0.18	0.19	0.2	0.19	0.2	0.21	0.18	0.2	0.21	0.19	0.2	0.21
1984	0.18	0.19	0.2	0.19	0.2	0.2	0.19	0.2	0.21	0.19	0.2	0.21	0.19	0.2	0.21	0.19	0.2	0.21
1985	0.18	0.2	0.21	0.19	0.2	0.21	0.19	0.2	0.21	0.2	0.21	0.21	0.2	0.21	0.22	0.2	0.21	0.22
1986	0.2	0.21	0.22	0.2	0.22	0.22	0.21	0.22	0.23	0.21	0.22	0.23	0.21	0.22	0.23	0.21	0.22	0.23
1987	0.2	0.21	0.22	0.21	0.22	0.22	0.21	0.22	0.23	0.21	0.22	0.23	0.21	0.22	0.23	0.22	0.22	0.23
1988	0.2	0.21	0.22	0.2	0.21	0.22	0.21	0.22	0.23	0.21	0.22	0.22	0.21	0.22	0.23	0.21	0.22	0.22
1989	0.21	0.22	0.23	0.21	0.22	0.23	0.22	0.23	0.23	0.22	0.22	0.23	0.22	0.23	0.24	0.22	0.23	0.23
1990	0.22	0.23	0.24	0.23	0.24	0.24	0.23	0.24	0.25	0.24	0.24	0.25	0.24	0.25	0.25	0.24	0.24	0.25
1991	0.23	0.25	0.26	0.24	0.25	0.26	0.25	0.26	0.27	0.25	0.26	0.26	0.25	0.26	0.27	0.26	0.26	0.27
1992	0.25	0.26	0.27	0.26	0.27	0.28	0.26	0.28	0.29	0.27	0.28	0.28	0.27	0.28	0.29	0.27	0.28	0.28
1993	0.26	0.28	0.29	0.27	0.28	0.29	0.28	0.29	0.3	0.28	0.29	0.29	0.29	0.3	0.3	0.29	0.29	0.3
1994	0.27	0.29	0.3	0.28	0.29	0.29	0.29	0.3	0.31	0.29	0.3	0.3	0.3	0.31	0.31	0.29	0.3	0.3
1995	0.29	0.3	0.31	0.3	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.33	0.31	0.31	0.31
1996	0.3	0.32	0.33	0.31	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32
1997	0.32	0.33	0.34	0.32	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33
1998	0.32	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.34	0.34	0.34
1999	0.33	0.34	0.35	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34
2000	0.34	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34
2001	0.35	0.35	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34
2002	0.34	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33
2003	0.34	0.34	0.35	0.34	0.34	0.33	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33
2004	0.34	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33
2005	0.34	0.34	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33
2006	0.33	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32
2007	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31
2008	0.32	0.33	0.33	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31
2009	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31
2010	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31
2011	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31
2012	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.3	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
2013	0.31	0.31	0.31	0.3	0.3	0.29	0.31	0.3	0.31	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.31	0.3	0.3	0.3
2014	0.3	0.3	0.3	0.29	0.29	0.28	0.3	0.29	0.3	0.29	0.29	0.28	0.3	0.29	0.3	0.29	0.29	0.28
2015	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28
2016	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28
2017	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.27	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28