

## RAPPORT DE LA RÉUNION DE 2022 D'ÉVALUATION DU STOCK DE THON ROUGE DE L'EST DE LA MÉDITERRANÉE DE L'ICCAT

(Madrid, Espagne, réunion hybride, 4-9 juillet 2022)

« Les résultats, conclusions et recommandations figurant dans le présent rapport ne reflètent que le point de vue du Groupe d'espèces sur le thon rouge. Par conséquent, ceux-ci doivent être considérés comme préliminaires tant que le SCRS ne les aura pas adoptés lors de sa séance plénière annuelle et tant que la Commission ne les aura pas révisés lors de sa réunion annuelle. En conséquence, l'ICCAT se réserve le droit d'apporter des commentaires au présent rapport, de soulever des objections et de l'approuver, jusqu'au moment de son adoption finale par la Commission. »

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

La réunion a été tenue au Secrétariat de l'ICCAT à Madrid et en ligne du 4 au 9 juillet 2022. Le Dr Enrique Rodríguez-Marín (UE-Espagne) et le Dr John Walter (États-Unis), rapporteurs pour les stocks de thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée et de l'Atlantique Ouest (E-BFT et W-BFT), respectivement, ont ouvert la réunion et ont occupé les fonctions de co-Présidents. Le Secrétaire exécutif et le Président du SCRS, le Dr Gary Melvin (Canada), ont souhaité la bienvenue aux participants. Les Présidents ont procédé à l'examen de l'ordre du jour qui a été adopté avec certaines modifications (**appendice 1**).

La liste des participants se trouve à l'**appendice 2**. La liste des documents et des présentations soumis à la réunion est jointe à l'**appendice 3**. Les personnes suivantes ont exercé les fonctions de rapporteurs :

<i>Points</i>	<i>Rapporteurs</i>
Points 1 et 11	A. Kimoto
Points 2.1 et 3.1	A. Gordo, M. Ortiz, T. Rouyer
Points 2.2 et 3.2	M. Lauretta, P. Sampedro
Points 2.3 et 3.3	J.J. Maguire
Points 3.4 et 6	E. Rodriguez-Marín, J. Walter, A. Kimoto
Point 4	H. Arrizabalaga, E. Andonegi
Point 5	S. Miller, C. Peterson
Points 7 et 9	E. Rodriguez-Marín, J. Walter
Point 8	S. Tensek
Point 10	S. Deguara, M. Ortiz

### 2. Diagnostics des modèles

#### 2.1 VPA

Le document SCRS/2022/101 présentait la CAS révisée de la période réajustée à la hausse (1998-2007), préparée par le petit groupe *ad-hoc* à la suite de la recommandation formulée par le Groupe d'espèces sur le thon rouge (BFTSG) à la réunion de préparation des données sur le thon rouge de 2022 (Anon., 2022). Initialement, en 2012, les captures réajustées à la hausse NEI (non incluses ailleurs) avaient été converties en supposant la même distribution par tailles que celle de la flottille de senneurs de la Méditerranée (PS-MED). Cependant, des informations auxiliaires ont indiqué que la plupart de cette capture non-déclarée était de préférence des poissons de taille moyenne ou de grande taille destinés aux marchés internationaux. Par conséquent, le groupe *ad-hoc* a recommandé d'estimer la distribution par tailles des captures NEI non-déclarées et de leurs estimations dérivées de la prise par taille (CAS) et de la prise par âge (CAA) de tous les engins de pêche actifs en 1998 - 2007, en accordant une plus grande importance aux engins capturant des poissons moyens ou grands, et dans le cas des pêcheries de senneurs, il a été recommandé d'utiliser uniquement la distribution par tailles du trimestre 2. La CAS révisée (ver2b) a été considérée être une meilleure estimation de la distribution par tailles pour les captures réajustées à la hausse NEI (1998 - 2007) et a été proposée pour adoption par le BFTSG.

En réponse aux commentaires du Groupe, il a été expliqué que la capture totale en poids n'était pas affectée, contrairement à la capture en nombre.

Le document SCRS/2022/129 faisait état des scénarios d'évaluation de 2022 pour le thon rouge de l'Atlantique utilisant l'analyse de la population virtuelle (VPA). Le document résumait les valeurs d'entrée des données, les postulats, les résultats provisoires, les diagnostics de la VPA ainsi que les estimations de la série temporelle de la biomasse du stock pour la période 1968-2020, et du recrutement pour la période 1968-2019. Le modèle intégrait des révisions des indices clés, notamment un indice pour les petits poissons (l'indice de la prospection larvaire de la Méditerranée occidentale : WMED\_LARV). L'auteur a présenté une application Shiny qui résume tous les résultats de la VPA dans une interface graphique, qui a été mise à la disposition des participants (<https://bfttuna.shinyapps.io/shinyvpa/>).

Le Groupe a accueilli favorablement cette application et a souligné son utilité pour les discussions de la réunion. Les **tableaux 1** et **2** présentent, respectivement, les scénarios de la VPA et les statistiques d'ajustement du modèle pour chaque scénario.

Le scénario de continuité se basait sur le cas de base de 2017, étant donné que ce modèle n'a pas pu être actualisé en 2020 et qu'aucun autre cas de base n'a été accepté depuis lors. Pour le scénario de continuité (Scénario 288), les ratios de F (ratio du taux de mortalité par pêche à l'âge +10 par rapport au taux de mortalité par pêche à l'âge 9) sont estimés par trois blocs temporels (1968-1980 ; 1981-1995 ; 1996-2007) et établis à 1 pour le dernier (2008-2020). Ce scénario posait plusieurs problèmes, le principal étant les forts schémas rétrospectifs et l'instabilité des résultats, notamment dans les estimations de l'échelle absolue de la biomasse (**figure 1**). Le document présentait plusieurs scénarios reposant sur ce scénario afin d'étudier différents aspects dans l'objectif d'améliorer la modélisation qui avait été suggérée lors des réunions en ligne précédentes.

Un premier axe étudié était la possibilité d'utiliser le groupe +16 en tant que groupe plus, ce qui permettrait de simplifier le postulat formulé pour le ratio de F car il pourrait être plus simple de postuler un ratio de F =1. La VPA est sensible à ce paramètre avec le groupe d'âge plus +10 ; cela constituait donc une source d'amélioration potentielle majeure. Les scénarios visant à étudier l'utilisation de +16 en tant que groupe plus (**figure 2**, Scénarios 289 et 290) indiquaient que le postulat d'un ratio de F égal à un dans toute la période (1968-2020) était associé à un manque d'ajustement à deux indices historiques clés (indices Morocco\_Spain Trap (MOR\_SP\_TP) et palangre japonaise dans l'Atlantique Est et la Méditerranée (JPN\_LL\_EastAtl\_MED)). Les résultats de ces scénarios révélaient plusieurs problèmes, parmi lesquels un recrutement très élevé estimé pour ces dernières années, une augmentation continue de la biomasse du stock reproducteur (SSB) dans l'ensemble de la période pour les scénarios postulant un ratio de F égal à 1 et un fort schéma rétrospectif. L'utilisation de la courbe de Richards (**tableau 2**, Scénarios 291 et 292), d'une variance additive pour les indices (et non multiplicative) (**tableau 2**, Scénario 293) ou l'établissement de la sélectivité pour l'indice WMED\_LARV (**tableau 2**, Scénario 294) n'ont pas permis de résoudre ces problèmes. Les scénarios utilisant +16 n'ont généralement pas amélioré les diagnostics du modèle.

Le deuxième axe portait sur l'étude de l'aspect de stabilité du scénario de continuité (Scénario 288). Lors des discussions intersessions précédentes, le Groupe avait sollicité un test sur l'impact des ratios de F sur l'échelle globale de la VPA. Ce test visait à déterminer si l'échelle de la VPA pouvait être résolue de façon statistique. Ce test consistait à fixer le ratio de F pour la première année de la VPA à une valeur donnée puis à estimer les différents blocs temporels pour le ratio de F. Les résultats ont montré qu'aucune différence significative (c.-à-d., >2 unités de la fonction objective) ne pouvait être constatée entre les tests (**tableau 3**). Cela signifiait que les ratios de F ne pouvaient pas être estimés de la façon opportune. Les études suivantes ont donc tenté d'établir les ratios de F à des valeurs a priori, en examinant les statistiques du rho de Mohn pour qu'un biais rétrospectif oriente l'étude. L'établissement de la valeur du ratio de F à 1 pour les blocs temporels du ratio de F au cours de la période 1968-1995 et une légère modification des paramètres de recherche (Scénario 295) ont amélioré la stabilité globale de la VPA (**figure 3**). Une modification a ensuite été apportée à la contrainte de vulnérabilité, de telle sorte qu'elle soit appliquée aux âges 5-9 plutôt qu'aux âges 1-9, le motif étant que les âges 1-4 ne sont pas les âges ciblés par les plus grandes flottilles (senneurs, madragues, palangriers). Cette contrainte de vulnérabilité appliquée sur 6 années ainsi qu'une contrainte sur le recrutement appliquée sur 6 années produisaient un scénario avec un meilleur schéma rétrospectif (Scénario 287, **figure 3**).

Des scénarios supplémentaires visant à profiler le ratio de F pour les deux blocs temporels 1968-1995 et 2008-2020 montraient que le postulat d'un ratio de F de 0,75 pour les deux blocs donnait lieu à la valeur minimale de la fonction objective (**tableau 4**, Scénario 286 : **tableau 2** et **figure 4**). Les tentatives d'intégrer l'indice de prospection aérienne du GBYP de la Méditerranée occidentale (WMED\_GBYP\_AER) (Scénario 303) ne présentaient pas un ajustement à cet indice particulièrement satisfaisant (**figure 5**) et aucun test additionnel n'a été réalisé avec cet indice. Le Groupe a alors considéré que la sélectivité pour l'indice WMED\_LARV devrait être fixé et que la limite supérieure pour les estimations de la F terminale pour les âges 1-5 pourrait être réduite afin d'éviter des solutions dans lesquelles une mortalité par pêche terminale atteignant son maximum aux âges 4-6 était observée (Scénario 367). De plus amples recherches ont montré qu'en modifiant la force de la contrainte de vulnérabilité et de recrutement pour la ramener aux valeurs d'origine, la fonction objective était améliorée (Scénario 385, **tableau 2**). Le Scénario 385 s'est avéré converger correctement et ne montrait pas de schéma rétrospectif problématique.

Les fluctuations de la graine pour le générateur de nombres aléatoires et des valeurs de la F terminale montraient des ajustements du modèle cohérents, et les bootstraps indiquaient que la médiane des bootstraps était proche du scénario déterministe (**figure 6**). Le retrait d'un indice à la fois montrait que l'indice JPN\_LL\_NEAtMed avait un effet sur l'échelle globale de la VPA, tandis que le retrait d'autres flottilles avait un impact réduit sur la tendance globale (**figure 7**).

Plusieurs scénarios de sensibilité ont été exécutés. L'estimation du ratio de F pour le bloc temporel 1996-2007 produisait une solution avec une fonction objective légèrement plus négative mais montrait un fort schéma rétrospectif (Scénario 386, **figure 7**). Un profilage bidimensionnel des ratios de F pour le premier bloc temporel (1968-1995) et le deuxième (2008-2020) pour lesquels le ratio de F est fixé, montrait que tous les scénarios, sauf un, avaient une différence dans la fonction objective qui était supérieure à 2 (**tableau 5**). Ce scénario (0 dans le **tableau 5**, Scénario 418) était très similaire au Scénario 386 en termes de ratios de F et présentait un fort schéma rétrospectif (**figure 8**). Par conséquent, le Groupe a choisi le Scénario 385 comme cas de base pour la VPA.

En ce qui concerne la VPA du thon rouge de l'Est de 2017 (Anon., 2017), les résultats du modèle étaient influencés par l'ajout et la révision de données d'entrée, notamment la révision des postulats de la distribution par tailles pour les « captures réajustées à la hausse » de la période 1998 – 2007 (SCRS/2022/101) et d'autres changements communiqués et discutés lors de la réunion de préparation des données de 2022 (Anon., 2022).

## 2.2 Stock Synthesis

Le BFTSG avait tenté d'appliquer Stock Synthesis au stock de thon rouge de l'Est en 2017 (Sharma *et al.*, 2017) et l'objectif des travaux de cette réunion vise à mettre à jour ce modèle de 2017 pour l'évaluation du stock de thon rouge de l'Est de 2022. Deux changements majeurs se sont produits par rapport à l'évaluation du stock de 2017 en ce qui concerne la structure des flottilles et les postulats de sélectivité. Sampedro *et al.* (2022) ont présenté les données des valeurs d'entrée et la configuration initiale du modèle d'un scénario préliminaire pour l'évaluation du stock de 2022 utilisant Stock Synthesis à la réunion de préparation des données sur le thon rouge de 2022 (Anon., 2022).

Les scénarios préliminaires de Stock Synthesis présentés à la réunion de préparation des données sur le thon rouge de 2022 (Anon., 2022) démontraient l'incapacité à estimer la croissance ( $L_{inf}$  en particulier) dans le modèle, faute d'informations de taille par âge pour les âges les plus avancés. Le document SCRS/P/2022/046 indiquait que les estimations de la croissance de Stock Synthesis pour le modèle de l'Atlantique Ouest, incluant un grand nombre de poissons originaires de l'Atlantique Est et dont l'âge des otolithes avait été déterminé, donnaient lieu à une  $L_{inf} = 272$  et  $273$  cm, d'après les évaluations de 2020 et de 2021, respectivement. Les flottilles du nord de ligne à main du Canada et de senneurs (PS) de la Norvège semblent capturer les thons rouges les plus grands observés avec des modes supérieurs proches de 270 cm et une  $L_{max}$  proche de 340 cm. Les distributions de la taille par âge et les estimations de la taille moyenne des classes d'âges plus avancés dans les pêcheries de la zone Ouest du stock mixte soutiennent la fonction de croissance de Richards. Faisant suite aux recommandations de cette étude, le Groupe a convenu d'établir  $L_{inf} = 271$  cm, de se baser sur le postulat d'un modèle de croissance de Richards et d'une sélectivité asymptotique pour les senneurs norvégiens au cours de la période 1970 à 1981 dans le modèle Stock Synthesis pour le thon rouge de l'Est.

Le Groupe a examiné le cas de base proposé pour l'évaluation du thon rouge de l'Est utilisant Stock Synthesis (SCRS/2022/128). Le modèle s'étend de 1950 à 2020 et a été ajusté aux données de composition par taille, aux données conditionnelles d'âge par taille (paires de longueur-âge d'otolithes et d'épines), 16 flottilles de pêche et 11 indices d'abondance (**tableau 6**). La croissance est modélisée par une fonction de Richards avec  $L_{inf}$  fixée à 271 cm et le paramètre de forme de Richards est estimé par le modèle. Une relation stock-recrutement de Beverton-Holt a été estimée dans le modèle avec la pente et  $\sigma_R$  fixés à 0,9 et 0,6, respectivement.  $R_0$  est estimé librement.

Le Groupe a étudié plusieurs scénarios (**tableau 7**) afin d'améliorer les diagnostics du modèle et il a été convenu du cas de base du modèle, le scénario 16 repondéré, en apportant les changements suivants au cas de base proposé dans le document SCRS/2022/128 :

- Mise à l'échelle interne de M en utilisant la méthode de Lorenzen (âge 20, M de référence =0,1).
- La mortalité par pêche initiale des flottilles 13 (madrague de l'UE-Espagne/Maroc/UE-Portugal avant 2011), 15 (autres madragues) et 16 (autres) est estimée par le modèle.
- Le paramètre de croissance K est estimé par le modèle.
- La sélectivité des flottilles est améliorée par le biais d'une meilleure définition initiale des paramètres et l'inclusion de plusieurs priors en tant que de besoin.
- Équilibrage du modèle en repondérant les compositions par tailles à l'aide de la méthode de Francis (Francis 2011).

Le cas de base du modèle Stock Synthesis, le scénario 16 repondéré, présentait une convergence relativement bonne (gradient final = 5.84607e-05), avec une matrice hessienne positive définitive. Ces estimations comportaient quatre paramètres de croissance du modèle, trois paramètres initiaux de F, 75 écarts du recrutement et les paramètres restants étaient les paramètres de sélectivité basés sur la taille des flottilles. Le **tableau 8** présente les estimations des paramètres, les erreurs types asymptotiques et les priors assignés. Les priors n'ont été assignés qu'aux paramètres de sélectivité qui présentaient de très grands écarts types après l'ajustement initial du modèle en vue d'améliorer sa stabilité globale.

Une analyse de jitter a été conduite pour évaluer si le modèle convergait vers une solution globale, en appliquant un écart aléatoire aux valeurs de départ de 10%. Certains scénarios de jitter indiquaient une vraisemblance logarithmique négative inférieure au cas de base du modèle (**figure 10**), associée à un meilleur ajustement aux données conditionnelles de l'âge par taille, mais présentaient un changement de sélectivité associé de l'autre flottille palangrière. Le Groupe a constaté que l'échelle et la tendance de la biomasse et du recrutement du stock dans le scénario 16 repondéré étaient similaires aux scénarios de jitter avec une vraisemblance plus faible (**figure 11**). Par conséquent, le Groupe a convenu d'utiliser ce modèle en tant que cas de base du modèle Stock Synthesis (scénario 16 repondéré).

Des diagrammes des données observées par opposition aux données ajustées et des diagrammes des valeurs résiduelles ont été examinés afin d'évaluer l'ajustement du modèle aux indices (**figures 12 et 13**) et aux données de composition par tailles (**figure 14**). Dans l'ensemble, le modèle démontrait un ajustement aux indices d'abondance relativement satisfaisant. Des tests des scénarios ont été appliqués aux séries résiduelles de chaque indice et composition par tailles afin d'évaluer quantitativement le caractère aléatoire de l'ajustement global aux différentes séries temporelles. Il n'y avait pas d'éléments de preuve ( $p \geq 0,05$ ) pour rejeter l'hypothèse de valeurs résiduelles distribuées de forme aléatoire pour tous les indices, à l'exception des madragues marocaines et espagnoles (S1), la première partie de la canne espagnole (S3) et la prospection aérienne du GBYP pour la Méditerranée occidentale (S11). Un seul point de données tombait en dehors des limites de sigma trois pour les indices (**figure 15**). En revanche, il y avait un manque d'ajustement systématique à la taille moyenne de plusieurs flottilles (**figure 16**), dont certaines apportaient des preuves d'un changement de sélectivité au fil du temps qui n'a pas pu être résolu efficacement dans le temps imparti tout en maintenant la stabilité du modèle.

Un profil de vraisemblance a été créé en ce qui concerne le recrutement non pêché en conditions d'équilibre moyen estimé ( $R_0$ , échelle logarithmique) pour une gamme de valeurs comprises entre 7,5 et 8,5 (**figure 17**). Le profil de  $R_0$  par composante de données montrait un minimum cohérent pour la capture en conditions d'équilibre qui informait la meilleure estimation globale. Il y avait un profil moins défini pour l'autre source de données sans minimum clair.

L'analyse rétrospective (**figure 18**) indiquait que la biomasse du stock reproducteur et la mortalité par pêche étaient uniformément estimées, avec des estimations du rho de Mohn de -0,15 et 0,03, respectivement. Toutefois, il y avait un biais rétrospectif clair dans les estimations du recrutement récent. Plus précisément, les estimations du recrutement depuis 2011 présentaient un haut niveau d'incertitude quant à la valeur estimée et variaient notamment avec chaque année de donnée supprimée. Ce biais rétrospectif a conduit à la recommandation de corriger les estimations du recrutement récent depuis 2011 à R0 pour toutes projections du modèle.

### 2.3 Autres modèles

#### ASAP

Le programme d'évaluation structuré par âge (ASAP) a été appliqué au thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée pour l'évaluation du stock de 2022 (SCRS/2022/125). ASAP est un modèle statistique de prise par âge qui est ajusté aux séries temporelles des captures observées, de composition par âge et aux indices d'abondance. Les applications précédentes d'ASAP à flottille unique pour les évaluations du thon rouge de l'Atlantique de 2017 et 2020 ont été mises à jour et révisées et des modèles alternatifs pluri-flottilles ont été étudiés.

Des modèles ASAP pluri-flottilles ont été développés pour ajuster les données de captures et estimer la sélectivité de chaque flottille des indices ainsi que pour la flottille des senneurs de la Méditerranée. Les scénarios pluri-flottilles étaient rétrospectivement cohérents et s'ajustaient bien aux données disponibles avec certains schémas résiduels.

Le Groupe a réalisé que la CAA pour l'approche pluri-flottilles devait être révisée mais qu'il manquait de temps pour mener à bien cette tâche lors de la réunion. Les données d'entrée seront ultérieurement vérifiées et corrigées, le cas échéant, à l'issue de la réunion. La discussion ci-dessous porte sur l'application à flottille unique.

ASAP est un type de modèle intermédiaire entre la complexité de Stock Synthesis et la relative simplicité de la VPA. Les applications précédentes d'ASAP pour le thon rouge de l'Est n'ont pas rencontré de problèmes d'échelle mais, étant donné que les récentes évaluations de la VPA ont rencontré des problèmes d'estimation de l'échelle, les trois types de modèles étudiés en 2022 ont été examinés plus avant en ce qui concerne leur capacité à déterminer l'échelle. Pour la VPA, cela a été réalisé par le profilage du ratio initial de F et en estimant le ratio de F au cours de trois périodes différentes. Pour ASAP, cela a été réalisé par le profilage du recrutement moyen (**figure 19**) et de la F initiale et en se basant sur le postulat qu'il n'y avait pas d'écarts du recrutement (**figure 20**). Pour ASAP, l'exercice a montré que l'estimation du recrutement moyen et de la F initiale avait un faible CV (10%).

## 3. Résultats de l'évaluation

### 3.1 VPA

#### 3.1.1 Ajustements du modèle

Les résultats du Scénario 385 (**tableau 1**, fichier de contrôle à l'**appendice 5**) indiquaient une réduction de la biomasse du stock reproducteur à partir des années 1970 jusqu'aux années 1990, demeurant à de faibles niveaux avant d'afficher une hausse depuis 2010 (**figure 21**). Le recrutement suivait la tendance opposée jusqu'en 2010, année où il a commencé à augmenter. Après être restée à un niveau élevé, la mortalité par pêche pour les âges 2-5 chutait en 2007. Son niveau est resté faible depuis lors. La mortalité par pêche pour le groupe plus augmentait pour atteindre un niveau élevé dans les années 1990, suivi d'une baisse à la fin des années 2000. Elle est en augmentation depuis lors. L'ajustement aux indices s'est avéré acceptable pour la plupart d'entre eux mais le modèle ne s'ajustait pas bien aux indices WMED\_LARV, SP\_BB2 et JPN\_LL\_NEA2 (**figure 22**).

L'évaluation actuelle a produit une performance plus stable que l'évaluation de 2017 (**figure 23**). L'évaluation actuelle montre une amélioration de l'analyse rétrospective de la SSB et de R (**figure 24**).

### 3.1.2 État du stock

Les mêmes critères utilisés depuis 2017 pour déterminer l'état du stock ont été utilisés dans l'évaluation de 2022 pour chaque modèle, y compris la VPA. Cela a été obtenu en comparant la  $F_{\text{actuelle}}$  (la moyenne géométrique de la  $F$  apicale au cours des années 2017-2019) à la  $F_{0,1}$  estimée. Pour la VPA, l'estimation de  $F_{0,1}$  est légèrement affectée par le recrutement postulé pour les dernières années. Le Groupe a convenu d'utiliser deux scénarios différents. Le premier était similaire à 2017, consistant à remplacer les quatre dernières années du recrutement (2017-2020) par la moyenne géométrique du recrutement sur 2007-2016, et le deuxième visait à utiliser la moyenne géométrique sur 1968-2016 (cf. point 6). Pour ces deux scénarios,  $F_{\text{actuelle}}$  s'est avérée être supérieure à  $F_{0,1}$ , indiquant une surpêche ( $F_{\text{actuelle}}/F_{0,1}=1,16$ ).

## 3.2 Stock Synthesis

### 3.2.1 Ajustements du modèle

La **figure 25** représente la série temporelle des estimations de la biomasse du stock reproducteur (SSB), de la mortalité par pêche (le taux d'exploitation de la biomasse a été utilisé en tant que mesure de substitution) et du recrutement (âge 0) pour le scénario du cas de base (scénario 16 repondéré, fichier de contrôle à l'**appendice 6**). La SSB affichait un fort déclin entre 1950 et 1970 en réponse à une augmentation des captures et la SSB demeurait à un niveau plus faible et relativement stable jusqu'en 2010. La SSB présentait une augmentation régulière depuis 2010 jusqu'à la fin de la série temporelle en 2020.

Le modèle estimait des périodes distinctes de recrutements faibles et élevés (**figure 25**). Plus précisément, la période avant 1989 présentait des estimations du recrutement plus faibles par rapport à la période de 1989 à 2006. Des niveaux de recrutement similaires à la première partie de la période ont été estimés entre 2007 et 2011, et après cette date, les estimations révèlent une grande incertitude, indiquant qu'il existe un manque d'informations dans le modèle pour renseigner le recrutement récent. Des recrutements élevés ont notamment été estimés pour les années 1994 et 2003, qui sont cohérents avec les précédents signaux du modèle et les observations de recherche.

Le taux d'exploitation de la biomasse a été utilisé en tant que mesure de substitution de la mortalité par pêche en tant que ratio de la capture par rapport à la biomasse. En général, les estimations du taux d'exploitation (**figure 25**) étaient faibles au début de la série temporelle mais augmentaient nettement au cours des années 1980 pour atteindre une mortalité par pêche maximum en 1997, demeurant élevées jusqu'en 2007 où une importante réduction des captures s'est produite. Les estimations des taux d'exploitation ont été régulièrement plus faibles depuis 2010, avec une estimation du taux de capture de la dernière année en 2020 de près de 7% de la biomasse totale.

### 3.2.2 État du stock

Pour Stock Synthesis, l'estimation de  $F_{0,1}$  (le taux d'exploitation) est de 0,091, en se basant sur le postulat du récent schéma de sélectivité (2018-2020). La  $F$  actuelle (le taux d'exploitation) calculée en tant que moyenne géométrique de  $F$  pour les années 2018-2020, était de 0,065, et la  $F_{\text{actuelle}}$  par rapport au point de référence de  $F_{0,1}$  était de 0,72, indiquant qu'il n'y a pas de surpêche dans le stock.

## 3.3 Autres modèles

### 3.3.1 Ajustements du modèle

#### ASAP

Contrairement à la VPA, les modèles statistiques d'âge ou de taille, comme ASAP, ne se basent pas sur le postulat que la capture totale ou la prise par âge sont connues avec exactitude. Les discussions tenues à la réunion de préparation des données (Anon., 2022) ont relevé les incertitudes quant à la véritable valeur des captures de la période réajustée à la hausse (1998-2007). Les attentes étaient que les captures réelles pourraient être même plus élevées que celles estimées dans la série réajustée à la hausse. Pour étudier cette question, les CV des captures totales ont été accrus, de 0,1 à 0,20. Toutefois, l'augmentation des CV des captures totales en 1998-2007 a donné lieu à des captures prédites qui étaient nettement inférieures aux captures réajustées à la hausse pour toutes les années de la période, voire, pour certaines années,

inférieures aux captures officiellement déclarées. Le Groupe a noté que les captures réajustées à la hausse se basaient sur des informations qui étaient les meilleures informations disponibles (Anon., 2017). Le Groupe a estimé que les captures officiellement déclarées constituaient une estimation minimum absolue. Le postulat d'un  $CV=0,20$  (scénario 2 du cas de base, fichier de contrôle à l'**appendice 7**) donnait des captures totales estimées se situant entre les captures officiellement déclarées et les captures réajustées à la hausse (**figure 26**). Le Groupe a noté que des CV plus élevés pour la période réajustée à la hausse et des captures estimées plus faibles donnent lieu, pour la période réajustée à la hausse, à une estimation du recrutement plus faible.

Le Groupe a demandé d'appliquer un  $CV = 0,10$  et un  $CV = 0,01$  pour toutes les années à des fins de comparaison avec les autres approches de modélisation. Ils ont été mis à la disposition du Groupe (**figure 27**, seul le  $CV=0,01$  a été comparé au scénario 2 du cas de base). L'expert externe a suggéré de tenter d'estimer les captures excessives des captures réajustées à la hausse dans les futures évaluations.

Le modèle ASAP à flottille unique s'ajustait généralement bien aux données (**figure 28**) et était rétrospectivement cohérent pour la SSB et la F mais pas pour le recrutement (**figure 29**). Toutefois, il existait des schémas résiduels dans la composition par âge et des incertitudes dans les paramètres de sélectivité, en particulier pour la période récente (**figure 30**). Les estimations du modèle semblent indiquer un important changement de sélectivité à la fin des années 1990, passant d'une sélection totale des jeunes âges et d'une sélection partielle des âges plus avancés avant 1999, à une sélectivité partielle des jeunes âges et à une sélection totale des âges plus avancés depuis 1999. Cela coïncide avec les changements de réglementation et avec le renforcement du suivi, contrôle et surveillance. Les résultats du modèle suggèrent que le stock s'est réduit depuis les années 1970 jusqu'au début des années 2000, puis s'est rétabli au cours de la dernière décennie à partir d'un fort recrutement récent et d'une faible mortalité par pêche (**figure 31**).

L'exécution d'ASAP sans l'indice larvaire de la Méditerranée occidentale et sans les prospections aériennes françaises, les deux seuls indices disponibles pour la Méditerranée, donne à penser à un recrutement plus faible depuis la fin des années 1990 (**Figure 32**). Même si elles sont plus élevées que pour la période de 1968 à 1990, les estimations du recrutement moyen pour 2000 à 2020 sont 1,45 fois la moyenne de la période 1968 à 1990, tandis que pendant la période des captures réajustées à la hausse, le recrutement moyen est de 2,5 fois plus élevé que pendant la période 1968-1990.

### 3.3.2 État du stock

Pour ASAP, le Groupe a convenu d'utiliser le scénario ASAP avec un CV de 20% sur la série de captures et l'estimation de  $F_{0,1}$  est de 0,160, en se basant sur le postulat du récent schéma de sélectivité (2015-2020). La F actuelle (la moyenne géométrique de la F apicale pour les années 2018-2020) était de 0,087, et la  $F_{actuelle}$  par rapport au point de référence de  $F_{0,1}$  était de 0,542, indiquant qu'il n'y avait pas surpêche dans le stock.

### 3.4 Synthèse des résultats de l'évaluation

Trois plateformes de modèles d'évaluation ont été appliquées pour réaliser l'évaluation du stock de thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée en 2022. Comme dans les évaluations précédentes, une analyse de la population virtuelle VPA-2Box a été utilisée, et deux autres plateformes, Stock Synthesis et le programme d'évaluation structuré par âge (ASAP), ont été appliquées dans le développement de l'évaluation du stock de thon rouge de l'Est. Pour la première fois, il a été possible de mener à bien l'évaluation à l'aide de trois modèles pour le thon rouge de l'Est. Cela nous permet de comparer les résultats à l'aide de plateformes qui utilisent différentes approches pour évaluer l'état du thon rouge de l'Est.

À des fins de comparaison de l'état du stock, le Groupe a convenu d'inclure le scénario ASAP avec un CV de 20% (scénario 2 du cas de base d'ASAP) sur la série de captures pour la période 1998 à 2007, qui a été considéré comme étant le meilleur modèle par l'équipe de modélisation. Ce modèle estimait une série de captures plus faibles (c.-à-d. ponctions totales) pour la « période réajustée à la hausse » (1998-2007) : 5.649 – 17.304 t de moins que les autres plateformes d'évaluation VPA et Stock Synthesis qui ont un ajustement presque exact à la capture (**figure 26**).

Plusieurs facteurs continuent d'influencer l'évaluation du stock de thon rouge de l'Est : la pénurie d'indices couvrant la période des fluctuations des captures en Méditerranée ; les incertitudes quant à la véritable valeur des captures réalisées pendant la période réajustée à la hausse (1998-2007) ; l'effet des mesures de

gestion sur l'obtention d'informations sur l'abondance des juvéniles et les changements de stratégies de pêche et de sélectivité ; et des lacunes dans la couverture spatio-temporelle des statistiques détaillées de captures, de tailles et d'effort pour plusieurs pêcheries, en particulier pour les senneurs de la Méditerranée et avant la mise en œuvre des caméras stéréoscopiques en 2014.

Les trois modèles présentent des tendances similaires de la SSB (**figure 33, tableau 9**), avec une diminution progressive de la SSB à partir des années 1970 jusqu'à la mise en œuvre du plan de rétablissement pour cette espèce mis en place en 2007 ([Rec. 07-04](#)). Depuis la fin des années 2000, la SSB a nettement augmenté bien que l'ampleur et le taux d'augmentation diffèrent entre les trois modèles, la VPA indiquant une augmentation de la biomasse et du stock plus faible et le modèle ASAP indiquant la plus forte augmentation. L'incertitude quant au taux et à l'ampleur de l'augmentation de la SSB peut être constatée dans les trois plateformes et dans les scénarios de sensibilité de chaque plateforme, notamment ces dernières années (**figure 33**).

La mortalité par pêche du groupe d'âge 2-5 et des poissons de plus de 10 ans (**figure 33, tableau 9**) affichait une tendance à la hausse depuis les années 1970, même si la  $F$  du groupe d'âge 2-5 présente une nette diminution depuis la fin des années 1990, tandis que la mortalité par pêche du groupe adulte ( $F$  de l'âge +10) présente une très forte réduction depuis l'établissement du plan de rétablissement de 2007 ([Rec. 07-04](#)). Les récentes augmentations du TAC jusqu'aux niveaux actuels reflètent également l'augmentation de la mortalité par pêche.

Les recrutements estimés par les trois plateformes d'évaluation (**figure 33, tableau 9**) indiquent une forte variabilité, particulièrement dans la période récente, mais en général il y a deux périodes : une avec de faibles recrutements avant 1990 et l'autre avec des recrutements plus élevés par la suite. Il est à noter que les trois plateformes ont toutes identifié la forte classe d'âge de 2003. Les estimations des dernières années indiquent une nette augmentation du recrutement bien qu'il existe des incertitudes quant à son ampleur, tel que reflété par les différences entre les trois modèles et la variabilité au sein de chaque modèle. Les estimations de la biomasse totale (**figure 34, tableau 9**) indiquent une similitude entre Stock Synthesis et la VPA ces dernières années, ASAP indiquant une biomasse totale plus élevée. Les séries temporelles du taux d'exploitation indiquent également des schémas largement similaires (**figure 34, tableau 9**).

L'état du stock indiqué par la relation entre la mortalité par pêche actuelle et  $F_{0,1}$ , indique un état de surpêche dans l'estimation obtenue par la VPA ( $F_{\text{actuelle}(2017-2019)}/F_{0,1}$  avec des intervalles de confiance de 95% = 1,16 (0,73 - 1,62)) dans les deux scénarios de recrutement tandis que Stock Synthesis ( $F_{\text{actuelle}(2018-2020)}/F_{0,1} = 0,72$  (0,62 - 0,80) utilisant la mesure de substitution du taux d'exploitation) et ASAP ( $F_{\text{actuelle}(2018-2020)}/F_{0,1} = 0,54$  (0,48 - 0,60)) indiquent qu'il n'y a pas de surpêche. Les différents modèles indiquaient une fourchette d'état du stock relativement vaste par rapport au point de référence  $F_{0,1}$ . Le Groupe tiendra dûment compte des forces et des faiblesses de chaque plateforme de modélisation pour la formulation de l'état du stock pour le Résumé exécutif.

#### 4. Premier retour d'information de l'examen indépendant

Le réviseur externe, Dr Ianelli, a présenté ses commentaires tant sur l'évaluation du stock de thon rouge de l'Est que sur le processus de MSE (Anon., 2022), basés pour la plupart sur les avancées réalisées à la réunion de préparation des données sur le thon rouge de l'Est (Anon., 2022), et en mettant en avant les questions en lien avec les données de captures, les indices, les postulats biologiques et les problèmes posés par les différentes plateformes de modélisation.

Le Groupe a remercié le réviseur pour sa participation au processus et ses observations soumises jusqu'à présent qui ont permis au Groupe de discuter de différentes questions et à prendre des décisions en temps opportun afin d'améliorer l'évaluation finale et l'avis de gestion associé. Une participation directe est également l'occasion pour le réviseur de clarifier toute question avec le Groupe. Le Groupe a discuté de manière approfondie de plusieurs questions, comme résumé ci-après.

Le Groupe a discuté de la meilleure façon de spécifier les blocs temporels en ce qui concerne la sélectivité dans Stock Synthesis, dans le cas des canneurs par exemple, ou lorsqu'il existe un effet de ciblage de cohortes. Le réviseur a reconnu qu'il s'agit d'une question essentielle. Il a suggéré de se pencher sur les analyses ASAP et a fait référence à un atelier du CAPAM (*Center for the Advancement of Population*

*Assessment Methodology* (Centre pour l'avancement de la méthodologie d'évaluation des populations)) portant sur cette question. Le réviseur a indiqué qu'il préférerait des approches plus statistiques mais a reconnu que l'utilisation de différentes approches permettait de tirer des enseignements de leurs différences.

L'un des problèmes fondamentaux en lien avec les données concerne l'échelle absolue des ponctions pendant la période des « captures réajustées à la hausse ». Le Groupe a noté que les estimations actuelles ASAP sont inférieures aux meilleures estimations de l'ICCAT qui ont été postulées comme valeurs d'entrée des plateformes de VPA et de Stock Synthesis (qui se basaient sur les estimations de la capacité historique), et a suggéré que l'importance ou l'incertitude quant aux ponctions totales pourrait être vérifiée dans la MSE.

En 2021, l'évaluation du thon rouge de l'Ouest avait été vivement critiquée par le réviseur à ce moment-là, compte tenu du fait qu'elle ne tenait pas compte du mélange (Maunder, 2021). Le Groupe a expliqué que le mélange affecterait également cette évaluation mais que ce problème était considéré mineur, comme le suggèrent les efforts de MSE déployés jusqu'ici et les scénarios historiques de la VPA intégrant le mélange. En effet, seule une petite fraction du stock Est est capturée dans la zone Ouest par rapport à la zone Est (et donc non prise en compte dans cette évaluation de l'Est), et qu'un pourcentage faible/négligeable de spécimens originaires de l'Ouest est capturé dans la zone Est (n'affectant pas non plus les tendances du stock de l'Est).

Il a été rappelé au Groupe que le marquage électronique n'avait pas révélé de migration importante de spécimens originaires de l'Ouest dans la zone Est. En outre, lors de l'analyse du stock d'origine dans les échantillons du stock de l'Est, les faibles proportions du stock de l'Ouest observées s'inscrivent généralement dans la gamme des taux d'erreur d'attribution pour les différentes méthodes d'attribution (génétique et chimie des otolithes).

Le Groupe s'est également demandé si les effets prétendument négligeables du mélange pour l'évaluation du stock de l'Est pourraient devenir plus pertinents pour les premières parties de la période, lorsque le ratio de captures dans la zone Ouest était plus élevé que la capture dans la zone Est. Cela pourrait avoir une influence sur la tendance de l'abondance pour le stock de l'Est. Toutefois, le Groupe a noté qu'il ne pouvait pas attribuer ces captures, de manière fiable, à l'un des stocks et que la VPA historique du stock mixte avait conclu que le mélange n'était pas une source de biais dans les estimations de la biomasse du stock de l'Est.

Finalement, d'après la révision initiale, même si plusieurs questions méritent d'être étudiées et de faire l'objet de travaux futurs, il n'y avait pas d'obstacle majeur à la poursuite de l'évaluation à ce stade. Il a été noté que le réviseur soumettra une révision finale de l'ensemble du processus à la réunion du Groupe d'espèces de septembre.

## **5. Thèmes liés à l'évaluation de la stratégie de gestion**

Le Groupe a reçu le document SCRS/2022/126 sur les mises à jour de la procédure de gestion possible (CMP) BR. De légères modifications ont été apportées à la pondération des indices, et des variantes supplémentaires de la CMP ont été développées en réponse aux demandes formulées lors de la deuxième réunion intersessions de la Sous-commission 2 sur la MSE pour le thon rouge (9-10 mai 2022) (par exemple, calibrages alternatifs, restrictions sur les changements de pourcentage de TAC, y compris période d'introduction progressive, durée du cycle de gestion). Le Groupe a noté que la VarC (variation du TAC (%)) doit être recalculée pour toutes les variantes ayant un cycle de gestion de trois ans, car les valeurs actuelles de la VarC sont basées sur des changements de TAC tous les deux ans.

Comme discuté précédemment avec la Sous-commission 2, le SCRS prévoit de calibrer la performance de chaque CMP afin de cibler plus directement les seuils que la Sous-commission 2 a identifiés pour la performance de la biomasse (LD\* : épuisement le plus faible (c.-à-d. SSB par rapport à la SSB<sub>PME</sub> dynamique) sur les années 11-30 de la période de projection ; seuil actuel de LD\*<sub>15</sub>=0,40) et la probabilité de se trouver dans le quadrant vert du diagramme de Kobe (PGK ; seuil actuel de PGK=0,60). Ce calibrage des performances est effectué pour atteindre les seuils que la Sous-commission 2 a établis tout en améliorant les productions. On s'attend à ce que les CMP qui ont des performances plus élevées en matière de biomasse (LD\*) et des probabilités plus élevées de se trouver dans le quadrant vert du diagramme de Kobe (PGK)

pendant le calibrage du développement soient plus à même d'augmenter leurs résultats de production lorsqu'elles sont calibrées sur la performance.

Un développeur de CMP a présenté les résultats de CMP de BR calibrés uniquement pour des niveaux alternatifs de LD\* ( $LD^*_{15} = 0,4$ ,  $LD^*_{12} = 0,4$ ,  $LD^*_{10} = 0,4$ ) comme un premier exemple du processus de calibrage des performances. Le LD\* s'est avéré utile pour le calibrage des performances, et le pourcentage de LD\* cible déterminerait l'agressivité de la CMP. Toutefois, l'analyse n'a pas calibré le PGK, un autre critère de seuil, de sorte qu'il pourrait également être nécessaire de considérer cet objectif de statut. Si l'on se contente de calibrer  $LD^*_{15} = 0,4$ , on risque de ne pas atteindre le PGK à 60%, ce qui devrait être pris en compte dans le calibrage ultérieur des performances. L'analyse a trouvé une relation relativement linéaire entre les valeurs de la médiane occidentale et orientale de Br30 (Br (c'est-à-dire ratio de biomasse, ou SSB par rapport à la  $SSB_{PME}$  dynamique) après 30 ans) pour les valeurs de LD\* entre  $LD^*_{10}$  et  $LD^*_{15}$ , ce qui indique que les résultats du calibrage à différentes valeurs de LD\* pourraient être raisonnablement estimés par interpolation.

La CMP calibrée plus agressivement pour LD\* a connu une plus grande variabilité des captures et une gamme plus large pour les Br30 prévus (c'est-à-dire une stabilité réduite et un risque plus important). L'analyse comprenait des diagrammes en forme de vers pour chaque variante de la CMP et pour chaque OM, afin de montrer la variabilité potentielle des captures et des trajectoires de la biomasse. Le Groupe a convenu que les diagrammes en forme de vers sont un moyen efficace d'illustrer pourquoi une variabilité élevée pourrait être indésirable. Le Groupe a également noté que l'analyse reflétait le compromis entre la sécurité des stocks de l'Est et les prises de la zone Ouest. Au cours du processus de calibrage du développement, où les CMP ont été calibrées sur des cibles de la médiane Br30, on a constaté que les performances s'amélioraient lorsque la cible de la médiane de Br30 du stock oriental était supérieure à la cible de la médiane de Br30 du stock occidental (1,5, 1,25, respectivement). Cependant, lors de ce calibrage initial des performances sur LD\*, la médiane de Br30 était plus élevée pour le stock occidental et plus basse pour le stock oriental. Ceci pourrait être contré en utilisant des probabilités de LD\* différentes pour les zones Est et Ouest si cela est acceptable pour la Sous-commission 2.

L'un des Coprésidents a présenté les résultats actualisés et compilés par le consultant sur la MSE (SCRS/P/2022/047), y compris un aperçu des outils actuels de Shiny App et de nouvelles statistiques de performance. Le Groupe a discuté des exigences en matière de données pour finaliser les calculs de statistiques de performance, y compris C1. Les données de capture pour 2021 doivent être soumises au Secrétariat avant le 31 juillet 2022, mais les indices ne sont généralement pas mis à jour avant la réunion du Groupe d'espèces de fin septembre. Il a été proposé que les développeurs d'indices fassent tout leur possible pour fournir leurs indices mis à jour avant le 15 août 2022, afin que les développeurs les aient suffisamment à l'avance pour la deuxième réunion intersessions du sous-Groupe technique sur la MSE pour le thon rouge (5-9 septembre 2022). Si les indices ne sont pas disponibles à temps, les développeurs de CMP pourraient à la place utiliser les valeurs d'indice attendues (c'est-à-dire celles prédites par les OM).

Le Groupe a noté que les diagrammes de trajectoire de capture et de biomasse devraient également être présentés séparément pour les niveaux de recrutement 1, 2 et 3, afin de ne pas confondre le comportement de la CMP avec le scénario de recrutement.

En discutant des impacts de l'introduction progressive du changement de TAC de +20%/-10%, le Groupe a reconnu qu'il n'y avait pas beaucoup d'effet sur l'état de la médiane, mais qu'il y avait une légère réduction des valeurs de distribution finales de Br30 ainsi qu'une légère pénalité pour la production à long terme. Un participant a mis en garde contre le fait que si l'introduction progressive s'applique aux deux premiers cycles de gestion, mais que la MSE est reconditionnée dans cinq ou six ans, les dispositions de stabilité régulière de la MP n'auront pas été pleinement mises en œuvre avant de la réexaminer et de la réévaluer. La décision d'adopter la disposition d'introduction progressive comme valeur par défaut pour les CMP devrait être prise par la Sous-commission 2 en juillet afin de faciliter la poursuite du développement des CMP.

La question de savoir s'il faut utiliser un cycle de gestion de deux ou trois ans a été longuement débattue. Un cycle de gestion de trois ans a été testé pour 2 CMP : BR et TC. Les résultats des variantes BR de la CMP calibrées sur une valeur commune de  $LD^*_{15}$  sont présentés dans le tableau 3 de l'**appendice 8**. Le cycle de trois ans a été plus lent à réagir aux signaux de réduction du TAC et a donc présenté un état de la biomasse inférieur au percentile 50 (Br30) et une AvC30 légèrement réduite (médiane du TAC (t) sur les années 1-

30), associés à une variabilité légèrement plus élevée des changements de TAC. Pour compenser, le SCRS a exploré des réductions de TAC admissibles plus importantes (stabilité de +20%/-35%) qui ont légèrement amélioré l'état de Br30 pour les stocks de l'Est et de l'Ouest. Les performances n'étaient que légèrement inférieures et des considérations pratiques (stabilité, réduction de la charge administrative) pourraient justifier un cycle de gestion de trois ans. Cette décision devrait être prise par la Sous-commission 2 en juillet afin de faciliter la poursuite du développement des CMP et le SCRS note que la mise en œuvre prendra du temps pour tous les développeurs.

Une autre considération a été soulevée, à savoir que le cycle de gestion de trois ans pourrait être plus robuste face aux données d'indice manquantes. Il a été souligné que les données d'indice manquantes ne sont pas nécessairement une raison d'utiliser un cycle de gestion plus long puisque les CMP ont été conçues avec des moyennes mobiles pour traiter facilement les données manquantes (par exemple, en les remplaçant par une valeur nulle ou la valeur prior) indépendamment du cycle de gestion.

Lors de la réunion de la Sous-commission 2 de mai 2022, il a été demandé au SCRS d'évaluer une disposition de stabilité symétrique de +20%/-20% par rapport à la disposition par défaut +20%/-30%. L'option +20%/-20% mettait plus lentement en œuvre les diminutions de TAC nécessaires et présentait donc une performance de la production et de la biomasse inférieure (c'est-à-dire un risque plus élevé) (tableau 4 de l'**appendice 8**). Le SCRS n'a pas encore évalué les +20%/-20% avec un cycle de trois ans mais s'attend à une détérioration des performances, puisque même les +20%/-30% n'ont pas eu une performance satisfaisante en termes d'exigences convenues pour le  $B_{LIM}$  (un point de référence limite de la biomasse ; 40% de la  $SSB_{PME}$  dynamique pour les besoins de la MSE). Néanmoins, si la Sous-commission 2 exige des dispositions de stabilité symétrique pour des considérations pratiques, le SCRS recommande que cette décision soit prise lors de la réunion de juillet afin de faciliter le développement ultérieur de la CMP.

Un développeur de CMP a présenté les quatre CMP de type FZ, et le Groupe a décidé de poursuivre avec la CMP FO pour le moment, en se basant sur les meilleures performances selon les diagrammes de type patchwork et la structure plus simple de cette CMP sans lissage.

Le Coprésident a présenté un résumé actualisé des résultats de la MSE de 4 pages qui sera soumis à la réunion de la Sous-commission 2 de juillet (**appendice 8**). Il comprend des informations générales pour chacun des points de décision de l'ordre du jour de la Sous-commission 2. Il sera essentiel d'obtenir les commentaires à cet égard de la Sous-commission 2 lors de la réunion, en anticipant qu'en septembre, ce Groupe devra recommander un nombre raisonnable de CMP avec plusieurs niveaux de calibrage pour les présenter à la Sous-commission 2 en octobre.

Le Groupe a reçu une présentation sur un nouvel outil qui calcule automatiquement les TAC de chaque CMP pour les trois premiers cycles de gestion de deux ans, en fonction des valeurs d'indice saisies par l'utilisateur. Le Groupe a convenu que l'outil pourrait aider les CPC et les parties prenantes à comprendre comment les CMP fonctionnent et comment les valeurs des indices influencent le TAC. Si possible, le développeur de l'outil fera circuler une version affinée plus tard dans la semaine afin qu'elle puisse être partagée avec la Sous-commission 2.

Le Groupe a discuté des possibilités de recevoir des commentaires supplémentaires des CPC et des parties prenantes entre la réunion de la Sous-commission 2 de juillet 2022 et celle de septembre 2022. Une enquête a été envisagée mais jugée trop problématique à divers égards. Le Président du SCRS a convenu que les réunions des ambassadeurs se sont avérées être un lieu efficace pour l'échange d'informations. Chacun peut s'exprimer et poser toutes les questions qu'il souhaite, et le dialogue va dans les deux sens - de la partie prenante/CPC au SCRS et vice versa. Toutefois, les réunions des ambassadeurs ne sont pas un moyen officiel d'obtenir les commentaires des parties prenantes, et cela reste du ressort de chaque CPC. Le Groupe s'efforcera de convoquer d'autres réunions d'ambassadeurs, vers la fin du mois de juillet et certainement aussi au début du mois d'octobre si possible. Naturellement, les scientifiques des CPC peuvent engager des discussions avec leurs parties prenantes à tout moment.

Le Groupe a pris note de la situation dans laquelle l'avis sur le TAC de 2023 sera fourni sur la base de la MSE, alors que c'est l'évaluation de l'Est actuelle qui produira l'avis scientifique. Un libellé sera inclus dans le chapeau du résumé exécutif du SCRS, indiquant que l'adoption des MP est la priorité et que l'avis de gestion est fourni au cas où une MP ne serait pas adoptée par la Commission lors de sa réunion plus tard dans l'année. Un avis de contexte devrait être fourni de la même manière pour le thon rouge de l'Ouest.

## 6. Projections et avis de gestion

Le Groupe a décidé d'examiner les projections préliminaires à court terme de chaque modèle d'évaluation des stocks. Le Groupe a recommandé que les configurations des projections entre les modèles soient comparables autant que possible. Les projections ont été réalisées pour la période entre 2021 et 2024 à  $F_{0,1}$  et 36.000 t, en supposant le TAC actuel de 36.000 t pour les deux captures en 2021 et 2022. Toutes les projections ont supposé la même mortalité naturelle, la même maturité à l'âge et le même poids à l'âge/longueur que les valeurs utilisées dans les évaluations des stocks (**tableau 10** pour la VPA, **tableau 11** pour Stock Synthesis et **tableau 12** pour ASAP). Pour fournir l'incertitude de chaque estimation, la VPA a utilisé 500 itérations de bootstrap, Stock Synthesis a utilisé 500 itérations de MVLN (approche log normale multivariée, Walter et Winker 2019), et ASAP a utilisé 500 itérations de MCMC.

Les exigences clés pour les projections sont d'aborder les principales sources d'incertitude dans chaque modèle par rapport aux estimations récentes du recrutement. Cela implique deux décisions : la première est de savoir quel recrutement projeter dans le temps et la seconde est de savoir si les recrutements estimés par le modèle sont fiables ou s'ils devraient être remplacés ou "réparés" dans le passé par des valeurs supposées. Le Groupe a examiné les diagnostics des modèles, notamment les schémas rétrospectifs et les intervalles de confiance sur les écarts de recrutement pour déterminer les périodes (notées ci-dessous pour chaque modèle) où le recrutement semblait être estimé de manière fiable pour alimenter les périodes de réparation.

Périodes de réparation appliquées pour la VPA pour les années 2017-2020, une réparation de quatre ans similaire à celle de l'évaluation du stock de 2017. Les années moyennes pour le recrutement étaient une moyenne à long terme (1968-2016) et une moyenne à court terme (2007-2016) (**figure 35**, SCRS/P/2022/043). La justification de la moyenne à court terme est une hypothèse selon laquelle le recrutement futur sera probablement similaire à celui des 10 dernières années, qui est estimé comme étant relativement élevé, et l'évaluation actuelle améliore les résultats de l'analyse rétrospective R par rapport à l'évaluation du stock de 2017 (Anon. 2017) (**figure 23**). Néanmoins, le recrutement pour ces années est très incertain et le Groupe a considéré qu'une hypothèse tout aussi plausible pourrait être que le recrutement revienne à la moyenne à long terme (1968-2016), une hypothèse qui s'apparente au scénario de recrutement "moyen" souvent envisagé pour le thon rouge de l'Est (Anon. 2013 et 2015). Un certain nombre d'autres scénarios de recrutement ont été envisagés mais n'ont pas été retenus par le Groupe. Le Groupe a recommandé de pondérer de manière égale les recrutements à court et à long terme pour les projections, l'état des stocks et l'avis de gestion.

Pour Stock Synthesis, les recrutements ont été remplacés pour les années 2012 à 2020, car les écarts de recrutement chevauchaient zéro pour la quasi-totalité de la période, ce qui indiquait que le recrutement estimé était très incertain (**figure 18**). Ceci a été réalisé en n'estimant pas les écarts de recrutement pour ces années et a constitué une intervention assez importante dans le modèle. Les sorties du modèle avec et sans cet écart de recrutement ont été effectuées, ce qui indique que le modèle a convergé vers une solution très similaire. Pour le recrutement projeté, Stock Synthesis a utilisé la moyenne à long terme (R0) en supposant que le recrutement futur sera probablement similaire à la moyenne à long terme.

Pour l'ASAP, deux options de recrutement ont été recommandées. La première consistait à utiliser la série temporelle complète (1968-2020) et la seconde une série temporelle tronquée (1968-2012) pour le recrutement futur. Pour la série tronquée, la moyenne de 1968-2012 a été utilisée pour les années 2006-2020. Le raisonnement pour l'ensemble de la série temporelle était similaire à celui de la VPA et de Stock Synthesis, en supposant que le recrutement à court terme serait similaire à la moyenne à long terme. La seconde était d'utiliser la série tronquée pour éviter d'utiliser les estimations de recrutement sur les années où le schéma rétrospectif du recrutement semblait important (**figure 29**). Pour être comparable aux deux autres modèles d'évaluation des stocks, le modèle ASAP avec un CV de capture de 1% a été utilisé pour les exercices de projection. Le Groupe a également examiné la projection d'ASAP avec un CV de 20%.

Le résumé des principales configurations de projection pour chaque modèle est présenté ci-dessous :

Modèle (numéro)	Captures (tonnes) pour 2021 et 2022	Réparation (années)	Sélectivité (années)	Recrutement (années)
Scénario 385 de la VPA	36.000 et 36.000	2017-2020	2017-2019	2007-2016
Scénario de VPA 385	36.000 et 36.000	2017-2020	2017-2019	1968-2016
Scénario 16 repondéré de SS3	36.000 et 36.000 Les captures par flottille ont été obtenues par le taux de capture moyen (2018-2020) par flottille	2012-2020	2017-2020	Moyenne à long terme (R0)
CV de 1% et 20% de la capture par ASAP	36.000 et 36.000	2017-2020	2015-2020	1968-2020
CV de 1% et 20% de la capture par ASAP	36.000 et 36.000	2006-2020	2015-2020	1968-2012

*Résultats des projections, état des stocks et recommandations de gestion*

Le Groupe a examiné les résultats des projections à court terme pour chaque modèle (**figures 36-38**) à  $F_{0,1}$  et 36.000 t. Les déterminations de l'état des stocks par rapport à la mortalité par pêche et les recommandations de gestion seront finalisées lors de la réunion du Groupe d'espèces de septembre. Pour informer sur l'état des stocks, le Groupe recommande de prendre en compte les résultats des trois modèles, la décision finale devant être prise en septembre. À des fins de continuité, le Groupe recommande de ne projeter que la VPA pour l'examen de l'avis quantitatif sur le TAC pour la matrice de stratégie de Kobe 2 (K2SM).

Tout avis sur le TAC que le SCRS pourrait éventuellement fournir sur la base de cette évaluation dépendra fortement de l'échelle de biomasse absolue estimée par les modèles. L'un des principaux obstacles à l'estimation de l'échelle absolue de la population est la capture illégale, non déclarée et non réglementée qui, si elle ne peut être quantifiée et prise en compte dans l'évaluation scientifique, entraîne une sous-estimation de la production totale et une incapacité à estimer des points de référence fiables liés à la PME. Par exemple, l'échelle de la population estimée par les modèles dépend fortement de l'ampleur supposée des "captures gonflées" de la fin des années 1990 et du début des années 2000. Le Groupe est conscient de la persistance de la pêche IUU, non quantifiée, qui constitue un obstacle sérieux à la détermination de la productivité du stock et à la formulation d'un avis fiable sur le TAC. En réponse, nous demandons instamment l'identification et la quantification de l'IUU afin que le SCRS puisse fournir un avis sur les captures plus précis basé sur la biomasse et obtenir une compréhension scientifique plus exacte de la productivité des stocks.

## 7. Sections du projet de résumé exécutif

En raison des contraintes de temps, le Groupe n'a pas révisé le résumé exécutif. Les Coprésidents travailleront sur le projet entre les sessions, qui sera discuté lors de la prochaine réunion du Groupe d'espèces sur le thon rouge (20-21 septembre 2022).

## 8. Mise à jour des activités du GBYP

Le Coordinateur du GBYP a fait une présentation (SCRS/P/2022/049) pour informer le Groupe des récentes activités du GBYP, ainsi que des plans futurs. Actuellement, le GBYP mène la phase 11 et la phase 12 en parallèle (partiellement). La phase 11 se terminera le 31 août 2022, et la phase 12 en mars 2023. Le Coordinateur a également informé le Groupe que le système de financement de l'UE a changé et que d'autres changements sont attendus, ce qui affectera non seulement le GBYP, mais aussi d'autres programmes scientifiques de l'ICCAT.

En ce qui concerne la gestion des données, des efforts conjoints ont été déployés au sein du Secrétariat pour développer une base de données de marquage électronique (ETAGS) et une base de données biologiques. L'expert externe chargé de fournir un avis sur l'ETAGS a déjà été engagé par le GBYP et un rapport d'avancement sera présenté en septembre 2022. Les premières étapes de la conception de la base de données biologiques ont commencé.

Les déploiements de marques électroniques ont finalement été réalisés grâce à une collaboration formelle avec des équipes nationales, tant dans l'Atlantique qu'en Méditerranée, ce qui a permis de réduire considérablement les coûts opérationnels. En juin, une campagne de marquage a été menée en mer Levantine et 13 marques ont été libérées. En 2022, il est prévu de déployer 51 autres marques, en étroite collaboration avec 11 institutions. Il a été noté que des améliorations importantes ont été observées dans les temps de rétention des marques et les taux de récupération des marques, ce qui permettra d'améliorer les matrices de mouvement utilisées dans la MSE. Le Groupe a été invité une nouvelle fois à contribuer à la définition des priorités en matière de marquage. Il a été reconnu qu'un certain retour d'information sur les questions de marquage électronique a déjà été fourni dans le document Aarestrup *et al.* (2022), mais d'autres contributions du BFTSG étaient nécessaires. Le Groupe a également été informé qu'un atelier mondial sur les méthodologies de marquage électronique sera organisé prochainement.

En ce qui concerne les études biologiques, l'échantillonnage et les analyses biologiques de la phase 11 ont été achevés, et le rapport final sera bientôt disponible sur la page web du GBYP. Un nouvel appel d'offres sera lancé prochainement et il visera à fournir des conclusions solides sur la structure et le mélange des stocks, sur la base de toutes les informations recueillies au cours de la dernière décennie. Il a été demandé au Groupe de donner son avis sur la définition des priorités de recherche pour les études futures. Il a également été informé de l'atelier de coordination des efforts en matière d'échantillonnage biologique, qui sera organisé en 2022 ou 2023. En ce qui concerne les études relatives aux spécimens étroitement apparentés (close-kin), le Coordinateur a fait part au Groupe de leur état d'avancement et lui a rappelé une série d'étapes convenues et le calendrier correspondant. Il a été rappelé que l'objectif immédiat est d'élaborer un plan de travail concret et réaliste, y compris une analyse des coûts, qui sera présenté à la séance plénière du SCRS et à la Commission pour approbation en 2023.

En ce qui concerne les indices indépendants des pêcheries, un atelier sur les prospections larvaires est prévu dans la deuxième partie de l'année. Un avis a récemment été fourni aux scientifiques turcs sur l'identification des larves de thon rouge et une fois que les données des prospections larvaires de 2018 et 2019 seront disponibles, de nouveaux avis seront fournis pour que l'équipe nationale génère des indices larvaires préliminaires pour la Méditerranée orientale. En ce qui concerne les prospections aériennes, les résultats des analyses de la prospection de 2021 dans la mer des Baléares sont disponibles et la valeur de l'indice de 2021 a été fournie au Groupe. Les campagnes de 2022 ont été menées avec succès en Méditerranée occidentale et centrale et l'analyse sera terminée l'année prochaine. Le travail sur la modélisation de l'habitat pour permettre une analyse fiable basée sur un modèle des résultats globaux des prospections aériennes se poursuivra également cette année.

En ce qui concerne les approches de modélisation, le GBYP a continué à apporter un soutien considérable au processus de MSE. Il a intégré les différents résultats des prospections et des recherches dans un cadre de modélisation de stocks mixtes qui aborde formellement les principales sources d'incertitude identifiées par les évaluations. En outre, il a financé l'examen externe de l'évaluation du stock de thon rouge de l'Est. Les plans futurs comprennent également le soutien au développement de modèles d'évaluation alternatifs/améliorés des stocks.

Enfin, le Coordinateur a donné un aperçu des activités de la phase 12. Il a également présenté un aperçu des activités possibles à moyen terme, afin d'améliorer l'efficacité du GBYP et de l'adapter à un scénario futur

probable de diminution du financement. Elles comprennent un passage progressif de la fourniture de données de base à la gestion/analyse des données et à la coordination des activités, en étroite collaboration avec les CPC en tant que principaux fournisseurs de données.

Le Groupe s'est intéressé aux nouveaux résultats de la prospection aérienne de 2021 et le Coordinateur a expliqué qu'ils sont déjà disponibles, mais qu'ils doivent être pris avec précaution en raison de certains changements par rapport aux prospections précédentes, comme le changement des observateurs professionnels et scientifiques, et le fait que, suite aux recommandations des experts externes qui ont examiné les prospections aériennes du GBYP, une zone d'échantillonnage étendue a également été étudiée et un système automatisé pour prendre des images en continu le long des transects a été testé, ce qui a légèrement modifié le calendrier de la prospection. C'est pourquoi il a recommandé de poursuivre les efforts de modélisation de l'habitat, qui tiendraient compte des effets environnementaux. Par défaut, les points de données scientifiques sont conservés pour être utilisés, sauf s'il est possible de déterminer empiriquement que quelque chose d'exceptionnel s'est produit qui justifierait la suppression d'un tel point de données. Bien que le Groupe se soit inquiété des changements qui ont pu se produire dans le chevauchement de la prospection avec la distribution des poissons en 2021, la décision sur la façon de traiter l'indice sera prise lors de la réunion du Groupe d'espèces de septembre sur la base d'un examen des informations empiriques qui doivent être apportées à la réunion du sous-Groupe technique sur la MSE pour le thon rouge en septembre pour un examen initial.

Le Groupe a reconnu que de grands progrès ont été réalisés récemment dans le cadre du GBYP, notamment en ce qui concerne le changement de priorités de la collecte de données vers la consolidation des résultats. La discussion a également mis en évidence le fait qu'après 11 ans d'un programme dédié, absorbant des ressources financières substantielles, il est nécessaire d'explorer d'autres voies pour soutenir les activités de base réellement nécessaires, puisqu'une réduction du budget dans les phases futures a été annoncée à plusieurs reprises par le principal sponsor. Le Groupe a réitéré la nécessité d'assurer la continuité du financement. Il a été reconnu que le soutien au GBYP par le biais de contributions volontaires n'est pas soutenable en raison de la diminution des fonds globaux et du montant disproportionné du financement consacré à la recherche sur le thon rouge par rapport aux autres groupes du SCRS.

Il a donc été recommandé de rechercher d'autres sources de financement, en plus des contributions volontaires, de préférence par le biais du budget ordinaire de la Commission. Bien que le budget scientifique ait considérablement augmenté au cours des dernières années dans le cadre du budget ordinaire de la Commission, il a été suggéré qu'une déclaration claire soit envoyée par le SCRS à la Commission pour qu'elle l'augmente davantage afin de se rapprocher de la demande du SCRS. La garantie d'un budget stable dans le temps permettrait de mieux planifier les activités à moyen et long terme. La nécessité de mieux définir les priorités de recherche au niveau du SCRS a également été soulignée, ainsi que l'importance de l'inclure dans le nouveau plan stratégique du SCRS. En outre, les propositions de financement devraient être améliorées, avec des priorités et des résultats clairement définis. Le Groupe a également identifié la nécessité de trouver des moyens de mieux communiquer avec les gestionnaires, afin de montrer comment les fonds ont été dépensés, mais surtout comment ils contribuent à améliorer la collecte de données (autrement non disponibles) et à combler les lacunes dans les connaissances afin de fournir des avis de gestion scientifique plus fiables et plus solides.

Il a également été reconnu que les CPC devraient assumer une partie des activités actuellement réalisées grâce au financement du GBYP, en les incorporant dans leurs programmes nationaux. Toutefois, il a été souligné que le GBYP pourrait jouer un rôle majeur en veillant à ce que ceux-ci soient bien coordonnés et suivent la même ligne de priorités, précédemment définie par le SCRS. Le rôle possible du GBYP dans la coordination a été clairement reconnu, notamment en ce qui concerne l'échantillonnage biologique.

Il a été annoncé que l'atelier du GBYP sur l'échantillonnage et la planification de la recherche a déjà été programmé pour fin 2022/début 2023, afin d'améliorer la coordination des activités d'échantillonnage. À cet égard, une référence particulière a été faite à l'engagement du Secrétariat avec le Groupe de coordination régional de l'UE sur les grands pélagiques (RCGLP), qui est l'organe, dans le cadre de la collecte de données de l'UE, responsable de la coordination de la collecte de données régionales/thématiques parmi les États membres de l'UE, ainsi qu'avec les utilisateurs finaux (c'est-à-dire l'ICCAT et les autres ORGP).

## 9. Recommandations

Le Groupe a formulé plusieurs recommandations :

- Le Groupe a recommandé de poursuivre le développement d'indices d'abondance indépendants des pêcheries basés sur des méthodes acoustiques, en tenant compte de la représentativité des prospections. Plusieurs groupes de recherche travaillent actuellement à l'évaluation acoustique du thon rouge de l'Atlantique. La coopération entre les différentes initiatives doit être développée.
- Le Groupe recommande de développer de nouveaux indices d'abondance en Méditerranée (par exemple, l'indice larvaire de la mer Levantine et l'indice des madragues de la mer de Sardaigne), car c'est là que la plupart des captures de thon rouge sont effectuées et pourtant il existe très peu d'indicateurs d'abondance.
- Le Groupe a réitéré la nécessité de réviser la distribution historique des tailles provenant d'autres flottilles de senneurs et d'autres zones, à savoir le Sud de la Méditerranée et la mer Levantine.
- Notant que la collecte, le traitement et la détermination de l'âge des échantillons pourraient réduire l'incertitude de l'avis fourni aux gestionnaires, le Groupe recommande de renforcer la coordination entre les différentes équipes des CPC et le GBYP travaillant sur ces questions, afin de fournir des données de longueur à l'âge à partir de lectures de pièces dures, ou de déclarer les échantillons en leur possession.
- Le Groupe recommande la poursuite des études pilotes, y compris l'analyse de faisabilité et la planification du marquage et de la récupération des marques apposées à des spécimens de thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée étroitement apparentés, ainsi que l'examen à titre de priorité de la mise en œuvre opérationnelle du marquage et de la récupération des marques apposées à des spécimens étroitement apparentés, dès qu'elle sera techniquement et logistiquement réalisable.
- Le Groupe recommande que les séries de captures historiques non déclarées soient réexaminées et, plus largement, que l'incertitude de ces séries soit déterminée afin de développer un jeu de séries de captures potentielles qui pourraient être utilisées dans les évaluations futures.

## 10. Autres questions

Le SCRS/2022/127 a présenté la mortalité naturelle (M) du thon rouge de l'Est et deux espèces de thon similaires, le thon rouge du Pacifique et le thon rouge du Sud. Trois types d'hypothèses de mortalité naturelle ont été utilisés dans l'évaluation du stock de thon rouge de l'Est et/ou de la MSE, à savoir : les valeurs fixes à tous les âges, un vecteur spécifique à l'âge et une courbe décroissante lisse rééchantillonnée avec la fonction de mortalité de Lorenzen. L'hypothèse actuelle de mortalité naturelle est plus logique par rapport aux hypothèses précédentes. Cependant, le paramètre M utilisé pour le thon rouge de l'Atlantique et le thon rouge du Pacifique était partiellement basé sur les hypothèses de M du thon rouge du Sud (SBT). Il est suggéré d'améliorer l'hypothèse récente de M par des expériences au lieu de prendre comme référence les hypothèses faites pour le SBT. Il est nécessaire de poursuivre les recherches biologiques pour estimer la mortalité naturelle du thon rouge de l'Atlantique.

Le Groupe a pris acte de la synthèse complète des informations sur le M pour le thon rouge de l'Atlantique et encourage la participation des auteurs aux programmes de recherche actuels sur ce sujet. Il a été noté que certains des paramètres de M inclus dans le tableau récapitulatif du document, en particulier pour les premières étapes de la MSE pour le thon rouge de l'Atlantique (2015/2017) devraient être supprimés car ils ne sont que des développements préliminaires du processus de MSE, ne sont pas utilisés pour l'avis ou l'évaluation et pourraient désinformer les lecteurs. Il a été précisé que pour la MSE pour le thon rouge du Sud et le thon rouge de l'Atlantique, les estimations de M incluaient le(s) paramètre(s) pour la sénescence des âges plus élevés afin d'éviter des estimations irréalistes de la biomasse cumulée du groupe plus dans les modèles de population. Le Groupe note que la combinaison des marques acoustiques et d'un réseau de récepteurs est exceptionnellement puissante pour obtenir des estimations de la mortalité naturelle. Les estimations actuelles de M du thon rouge de l'Atlantique pour les âges plus élevés proviennent des estimations obtenues par les marques acoustiques (Block *et al.*, 2019).

Le Groupe a noté que pour le thon rouge de l'Atlantique, il existe des estimations relativement très bonnes de M pour les âges plus élevés provenant des programmes de recherche actuels de télémétrie acoustique du Canada et des études de l'Université de Stanford (Etats-Unis) (Block *et al.* 2019). Il est encore nécessaire

de valider M pour les jeunes âges en particulier, et les études de marquage génétique ou les estimations génétiques des spécimens étroitement apparentés, ainsi que le marquage acoustique des juvéniles sont probablement les meilleurs domaines de recherche pour atteindre ces objectifs. Il a également été noté que les estimations de M basées sur les taux de consommation bioénergétique et les interactions écologiques du thon rouge seraient difficiles à réaliser en raison des données limitées disponibles. Enfin, le Groupe a également noté la nécessité pour les scientifiques de poursuivre la recherche sur les estimations de M pour les thonidés et les autres espèces de l'ICCAT et a salué l'intérêt des auteurs à collaborer à ces projets de recherche au sein du SCRS.

L'objectif du travail présenté dans le SCRS/2022/103 était d'appliquer l'analyse de l'incrément marginal (MIA) et l'analyse du bord marginal (EA) pour déterminer le moment du dépôt des bandes. La MIA a également été analysée à l'aide de modèles additifs généralisés. Les résultats ont indiqué que la bande opaque commençait à se former en juillet pour terminer de se former en novembre. A partir de la fin de l'année et du début de l'année suivante, la croissance du bord marginal est minime et c'est à ce moment que la bande translucide commence à se former et elle atteint son développement maximum en juin. La MIA et l'EA ont montré que l'anneau s'est formé en novembre dans l'otolithe du thon rouge de l'Atlantique.

Compte tenu des conclusions de ces travaux, selon lesquelles le critère d'ajustement actuel du 1er juillet doit être ajusté au 30 novembre, le Groupe a discuté de la mesure dans laquelle cela pourrait affecter l'allocation d'âge du thon rouge dans les jeux de données de capture actuels. Il n'y avait pas suffisamment d'informations pour déterminer s'il y avait des différences entre les bandes formées dans les poissons capturés en Méditerranée et dans l'Atlantique, bien que l'auteur suggère qu'il ne faut pas s'attendre à des différences mais que de petites différences entre les juvéniles et les adultes sont plus probables. Bien que les implications de cette nouvelle analyse doivent encore être comprises, il a été expliqué que pour transformer le nombre de bandes en âges, il est nécessaire de considérer le type de bord marginal lié à la date de capture et à la date de naissance.

Le SCRS/2022/131 décrivait les caractéristiques de la flottille de senneurs de Balfegó (PS) d'un point de vue opérationnel, dans le but de pouvoir déterminer des voies alternatives pour comprendre comment améliorer la standardisation de la CPUE de la flottille de senneurs de Balfegó. Le document a mis en évidence les facteurs associés à l'activité de pêche, tels que la variabilité annuelle de la taille de la flottille de pêche, l'étroite fenêtre spatiale et temporelle dans laquelle la flottille était opérationnelle, et les limitations des captures quotidiennes dues au nombre de transferts journaliers possibles. Les taux de capture nominaux et standardisés ont été présentés avec le reste des indices sur l'E-BFT.

Le Groupe a apprécié les détails opérationnels fournis dans ce document. Divers facteurs susceptibles d'avoir influencé ou d'influencer la capacité de la flottille à capturer du poisson ont été discutés, notamment les réglementations passées/actuelles, les changements technologiques (par exemple, le repérage aérien avant l'interdiction de son utilisation ; les sonars horizontaux) ; il a été souligné que depuis environ 2009, la flottille utilise un support technologique externe basé sur les conditions océanographiques pour prévoir quotidiennement la localisation des thons. D'un point de vue opérationnel, il existe des limites pratiques aux taux de capture réels car il existe une taille maximale des bancs qui peuvent être entourés au cours d'une opération, ces grands bancs étant souvent divisés pour permettre de poser le filet sur les plus petits bancs ; il a été précisé que cette pratique affecte la détermination des taux de capture basés sur les opérations mais pas la détermination des taux de capture quotidiens où l'effort est pris en compte. Bien que la taille du thon rouge dans la zone de pêche couverte par le document soit généralement constituée de gros poissons, on a observé en 2022 une augmentation de l'incidence des bancs de poissons plus petits (80-90 kg) ; la flottille ne pose pas de filets autour de ces bancs de poissons plus petits.

Le document a montré que les indices de CPUE nominale de Balfegó sont conformes à la dynamique de l'indice de la palangre japonaise dans l'Atlantique Nord-Est, mais pas à celle de l'indice de la madrague marocaine et portugaise (le document n'a pas exploré les raisons de ce phénomène). Le Groupe a convenu que le fait de disposer d'une matrice de données contenant toutes les informations opérationnelles et environnementales aide grandement les modélisateurs à comprendre comment aller de l'avant avec d'autres méthodes de standardisation de la CPUE.

Le SCRS/P/2022/048 sur la mise à jour de la croissance des thons rouges d'élevage a été mise à la disposition du Groupe et présentée pour discussion. En bref, les résultats de l'essai de marquage de poissons individuels dans le cadre de trois expériences en Croatie et au Portugal ont indiqué une

augmentation de la croissance en taille par rapport aux modèles de croissance des poissons sauvages. Ces résultats sont en accord avec les résultats présentés l'année dernière de l'analyse de la progression des modes (MPA) pour les poissons de petite taille (< 100 cm SFL) et de taille moyenne (100 - 180 cm SFL). Ces résultats ont été intégrés dans la modélisation de la croissance dans les fermes à l'aide de la base de données de mise à mort du programme d'observateurs régionaux (ROP). La base de données de mise à mort du ROP a été mise à jour et comprend des données de 2015 à 2021 avec plus de 250.000 échantillons couvrant toutes les fermes actives de thon rouge.

Au cours de l'analyse préliminaire, le Groupe a formulé des recommandations spécifiques relatives aux données d'entrée du marquage qui seront incluses dans l'analyse de la croissance dans les fermes qui sera présentée avant la prochaine réunion. Il a été convenu que le sous-groupe technique sur la croissance du thon rouge dans les fermes se réunira entre les sessions pour permettre une mise à jour du travail à fournir lors de la réunion du Groupe d'espèces de septembre 2022, ainsi qu'un projet de réponse à la Commission.

## **11. Adoption du rapport et clôture**

Le rapport de la réunion de 2022 d'évaluation du stock de thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée a été adopté. Dr Rodríguez-Marín et Dr Walter, ainsi que le Président du SCRS ont remercié les participants et le Secrétariat pour leur travail intense et leur collaboration afin de finaliser le rapport dans les délais. La réunion a été levée.

## Bibliographie

- Aarestrup K., F. Alemany, I. Arregui, H. Arrizabalaga, M. Cabanellas-Reboredo, T. Carruthers, A. Hanke, M. Lauretta, A. Pagá, T. Rouyer, S. Tensek, J. Walter and E. Rodriguez-Marin 2022. Update of electronic tagging data and methodologies for Atlantic bluefin tuna in order to plan future tagging activities. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 79 (3): 196-210.
- Anonymous. 2013. Report of the 2012 Atlantic bluefin tuna stock assessment session (Madrid, Spain – 4-11 September 2012). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 69 (1): 1-198.
- Anonymous. 2015. Report of the 2014 Atlantic bluefin tuna stock assessment session (Madrid, Spain – 22-27 September 2014). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 71 (2): 692-945.
- Anonymous. 2017. Report of the 2017 ICCAT bluefin stock assessment meeting (Madrid, 20-28 July 2017). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 74 (6): 2372-2535
- Anonymous. 2022. Report of the 2022 eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna Data Preparatory meeting (including BFT MSE) (online, 18-26 April 2022). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 79 (3): 1-140
- Block, B.A., Whitlock, R., Schallert, R.J., Wilson, S., Stokesbury, M.J., Castleton, M. and Boustany, A. 2019. Estimating natural mortality of Atlantic bluefin tuna using acoustic telemetry. *Scientific reports*, 9(1): 1-14.
- Francis, R.I.C.C. (2011). Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68: 1124-1138.
- Maunder M. 2021. Review of the 2021 West Atlantic bluefin tuna assessment. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 78 (3): 1114-1124.
- Sampedro P., Kimoto A., Ortiz M., Sharma R., Fukuda H., Gordo A., Lauretta M., Rouyer T., Sunderlöf A., Tsukahara Y., Walter J., and Rodríguez-Marín E. 2022. Data and initial model set-up for the 2022 stock synthesis stock assessment of the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 79 (3): 304-326.
- Sharma R., Walter J., Kimoto A., Rouyer T., Lauretta M., Kell L.T., and Porch C. 2017. Eastern Atlantic Ocean bluefin tuna stock assessment 1950-2015 using Stock Synthesis. SCRS/2017/175 (supprimé).
- Walter J., and Winker H. 2019. Projections to create Kobe 2 strategy matrix using the multivariate log-normal approximation for Atlantic yellowfin tuna. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 76 (6): 725-739.

## TABLEAUX

**Tableau 1.** Liste des descriptions de scénarios de VPA effectués pendant la réunion.

**Tableau 2.** Liste des statistiques d'ajustement du modèle pour les scénarios de VPA effectués pendant la réunion.

**Tableau 3.** Test sur l'effet des F-ratios sur l'échelle globale de la VPA basé sur le scénario de continuité (scénario 288).

**Tableau 4.** Profil du F-ratio pour les deux blocs temporels 1968-1995 (panneau supérieur), 2008-2020 (panneau central) et les deux blocs temporels (panneau inférieur) sur la base du scénario de continuité (scénario 288).

**Tableau 5.** Profilage bidimensionnel des F-ratios pour le premier (1968-1995) et le second (2008-2020) blocs temporels pour lesquels le F-ratio est fixe. Les valeurs en vert et en bleu montrent les scénarios 385 et 418, respectivement.

**Tableau 6.** Noms et définitions des pêcheries de flottilles utilisées pour le cas de base proposé par Stock Synthesis (scénario 8, SCRS/2022/128). Sélectivité : CS : spline cubique ; DN : double normale ; LG : logistique.\* Indices non inclus dans l'ajustement du scénario 8.

**Tableau 7.** Liste des scénarios explorés pour le modèle Stock Synthesis basé sur le cas de base proposé (scénario 8, SCRS/2022/128).

**Tableau 8.** Estimations des paramètres, erreurs standard asymptotiques, et priors assignés pour le modèle de base Stock Synthesis (scénario 16 repondéré).

**Tableau 9.** Estimations de la biomasse du stock reproducteur (SSB), de la biomasse, des recrutements (âge 1), du taux d'exploitation, des mortalités par pêche pour les âges 2 à 5 et les âges supérieurs à 10 de la VPA (scénario 385), de Stock Synthesis (scénario 16 repondéré) et d'ASAP (scénario du cas de base 2) pour le thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée avec des intervalles de confiance de 95%.

**Tableau 10.** Configurations de la projection pour la sélectivité, le poids à l'âge et la mortalité naturelle (M) à l'âge pour la VPA.

**Tableau 11.** Configurations de la projection pour la sélectivité, le poids à l'âge et la mortalité naturelle (M) à l'âge pour Stock Synthesis.

**Tableau 12.** Paramètres de projection pour la sélectivité, le poids à l'âge et la mortalité naturelle (M) à l'âge pour ASAP.

## FIGURES

**Figure 1.** Scénario de continuité de la VPA en 2022 (scénario 288). Les tendances de la SSB, du recrutement, de la mortalité par pêche aux âges 2-5 et de la mortalité par pêche pour le groupe plus (10 ans et plus) sont indiquées. Les différentes couleurs représentent les différentes éliminations d'une année de données dans le cadre d'une analyse rétrospective

**Figure 2.** Scénarios exploratoires de la VPA pour la possibilité d'utiliser le groupe 16+ comme groupe plus. Les panneaux supérieurs montrent les tendances de la SSB, du recrutement, de la mortalité par pêche aux âges 2-5 et de la mortalité par pêche pour le groupe plus (10 ans et plus) pour les scénarios 289 (à gauche) et 290 (à droite). Les différentes couleurs représentent les différentes éliminations d'une année de données dans le cadre d'une analyse rétrospective. Les panneaux inférieurs montrent l'ajustement aux indices pour le scénario 289 (lignes vertes) et le scénario 290 (lignes rouges).

**Figure 3.** Scénarios exploratoires de la VPA pour explorer l'aspect de stabilité du scénario de continuité (scénario 288). Tendances de la SSB, du recrutement, de la mortalité par pêche aux âges 2-5 et de la mortalité par pêche pour le groupe plus (10 ans et plus) pour les scénarios 288 (gauche), 295 (milieu) et 287 (droite). Les différentes couleurs représentent les différentes éliminations de la suppression d'une année de données dans le cadre d'une analyse rétrospective.

**Figure 4.** Scénarios exploratoires de la VPA pour explorer l'aspect stabilité du scénario de continuité (scénario 288). Tendances de la SSB, du recrutement, de la mortalité par pêche aux âges 2-5 et de la mortalité par pêche pour le groupe plus (10 ans et plus) pour les scénarios 288 (gauche), 287 (milieu) et

286 (droite). Les différentes couleurs représentent les différentes éliminations d'une année de données dans le cadre d'une analyse rétrospective.

**Figure 5.** Ajustement à l'indice de la prospection aérienne du GBYP de la Méditerranée occidentale dans les scénarios de VPA 303 (rouge) et 304 (vert).

**Figure 6.** Fluctuations de la graine pour le générateur de nombres aléatoires et F terminal basé sur le scénario 385 de la VPA.

**Figure 7.** Analyse d'eustachage (jackknife) basée sur le scénario 385 de la VPA (ligne rouge). L'indice le plus influent était JPN\_LL\_NEAtMed en vert.

**Figure 8.** Scénarios exploratoires de la VPA pour l'estimation du F-ratio pour le bloc temporel 1996-2007 (scénario 386). Tendances de la SSB, du recrutement, de la mortalité par pêche aux âges 2-5 et de la mortalité par pêche pour le groupe plus (10 ans et plus) pour les scénarios 288 (gauche), 287 (milieu) et 286 (droite). Les différentes couleurs représentent les différentes éliminations d'une année de données dans le cadre d'une analyse rétrospective.

**Figure 9.** Les scénarios exploratoires de la VPA pour l'exploration du scénario présentaient une différence dans la fonction objectif supérieure à 2 (**tableau 5**). Tendances de la SSB, du recrutement, de la mortalité par pêche aux âges 2-5 et de la mortalité par pêche pour le groupe plus (10 ans et plus) pour les scénarios 418 (gauche) et 385 (droite). Les différentes couleurs représentent les différentes éliminations d'une année de données dans le cadre d'une analyse rétrospective.

**Figure 10.** Valeurs négatives de la vraisemblance logarithmique produites à partir des 100 essais de jitter dans lesquels les valeurs initiales des paramètres ont fluctué de 10% pour le scénario du cas de base de Stock Synthesis (scénario 16 repondéré).

**Figure 11.** Comparaison des tendances du stock entre le cas de base (scénario 16 repondéré dans la ligne bleue) et les autres scénarios avec la plus faible vraisemblance logarithmique négative.

**Figure 12.** Ajustements du modèle Stock Synthesis aux indices d'abondance relative du thon rouge de l'Atlantique Est pour le scénario du cas de base (scénario 16 repondéré).

**Figure 13.** Erreurs des valeurs résiduelles de l'ajustement du modèle Stock Synthesis autour des indices d'abondance relative du thon rouge de l'Atlantique Est pour le scénario du cas de base (scénario 16 repondéré).

**Figure 14.** Ajustements de Stock Synthesis aux compositions de taille du thon rouge de l'Atlantique Est par flottille pour le scénario du cas de base (scénario 16 repondéré). Les distributions grises montrent la composition de taille agrégée observée par flottille et la ligne rouge montre la composition de taille prédite par le modèle.

**Figure 15.** Test des scénarios des valeurs résiduelles de diagnostic sur les ajustements du modèle aux indices d'abondance pour le scénario du cas de base (scénario 16 repondéré).

**Figure 16.** Test des scénarios des valeurs résiduelles de diagnostic sur les ajustements du modèle aux compositions de taille de la flottille pour le scénario du cas de base (scénario 16 repondéré).

**Figure 17.** Profil de vraisemblance de Stock Synthesis sur le recrutement moyen en conditions d'équilibre non pêché pour le scénario du cas de base (scénario 16 repondéré).

**Figure 18.** Analyse rétrospective de Stock Synthesis avec les valeurs rho de Mohn indiquées en haut des diagrammes pour le scénario du cas de base (scénario 16 repondéré).

**Figure 19.** Profils de vraisemblance pour l'estimation du recrutement moyen pour les composants de données de l'application ASAP à flottille unique pour le thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée (scénario du cas de base 2).

**Figure 20.** Profils de vraisemblance pour l'estimation de F initial et en supposant l'absence d'écart de l'application ASAP à flottille unique pour le thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée (scénario du cas de base 2).

**Figure 21.** Estimations de la biomasse du stock reproducteur (en milliers de tonnes), du recrutement (en million) et de la mortalité par pêche (moyenne sur les âges 2 à 5 et 10+) d'après le scénario 385 de la VPA (cas de base) pour la période comprise entre 1968 et 2020. Les recrutements des quatre dernières années (2017-2020) ne sont pas indiqués car ils sont mal estimés.

**Figure 22.** Valeurs résiduelles des ajustements aux indices pour le scénario 385 de la VPA.

**Figure 23.** Évaluation du stock d'E-BFT de 2017 avec la VPA : Estimations rétrospectives du recrutement (en millions), de la SSB, de la SSB relative et de la mortalité par pêche (moyenne sur les âges 2 à 5, et 10+) à partir du scénario révisé du cas de base de la VPA adopté lors de la réunion du Groupe d'espèces. Les recrutements des quatre dernières années (2012-2015) ne sont pas indiqués car ils sont mal estimés.

**Figure 24.** Analyse rétrospective de la VPA : Tendances de la SSB, du recrutement, de la mortalité par pêche aux âges 2-5 et de la mortalité par pêche pour le groupe plus (10 ans et plus) pour le scénario 385. Les différentes couleurs représentent les différentes éliminations d'une année de données dans le cadre d'une analyse rétrospective.

**Figure 25.** Séries temporelles de la biomasse du stock reproducteur (SSB), de la mortalité par pêche (le taux d'exploitation de la biomasse a été utilisé comme indice approchant) et du recrutement (âge 0) pour le scénario 16 repondéré de Stock Synthesis.

**Figure 26.** Prévisions des prises avec les hypothèses d'ASAP de CV 20% (ligne rouge) et CV 1% (ligne jaune), et les prises de la tâche 1 avec (ligne bleue avec carrés) /sans pavillon NEI (ligne pointillée).

**Figure 27.** CV = 0,20 (cas de base 2) et CV = 0,01 pour toutes les années pour comparaison avec les autres approches de modélisation.

**Figure 28.** Prédications de l'indice du stock (lignes) et valeurs observées (cercles avec limites de confiance) de l'application ASAP à flottille unique pour le thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée (scénario du cas de base 2).

**Figure 29.** Estimations rétrospectives de la SSB et de la mortalité par pêche des âges 9-11 à partir de l'application ASAP à flottille unique pour le thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée (scénario du cas de base 2).

**Figure 30.** Valeurs résiduelles de Pearson de la composition par âge de la pêcherie à partir de l'application ASAP à flottille unique pour le thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée (scénario du cas de base 2).

**Figure 31.** Estimations de la SSB (en haut), de la mortalité par pêche (au milieu) et du recrutement (en bas) avec des intervalles de confiance à 90% et des points de référence possibles à partir de l'application ASAP à flottille unique pour le thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée (scénario du cas de base 2).

**Figure 32.** Analyses de sensibilité d'ASAP à flottille unique dans la SSB et le recrutement basées sur le scénario du cas de base 2 sans exclure les prospections larvaires de W-Med et les prospections aériennes françaises.

**Figure 33.** Comparaisons des tendances des estimations de la biomasse du stock reproducteur (SSB), du recrutement (âge 1), de F à l'âge 2 à 5, et de F à l'âge 10 plus entre les cas de base par plateformes de modèles : scénario 385 de la VPA (lignes bleues), scénario 16 repondéré de Stock Synthesis (lignes vertes) et scénario 24 d'ASAP avec 20% de CV (lignes orange).

**Figure 34.** Comparaisons des tendances de la biomasse totale estimée et du taux d'exploitation entre les cas de base par plateformes de modèles : Scénario 385 de la VPA (lignes bleues), scénario 16 repondéré de Stock Synthesis (lignes vertes) et scénario 24 d'ASAP avec 20% de CV (lignes orange).

**Figure 35.** Hypothèses de recrutement futur : moyenne à long terme (1968-2016) et moyenne à court terme (2007-2016) pour la projection de la VPA basée sur le scénario 385.

**Figure 36.** Biomasse du stock reproducteur (SSB) projetée avec des intervalles de confiance de 95% dans la projection du scénario 385 de la VPA avec 2 scénarios de recrutement (à gauche : moyenne entre 1986 et 2016 et à droite : moyenne entre 2007 et 2016). Les panneaux supérieurs montrent toute la période d'évaluation et les projections jusqu'en 2024, tandis que les panneaux inférieurs montrent uniquement les données depuis 2014.

**Figure 37.** Projection de la biomasse du stock reproducteur (SSB) avec des intervalles de confiance de 95% dans la projection du scénario 16 repondéré de Stock Synthesis. Le panneau supérieur montre toute la période d'évaluation et la projection jusqu'en 2024, et le panneau inférieur montre les données depuis 2014.

**Figure 38.** Projection de la biomasse du stock reproducteur (SSB) avec des intervalles de confiance de 95% dans ASAP CV1% sur la projection des captures gonflées (panneaux supérieurs) et dans ASAP CV20%

(scénario du cas de base 2) sur la projection des captures gonflées (panneaux inférieurs) avec 2 scénarios de recrutement (à gauche : moyenne entre 1986 et 2020 et à droite : moyenne entre 1968 et 2012).

## APPENDICES

**Appendice 1.** Ordre du jour.

**Appendice 2.** Liste des participants.

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

**Appendice 4.** Résumés des documents SCRS tels que fournis par les auteurs.

**Appendice 5.** Fichiers de contrôle, de paramètres et de données pour le scénario 385 de la VPA pour le thon rouge de l'Est.

**Appendice 6.** Fichiers de contrôle, de paramètres et de données pour le scénario 16 repondéré de Stock Synthesis pour le thon rouge de l'Est.

**Appendice 7.** Fichier de contrôle et de données pour le scénario du cas de base 2 d'ASAP pour le thon rouge de l'Est.

**Appendice 8.** MSE pour le thon rouge de l'Atlantique - Résultats, décisions et prochaines étapes.

**Table 1.** List of VPA run descriptions conducted during the meeting.

<b>Run</b>	<b>Modifications</b>
288	Continuity run, updated CAA (V2b), updated WMED_LARV
289	Run 288, plus group = 16+
290	Run 289, set F-ratio=1 for all years
291	Run 289, use Richards curve
292	Run 289, F-ratio=1 and use Richards curve
293	Run 289, Try additive variance for indices
294	Run 289, Selectivity is estimated for WMED_LARV
295	Run 288, change F-term priors and change search settings, F-ratio for 1968-1980 and 1981-1995 = 1
287	Run 295, Constraint of 0.5 on vulnerability on ages 5-9 over 6 years (before was ages 1-9 and 3 years) and Constraint of 0.5 on recruitment over 6 years (before was no constraint)
286	Run 287, change F-term priors and change search settings, F-ratio for 1968-1980 and 1981-1995 = 0.75
303	Run 286, add WMED_GBYP_AER survey
304	Run 303, remove WMED_LARVsurvey
367	Run 286 fix selectivity for WMED_LARV, and constrain bounds for terminal F
385	Run 288(Continuity run) + constraint on fixed selectivity for WMED_LARV + terminal F bound constraints + vulnerability strength = 0.3
386	Run 385 Estimate the F-ratio

RÉUNION D'ÉVALUATION STOCK E-BFT - MADRID/HYBRIDE 2022

**Table 2.** List of model fitting statistics for the VPA runs conducted during the meeting.

Run	obj_func_				AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus	FR_AER1	FR_AER2	EastAtMed	Index						WMED_	WMED_
	obj_func	with_cte	nb_param	nb_data												JPN_LL_	JPN_LL1_	JPN_LL2_	MOR_POR	MOR_SP_	SP_BB1		
286	-68.97	99.19	26	183	250.38	259.38	333.83	147.78	0.04	0	0.07	-0.09	4.11	2.93	17.66	10.75	6.09	7.06	10.15	4.58	0.07	NA	-9
287	-67.28	100.88	26	183	253.77	262.77	337.22	153.3	0.14	-0.1	0.47	-0.29	4.2	3.13	20.27	10.05	5.93	5.84	6.71	5.13	-0.68	NA	-7.58
288	-56.57	111.59	28	183	279.18	289.73	369.05	160.65	0.51	-0.25	0.69	-0.52	4	-3.15	20.34	11.1	5.37	5.3	8.11	5.53	-1.5	NA	-6.74
289	-41.9	126.27	34	183	320.53	336.61	429.66	174.9	5.08	1.43	-0.47	-0.98	4.3	1.23	7.64	5.54	6.87	3.02	-5.71	9.24	1.17	NA	-14.31
290	-33.84	134.33	31	183	330.65	343.79	430.15	161.79	-0.14	-0.36	1.5	-0.48	3.92	0.34	-6.7	9.11	5.31	-4.56	0.55	8.07	1.68	NA	-1.49
291	-75.32	92.85	34	183	253.7	269.78	362.82	177.78	-0.06	0.17	0.19	-0.19	3.66	1.49	21	12.15	10.62	-0.33	3.91	11.34	0.79	NA	0.5
292	-37.36	130.81	31	183	323.61	336.75	423.11	162.84	0.07	0.51	0.87	-0.2	3.81	1.36	-6.16	9.13	6.22	0.03	3.43	9.87	1.08	NA	-1.22
293	-34.78	133.38	31	183	328.76	341.9	428.26	162.12	-0.54	0.3	1.38	22.78	3.2	0.56	-6.68	9.61	5.24	-4.74	0.88	8.39	1.53	NA	-0.94
294	-34.75	133.41	31	183	328.82	341.96	428.32	158.81	-0.09	0.62	-0.02	3.45	3.94	0.99	-6.63	9.02	5.03	-5.06	0.4	8.12	1.26	NA	-0.75
295	-60.54	107.63	26	183	267.26	276.26	350.7	155.19	0.16	0.31	0.5	-0.25	4.18	1.31	20.23	10.11	6.45	5.72	6.94	5.08	-0.85	NA	-7.66
297	-69.53	98.63	26	183	249.27	258.27	332.71	148.1	-0.03	-0.17	0.63	-0.11	4.11	2.93	17.75	10.72	6.09	7.04	10.13	4.57	0.09	NA	-8.45
303	-68.85	105.75	28	190	267.49	277.58	358.41	150.89	-0.08	-0.27	0.92	-0.03	4.06	3.01	16.74	10.95	5.91	7.08	10.61	4.64	-0.1	0.07	-8.49
304	-72.67	88.14	26	175	228.29	237.77	310.57	147.35	0.13	1.37	-0.4	-0.08	4.11	-0.55	17.68	10.79	6.4	7.06	10.06	4.65	0.12	-1.23	NA
367	-69.54	98.63	26	183	249.26	258.26	332.7	148.25	0.01	-0.02	0.11	-0.08	4.11	2.93	17.64	10.74	6.07	7.07	10.17	4.56	0.06	NA	-8.36
377	-56.15	112.02	26	183	276.03	285.03	359.48	143.22	0.11	0.05	0.2	-0.13	3.94	0.94	15.12	11.26	5.68	7.03	11.17	4.82	-0.38	NA	-7.82
378	-63.09	105.08	26	183	262.16	271.16	345.6	148.03	-0.05	0.47	0.16	-0.06	4.09	4.83	17.29	10.83	5.84	7.07	10.35	4.61	0	NA	-8.7
379	-73.68	94.48	26	183	240.97	249.97	324.41	147.63	-0.01	-0.31	1.15	-0.15	4.13	2.33	18.01	10.68	6.16	7.05	9.92	4.57	0.17	NA	-9.25
380	-73.69	94.47	26	183	240.95	249.95	324.39	147.58	0.02	-0.12	0.29	-0.11	4.11	2.37	17.71	10.74	6.14	7.07	10.1	4.59	0.09	NA	-9.07
381	-64.94	103.23	26	183	258.45	267.45	341.9	146.54	0.07	-0.19	0.49	-0.16	4.14	2.53	18.32	10.59	5.9	7	9.76	4.54	0.22	NA	-9.09
382	-72.71	95.45	26	183	242.91	251.91	326.35	148.42	-0.09	1.23	1.14	-0.04	4.11	2.71	17.71	10.74	6.2	7.07	10.1	4.59	0.09	NA	-9.2
383	-63.21	104.95	26	183	261.91	270.91	345.35	147.37	0.01	0.71	0.42	-0.05	4.11	3.23	17.66	10.77	5.98	7.07	10.12	4.61	0.09	NA	-8.97
384	-66.91	101.25	26	183	254.5	263.5	337.95	147.57	-0.11	0.11	0.31	-0.01	4.07	4.53	16.91	10.91	5.89	7.09	10.53	4.63	-0.07	NA	-8.61
385	-74.26	93.91	26	183	239.81	248.81	323.26	147.94	0.07	-0.07	0.23	-0.14	4.12	2.38	17.82	10.71	6.14	7.05	10.07	4.56	0.1	NA	-8.5
386	-75.13	93.04	28	183	242.08	252.62	331.94	143.21	0.31	-0.15	0.36	-0.34	3.68	2.49	16.63	12.39	5.77	6.95	11.06	4.7	-0.49	NA	-7.41
392	-75.11	93.06	26	183	238.11	247.11	321.56	143.81	0.22	-0.03	0.1	-0.25	3.76	2.5	16.94	12.24	5.87	6.97	10.87	4.6	-0.38	NA	-7.69
418	-75.1	93.07	26	183	238.14	247.14	321.59	143.66	0.1	-0.13	0.32	-0.18	3.69	2.5	16.9	12.35	5.74	6.82	10.93	4.68	-0.58	NA	-7.22

**Table 3.** A test on the effect of F-ratios on the overall scale of the VPA based on the Continuity run (Run 288).

Fratio	obj_func	obj_func_with_cte	nb_param	nb_data	AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus
0.25	-54.33	113.83	28	183	283.67	294.21	373.53	143.56	-0.07	55.34	0.46	-0.18
0.5	-56.71	111.46	28	183	278.91	289.46	368.78	139.62	0.17	43.26	1.03	-0.37
0.75	-57.03	111.13	28	183	278.27	288.81	368.13	141.62	0.18	0.25	0.53	-0.33
1	-58.22	109.95	28	183	275.9	286.44	365.76	142.54	0.23	-0.13	0.45	-0.37
1.25	-57.71	110.46	28	183	276.92	287.47	366.79	142.92	0.22	-0.27	0.48	-0.39
1.5	-56.47	111.69	28	183	279.39	289.93	369.25	139.82	0.81	0.24	-0.14	-0.58

**Table 4.** Profile of the F-ratio for the 1968-1995 (top panel) and the 2008-2020 (middle panel) time blocks, and both (bottom panel) time blocks based on the Continuity run (Run 288).

1968-1995 time block

Fratio	obj_func	obj_func_with_cte	nb_param	nb_data	AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus
0.5	-66.46	101.71	26	183	255.42	264.42	338.86	146.65	-0.06	-0.42	1.47	-0.25
0.75	-67.67	100.49	26	183	252.98	261.98	336.43	150.23	0.05	-0.28	0.72	-0.31
1	-67.28	100.88	26	183	253.77	262.77	337.22	153.3	0.14	-0.10	0.47	-0.29
1.25	-65.89	102.28	26	183	256.56	265.56	340.01	155.46	0.14	-0.08	0.48	-0.27

2008-2020 time block

Fratio	obj_func	obj_func_with_cte	nb_param	nb_data	AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus
0.5	-53.92	114.24	26	183	280.48	289.48	363.93	141.14	-0.26	-0.12	0.28	0.40
0.75	-66.13	102.04	26	183	256.08	265.08	339.52	151.95	-0.07	-0.15	0.35	-0.03
1	-67.28	100.88	26	183	253.77	262.77	337.22	153.3	0.14	-0.10	0.47	-0.29
1.25	-60.68	107.49	26	183	266.98	275.98	350.43	151.06	0.82	0.08	0.30	-0.63

1968-1995 and 2008-2020 time blocks

Fratio	obj_func	obj_func_with_cte	nb_param	nb_data	AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus
0.5	-66.91	101.26	26	183	254.51	263.51	337.96	137.03	-0.07	-0.33	0.91	-0.08
0.625	-67.84	100.33	26	183	252.66	261.66	336.1	141.05	0.02	-0.14	0.42	-0.11
0.75	-68.97	99.19	26	183	250.38	259.38	333.83	147.78	0.04	-0.00	0.07	-0.09
0.875	-68.87	99.3	26	183	250.59	259.59	334.04	152.05	0.05	-0.10	0.30	-0.20
1	-67.28	100.88	26	183	253.77	262.77	337.22	153.3	0.14	-0.10	0.47	-0.29
1.125	-64.54	103.62	26	183	259.25	268.25	342.7	153.01	0.39	0.04	0.35	-0.44
1.25	-57.37	110.79	26	183	273.59	282.59	357.04	151.83	0.30	1.08	-0.17	-0.41

**Table 5.** A bidimensional profiling of the F-ratios for the first (1968-1995) and the second (2008-2020) time blocks for which the F-ratio is fixed. Values in green and blue show Runs 385 and 418, respectively.

		FratioBlock2					
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
FratioBlock1	1.50	61.1	28.5	10.9	6	8.9	13.9
	1.25	52.8	22.8	7	4.2	8.8	14.7
	1.00	40.3	16.3	3.5	3	9.7	16.5
	0.75	26.9	9.5	0.8	3	12.4	20.1
	0.50	16	3.4	0	4.8	14.2	25.8
	0.25	12.3	3.3	3.6	10.1	21.4	32.6

**Table 6.** Names and fishery definitions of the fleets used for the Stock Synthesis proposed base case (Run 8, SCRS/2022/128). Selectivity: CS: cubic spline; DN: double normal; LG: logistic.\* Indices not included in the fit of Run 8.

Fleet Number	Fleet Acronym	Description	Gear	start	end	Selectivity
1	F01_BB_BB_pre2006	BaitBoat (SP, FR) for 1950 to 2006	BaitBoat	1950	2006	CS
2	F02_BB_BB_post2007	BaitBoat (SP, FR) for 2007 to 2020	BaitBoat	2007	2020	CS
3	F03_LL_JPN_EATL_MED	Japanese longline in the East and Mediterranean for 1957 to 2009	Longline	1957	2009	DN
4	F04_LL_JPN_NEATL_pre2009	Japanese longline in the Northeast Atlantic for 1971 to 2009	Longline	1971	2009	DN
5	F05_LL_JPN_NEATL_post2010	Japanese longline in the Northeast Atlantic for 2010 to 2020	Longline	2010	2020	DN
6	F06_LL_OTH	Other countries longliners for 1961 to 2020	Longline	1961	2020	CS
7	F07_PS_NOR	Norwegian purseiners for 1950 to 1986 (/2016-20)	Purseine	1950	2020	LG
8	F08_PS_HRV	Croatian purseiners for 1991 to 2020	Purseine	1991	2020	CS
9	F09_PS_MED_pre2008	Purseiners (SP, FR) for 1966 to 2008 1,3,4Q	Purseine	1966	2007	CS
10	F10_PS_MED_pre2008Q2	Purseiners (SP, FR) for 1966 to 2008 2Q	Purseine	1966	2008	CS
11	F11_PS_MED_post2009	Purseiners (SP, FR) for 2009 to 2020	Purseine	2009	2020	CS
12	F12_PS_OTH	Purseiners other countries	Purseine	1950	2020	CS
13	F13_TP_pre2011	Traps (SP, PT, MA) for 1950 to 2011	Traps	1950	2011	DN
14	F14_TP_post2012	Traps (SP, PT, MA) for 2012 to 2020	Traps	2012	2020	DN
15	F15_TP_OTH	Traps from other countries (DZ, LY, TN, TR, IT)	Traps	1950	2020	DN
16	F16_OTH	Other gears	Other	1950	2020	Mirror F06

Fleet Number	Survey	Area - Type (Units) - Age	start	end	Selectivity
17	S1_MOR_SPN_TP	East Atlantic & Med - CPUE (numbers) - Age 6+	1981	2011	Mirror - F13_TP_pre2011
18	S2_MOR_POR_TP	East Atlantic & Med - CPUE (numbers) - Age 10+	2012	2020	Mirror - F14_TP_post2012
19	S3_SPN_BB1	East Atlantic - CPUE (biomass) - Age 2-3	1952	2006	Mirror - F01_BB_BB_pre2006
20	S4_SPN_FR_BB2	East Atlantic - CPUE (biomass) - Age 3-6	2007	2014	Mirror - F02_BB_BB_post2007
21	S5_JPN_LL_EatMed	East Atlantic & Med - CPUE (numbers) - Age 6-10	1975	2009	Mirror - F03_LL_JPN_EATL_MED
22	S6_JPN_LL1_NEA	NEast Atlantic - CPUE (numbers) - Age 4-10	1990	2009	Mirror - F04_LL_JPN_NEATL_pre2009
23	S7_JPN_LL2_NEA	NEast Atlantic - CPUE (numbers) - Age 4-10	2010	2020	Mirror - F05_LL_JPN_NEATL_post2010
24	S8_WMED_IARV	West Med - Survey (numbers) - SSB	2001	2020	SSB
25	S9_FRA_AER1	West Med - Survey (numbers) - Age 2-4	2000	2003	Ages 2-4
26	S10_FRA_AER2	West Med - Survey (numbers) - Age 2-4	2009	2020	Ages 2-4
27	S11_WMED_GBYP_AER	Balearic Sea - Survey (biomass) - SSB	2010	2019	SSB
28*	S12_WCMED_GBYP_AER	WCmed - Survey (biomass) - SSB	2010	2019	SSB
29*	S13_JPN_LL_VAST1	NEast Atlantic - CPUE (numbers) - Age 4-10	1995	2009	Mirror - F04_LL_JPN_NEATL_pre2009
30*	S14_JPN_LL_VAST2	NEast Atlantic - CPUE (numbers) - Age 4-10	2010	2020	Mirror - F05_LL_JPN_NEATL_post2010

**Table 7.** The list of runs explored for the Stock Synthesis model based on the proposed base case (Run 8, SCRS/2022/128).

<b>Run</b>	<b>Definition</b>	<b>Description of changes</b>
Run 8	Proposed Base Model	Based on Run 82 of EBFT assessment meeting in 2017: 1) Model runs from 1950-2020; 2) Updating information 2016-2020; 3) 16 fishing fleets 4) 11 abundance indices, including the new index GBYP - WMED; 4) All fleet selectivity models were redefined and assumption of logistic selectivity for Norwegian Purseines; 5) Linf fixed at 271 cm; K fixed at 0.233871; 6) M from age0 : 0.82, 0.41, 0.32, 0.26, 0.22, 0.19, 0.17, 0.15, 0.14, 0.13, 0.12, 0.12; age12-20: 0.11; age21-30: 0.1
Run 16	Natural mortality internally estimated	Based on Run 8: 1) Natural mortality is estimated by the model by Lorenzen's method and using Mage20=0.1 as reference age.
Run 16noCAAL	Impact of removing age information	Based on Run 16: 1) Conditional-at-length information excluded.
Run 17	Growth fixed using Ailloud et al. (2017) and no age information included	Based on Run 16: 1) Growth parameters fixed (Ailloud et al., 2017): Linf=271; K=0.22; Richards shape parameter=-0.11; 2) Conditional age-at-length (CAAL) excluded.
Run 18	Growth fixed using WBFT assessment 2021 and no age information included	Based on Run 16: 1) Growth parameters fixed using WBFT assessment 2021 parameters: Linf=284 cm; K=0.295175; Richards parameter=-0.993398; 2) CAAL excluded; 3) Improve selectivity parameters definition.
Run 18CAAL	Impact of including age information	Based on Run 18: 1) Including information of conditional age-at-length.
Run 19	Considering an offset for R0	Based on Run 18: 1) Include an offset for R0 with two periods : 1950-1985 / 1986-2020.
Run 20	Initial Fs estimated by the model	Based on Run 18: 1) initial Fs for fleets 13, 15 and 16 are estimated by the model.
Run 21	Recruitment deviations start in 1988	Based on Run 18: 1) Recruitment deviations estimates start in 1988.
Run 16 reweight	Base model	Based on Run 16: 1) Initial Fs are estimated by the model; 2) K is estimated by the model; 3) Selectivity parameters for some fleets were re-defined and priors included ; 4) Model was balanced (length composition reweighting) using Francis' method

**Table 8.** Parameter estimates, asymptotic standard errors, and assigned priors for the Stock Synthesis base model (run 16 reweight).

Parameter	Value	Phase	Min	Max	Init	Status	Parm	StDev	Gradient	Pr_type	Prior	Pr_SD
L_at_Amin_Fem_GP_1	54.448	2	40	60	54.5407	OK		0.269	3.81E-06	No_prior	NA	NA
VonBert_K_Fem_GP_1	0.213	2	0.15	0.3	0.215202	OK		0.004	7.47E-06	No_prior	NA	NA
Richards_Fem_GP_1	-0.144	3	-1	0.5	-0.167415	OK		0.045	6.94E-06	No_prior	NA	NA
CV_young_Fem_GP_1	0.075	3	0.05	0.15	0.0743705	OK		0.001	1.57E-07	No_prior	NA	NA
CV_old_Fem_GP_1	0.056	3	0.05	0.15	0.0560185	OK		0.002	2.29E-08	No_prior	NA	NA
SR_LN(R0)	8.062	1	6	15	8.06135	OK		0.029	5.85E-05	No_prior	NA	NA
InitF_seas_1_ft_13F13_TP_pre2011	0.024	1	0	0.2	0.0233254	OK		0.007	-4.61E-07	No_prior	NA	NA
InitF_seas_1_ft_15F15_TP_OTH	0.004	1	0	0.2	0.0043933	OK		0.001	-4.08E-07	No_prior	NA	NA
InitF_seas_1_ft_16F16_OTH	0.004	1	0	0.2	0.0035386	OK		0.001	-1.91E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F01_BB_BB_pre2006(1)	-0.250	2	-1	0.5	-0.251612	OK		0.059	-5.46E-06	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F01_BB_BB_pre2006(1)	-6.343	3	-10	0	-6.34355	OK		0.630	-6.47E-07	Normal	-6.3434	0.63
SizeSpline_Val_2_F01_BB_BB_pre2006(1)	-3.755	3	-8	1	-3.77889	OK		0.707	5.42E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F01_BB_BB_pre2006(1)	-3.110	3	-8	1	-3.12907	OK		0.682	-4.93E-06	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F01_BB_BB_pre2006(1)	-3.454	3	-8	1	-3.46757	OK		0.677	3.68E-06	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F01_BB_BB_pre2006(1)	-10.674	3	-25	1	-10.7573	OK		1.531	4.15E-06	No_prior	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F02_BB_BB_post2007(2)	-0.200	3	-1	1	-0.198329	OK		0.146	1.26E-09	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F02_BB_BB_post2007(2)	-6.781	3	-10	-2	-6.7809	OK		0.680	-4.58E-09	Normal	-6.781	0.68
SizeSpline_Val_2_F02_BB_BB_post2007(2)	-4.352	3	-9	0	-4.34227	OK		0.791	-9.45E-09	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F02_BB_BB_post2007(2)	-3.620	3	-8	1	-3.61553	OK		0.829	-3.58E-09	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F02_BB_BB_post2007(2)	-3.783	3	-8	1	-3.77471	OK		0.834	-8.65E-09	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F02_BB_BB_post2007(2)	-7.122	3	-15	1	-7.06553	OK		2.115	-8.37E-09	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_peak_F03_LL_JPN_EATL_MED(3)	244.332	3	180	270	242.404	OK		7.908	5.52E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_top_logit_F03_LL_JPN_EATL_MED(3)	-9.108	3	-20	-5	-9.10815	OK		0.910	-4.74E-09	Normal	-9.1074	0.91
Size_DbIN_descend_se_F03_LL_JPN_EATL_MED(3)	7.805	2	5	10	7.78574	OK		0.201	-1.88E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_ascend_se_F03_LL_JPN_EATL_MED(3)	5.986	2	4	10	6.12706	OK		0.973	4.94E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_peak_F04_LL_JPN_NEATL_pre2009(4)	202.787	3	150	220	201.866	OK		7.522	2.63E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_top_logit_F04_LL_JPN_NEATL_pre2009(4)	-9.219	3	-20	-5	-9.21939	OK		0.920	-1.45E-10	Normal	-9.219	0.92
Size_DbIN_ascend_se_F04_LL_JPN_NEATL_pre2009(4)	7.559	2	5	10	7.54912	OK		0.229	-3.57E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_descend_se_F04_LL_JPN_NEATL_pre2009(4)	7.053	2	5	10	7.07304	OK		0.665	1.20E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_peak_F05_LL_JPN_NEATL_post2010(5)	200.402	3	150	220	200.506	OK		2.801	2.83E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_top_logit_F05_LL_JPN_NEATL_post2010(5)	-8.387	3	-15	-5	-8.38697	OK		0.840	-3.75E-08	Normal	-8.386	0.84
Size_DbIN_ascend_se_F05_LL_JPN_NEATL_post2010(5)	5.922	2	3	9	5.92393	OK		0.232	-8.02E-09	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_descend_se_F05_LL_JPN_NEATL_post2010(5)	6.470	2	4	9	6.46892	OK		0.275	2.81E-09	No_prior	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F06_LL_OTH(6)	-0.153	4	-0.4	0.01	-0.141672	OK		0.087	-5.20E-08	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F06_LL_OTH(6)	4.032	3	0	8	4.03158	OK		0.400	-3.50E-08	Normal	4.03158	0.4
SizeSpline_Val_2_F06_LL_OTH(6)	8.817	3	0	20	8.68987	OK		1.033	-4.99E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F06_LL_OTH(6)	9.190	3	0	20	9.03224	OK		0.878	-3.28E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F06_LL_OTH(6)	10.729	2	0	20	10.5746	OK		0.976	7.19E-08	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F06_LL_OTH(6)	10.718	2	0	20	10.406	OK		1.313	8.40E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F08_PS_HRV(8)	-0.779	4	-1.5	0	-0.776449	OK		0.145	-5.82E-08	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F08_PS_HRV(8)	-36.985	3	-60	-10	-37.0304	OK		3.729	-1.83E-07	Normal	-37.478	3.8
SizeSpline_Val_2_F08_PS_HRV(8)	-7.406	2	-25	7	-7.44049	OK		3.675	7.98E-08	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F08_PS_HRV(8)	-38.306	2	-80	-10	-38.2607	OK		3.729	7.35E-08	Normal	-37.813	3.8
SizeSpline_GradHi_F09_PS_MED_pre2008(9)	-0.049	4	-0.5	0.1	-0.04791	OK		0.055	-1.01E-06	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F09_PS_MED_pre2008(9)	-1.410	3	-8	1	-1.42879	OK		1.394	-2.83E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_2_F09_PS_MED_pre2008(9)	-0.376	3	-4	4	-0.406692	OK		1.348	-8.53E-08	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F09_PS_MED_pre2008(9)	0.799	2	-3	4	0.772305	OK		1.358	-1.90E-06	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F09_PS_MED_pre2008(9)	0.665	2	-2	4	0.630642	OK		1.345	1.11E-06	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F09_PS_MED_pre2008(9)	-3.045	2	-5	-1	-3.04521	OK		0.300	5.26E-07	Normal	-3.0452	0.3
SizeSpline_GradHi_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-0.163	4	-0.5	0	-0.157989	OK		0.063	-6.90E-08	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-77.869	2	-100	-10	-77.8917	OK		1.935	-1.69E-07	Normal	-77.997	7.8
SizeSpline_Val_2_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-4.796	2	-25	20	-4.79567	OK		0.479	-5.24E-07	Normal	-4.7953	0.48
SizeSpline_Val_3_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-3.168	2	-25	20	-3.16805	OK		0.601	-4.32E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-2.723	2	-25	20	-2.71833	OK		0.622	-6.92E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-3.168	2	-25	20	-3.18056	OK		0.633	-5.59E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_6_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-3.125	2	-25	20	-3.17715	OK		0.661	5.69E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_7_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-3.214	2	-25	20	-3.21264	OK		0.797	1.72E-06	No_prior	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F11_PS_MED_post2009(11)	-0.045	4	-0.4	0.1	-0.045029	OK		0.044	-2.80E-09	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F11_PS_MED_post2009(11)	-3.991	4	-6	2	-4.01985	OK		0.513	1.39E-09	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_2_F11_PS_MED_post2009(11)	-1.102	4	-3	2	-1.12285	OK		0.454	-6.59E-09	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F11_PS_MED_post2009(11)	0.150	4	-1	3	0.127214	OK		0.438	7.17E-09	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F11_PS_MED_post2009(11)	-1.306	4	-3	0	-1.30644	OK		0.130	2.84E-09	Normal	-1.3065	0.13
SizeSpline_GradHi_F12_PS_OTH(12)	-0.128	4	-0.3	0.1	-0.121342	OK		0.051	-2.79E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F12_PS_OTH(12)	-3.600	2	-8	0	-3.59953	OK		0.360	-1.30E-07	Normal	-3.5994	0.36
SizeSpline_Val_2_F12_PS_OTH(12)	0.135	2	-4	4	0.111955	OK		0.538	-7.37E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F12_PS_OTH(12)	-0.391	2	-4	4	-0.409651	OK		0.512	-3.88E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F12_PS_OTH(12)	0.894	2	-2	3	0.868864	OK		0.544	1.88E-07	No_prior	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F12_PS_OTH(12)	0.154	2	-5	1	0.0669469	OK		0.773	4.58E-07	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_peak_F13_TP_pre2011(13)	230.277	3	180	250	229.733	OK		7.970	3.24E-07	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_top_logit_F13_TP_pre2011(13)	-9.425	3	-15	-5	-9.42526	OK		0.940	1.28E-08	Normal	-9.425	0.94
Size_DbIN_ascend_se_F13_TP_pre2011(13)	7.422	2	5	10	7.42766	OK		0.296	-3.55E-07	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_descend_se_F13_TP_pre2011(13)	5.573	2	4	9	5.72499	OK		0.979	8.73E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_peak_F14_TP_post2012(14)	226.793	3	180	260	226.896	OK		12.292	1.43E-09	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_top_logit_F14_TP_post2012(14)	-8.931	3	-15	-5	-8.93106	OK		0.890	-5.52E-08	Normal	-8.9308	0.89
Size_DbIN_ascend_se_F14_TP_post2012(14)	7.429	2	5	10	7.4075	OK		0.486	-5.18E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_descend_se_F14_TP_post2012(14)	7.436	2	3	10	7.42223	OK		1.801	-5.50E-09	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_peak_F15_TP_OTH(15)	143.586	3	110	180	143.136	OK		6.622	2.56E-07	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_top_logit_F15_TP_OTH(15)	-7.625	3	-12	-4	-7.6247	OK		0.761	-4.47E-10	Normal	-7.627	0.76
Size_DbIN_ascend_se_F15_TP_OTH(15)	6.196	2	4	8	6.17412	OK		0.437	-9.70E-08	No_prior	NA	NA
Size_DbIN_descend_se_F15_TP_OTH(15)	9.413	2	7	10	9.42498	OK		0.360	1.51E-07	No_prior	NA	NA

**Table 9.** Estimates of spawning stock biomass (SSB), biomass, recruitments (age 1), exploitation rate, fishing mortalities for ages 2 to 5 and ages older than 10 of VPA (run 385), Stock Synthesis (run 16 reweight), and ASAP (base run 2) for East Atlantic and Mediterranean bluefin tuna with 95% confidence intervals.

Year	SSB (t)										
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3_Run16	reweight	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24	CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
1950					948312	867727	1028897				
1951					906005	828706	983304				
1952					850853	776821	924885				
1953					791021	720192	861850				
1954					731864	664198	799530				
1955					665532	600969	730095				
1956					611613	550024	673202				
1957					554599	495826	613372				
1958					503476	447331	559621				
1959					462140	408336	515944				
1960					422455	370587	474323				
1961					385462	335255	435669				
1962					348694	299940	397448				
1963					325627	278144	373110				
1964					303115	256728	349502				
1965					283127	237557	328697				
1966					269193	224367	314019				
1967					251332	207169	295495				
1968	239886	225595	254177		241577	198041	285113	298517	167814	167814	429220
1969	268535	251363	285707		227349	184715	269983	302262	181636	181636	422888
1970	289262	269871	308653		217305	175684	258926	312785	193123	193123	432447
1971	312317	290725	333909		209343	168730	249956	320678	203842	203842	437514
1972	338769	314753	362785		201616	162110	241122	323296	215647	215647	430945
1973	357986	332087	383885		196387	157949	234825	337840	230996	230996	444684
1974	361138	334205	388071		183091	145780	220402	348278	246199	246199	450357
1975	390251	359828	420674		171307	135172	207442	333246	244870	244870	421622
1976	341777	313755	369799		160201	125261	195141	331347	246561	246561	416133
1977	348119	318087	378151		156965	123170	190760	328222	246333	246333	410111
1978	324933	295734	354132		154088	121462	186714	330418	252571	252571	408265
1979	306248	277742	334754		152885	121440	184330	339616	261598	261598	417634
1980	285850	258232	313468		149085	118911	179259	329467	258836	258836	400098
1981	262676	236270	289082		146804	118012	175596	325726	258523	258523	392929
1982	259767	232305	287229		137017	109793	164241	312538	249287	249287	375789
1983	238255	211413	265097		128455	102903	154007	298936	239223	239223	358649
1984	225662	198370	252954		117831	94055	141607	284182	227324	227324	341040
1985	221093	192433	249753		109679	87692	131666	269586	215923	215923	323249
1986	218158	187975	248341		105891	85688	126094	256107	204673	204673	307541
1987	198189	169056	227322		103146	84604	121688	258815	206710	206710	310920
1988	193336	162974	223698		96442	79603	113280	247444	197315	197315	297573
1989	190146	158177	222115		95675	80539	110811	235190	186894	186894	283486
1990	179195	147217	211173		94336	80723	107950	225334	178841	178841	271827
1991	169154	137258	201050		97337	85067	109608	218791	173580	173580	264002
1992	179847	145221	214473		103931	92927	114935	210975	167226	167226	254724
1993	184727	148707	220747		118599	108317	128881	205841	163280	163280	248402
1994	176157	140348	211966		122636	112698	132574	197922	158506	158506	237338
1995	177291	138244	216338		119190	109280	129100	195195	156901	156901	233489
1996	180321	139522	221120		119528	109445	129611	203174	163998	163998	242350
1997	187843	148655	227031		124364	113815	134913	205358	165639	165639	245077
1998	204471	162519	246423		133042	122166	143918	230288	182170	182170	278406
1999	212993	173578	252408		132804	121870	143738	202259	163055	163055	241463
2000	212344	176190	248498		130192	118938	141446	204723	165307	165307	244139
2001	215239	180808	249670		125693	114371	137015	189040	153088	153088	224992
2002	230005	196468	263542		120564	109734	131394	183762	148574	148574	218950
2003	232150	202096	262204		118414	108011	128817	174179	141061	141061	207297
2004	225485	195874	255096		114524	104529	124519	165248	133808	133808	196688
2005	217045	186252	247838		114978	105440	124516	156222	126836	126836	185608
2006	208083	174617	241549		117273	107296	127250	154393	125397	125397	183389
2007	196382	159317	233447		114069	101055	127083	152852	123076	123076	182628
2008	197695	156547	238843		132993	114961	151025	163178	130593	130593	195763
2009	198233	152836	243630		160552	135876	185228	184320	147560	147560	221080
2010	205366	155021	255711		196484	164627	228341	215737	173309	173309	258165
2011	225260	167243	283277		228182	189928	266436	250257	201341	201341	299173
2012	233559	170022	297096		256261	212004	300518	285616	230667	230667	340565
2013	240117	170593	309641		282773	232465	333081	326757	263065	263065	390449
2014	249978	172102	327854		310567	254521	366613	362876	291232	291232	434520
2015	269948	179081	360815		334093	272908	395278	400688	319724	319724	481652
2016	294593	186219	402967		365250	297344	433156	447932	355971	355971	539893
2017	320202	191591	448813		396367	320774	471960	502611	396985	396985	608237
2018	354918	198455	511381		425000	340473	509527	545825	427915	427915	663735
2019	396904	209603	584205		453514	357174	549854	579404	449930	449930	708878
2020	444216	227399	661033		484878	371370	598386	626966	481863	481863	772069

Table 9. Continued.

Year	Biomass (t)						ASAP24_CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3 Run16 reweight	SS3_LCI	SS3_UCI			
1950				961594	881009	1042179			
1951				918292	840992	995591			
1952				862914	788882	936947			
1953				804225	733396	875055			
1954				746866	679199	814532			
1955				681302	616740	745865			
1956				628965	567376	690555			
1957				572696	513923	631468			
1958				520233	464087	576378			
1959				477031	423227	530834			
1960				436108	384241	487976			
1961				396765	346557	446972			
1962				358879	310125	407633			
1963				336702	289218	384185			
1964				317686	271300	364073			
1965				299251	253681	344820			
1966				283249	238423	328075			
1967				263853	219690	308015			
1968	285600	268262	302938	251123	207587	294659	362371	223417	501325
1969	297400	278321	316479	238294	195660	280927	357764	229245	486283
1970	304400	284085	324715	230291	188670	271912	365750	238773	492727
1971	331600	308854	354346	223244	182631	263858	384540	260766	508314
1972	356000	330943	381057	216633	177127	256140	386733	272855	500611
1973	377400	350178	404622	213581	175143	252018	402431	289382	515480
1974	381800	353357	410243	202378	165067	239689	417673	309495	525851
1975	412300	380094	444506	190396	154261	226531	397801	303833	491769
1976	366600	336478	396722	177859	142919	212798	393769	303531	484007
1977	371400	339330	403470	169919	136124	203713	389094	301939	476249
1978	344200	313269	375131	166049	133422	198675	386478	303635	469321
1979	325900	295598	356202	165475	134030	196919	393436	310467	476405
1980	301700	272692	330708	163590	133416	193764	380987	305819	456155
1981	281300	253316	309284	161668	132876	190460	374961	303411	446511
1982	283200	253651	312749	153533	126309	180756	368732	301277	436187
1983	264300	235149	293451	145627	120075	171179	362486	298369	426603
1984	254100	224118	284082	134629	110852	158405	349283	287960	410606
1985	245700	214354	277046	127890	105903	149877	328230	270239	386221
1986	244300	211429	277171	125332	105130	145535	316944	261015	372873
1987	223300	191761	254839	125803	107261	144345	315631	259267	371995
1988	223300	190457	256143	121229	104390	138067	310991	256501	365481
1989	226400	191841	260959	127452	112316	142588	301592	248748	354436
1990	218900	184538	253262	138832	125219	152446	297807	246747	348867
1991	219400	185016	253784	147408	135138	159679	299976	249900	350052
1992	234100	196712	271488	155340	144336	166344	301427	252658	350196
1993	239400	200550	278250	167310	157028	177592	310540	262951	358129
1994	242100	203356	280844	174028	164090	183966	330543	285126	375960
1995	251700	210229	293171	177324	167415	187234	320379	275979	364779
1996	250100	208229	291971	178964	168881	189046	323726	278278	369174
1997	255500	216216	294784	179717	169168	190266	320596	273848	367344
1998	267600	226160	309040	177127	166251	188002	327305	271425	383185
1999	277300	239591	315009	178472	167538	189407	292167	245639	338695
2000	277800	242935	312665	176184	164930	187439	293800	247011	340589
2001	275700	241285	310115	173606	162284	184928	272660	229536	315784
2002	281400	246067	316733	170753	159923	181583	269205	226591	311819
2003	277600	243534	311666	172098	161694	182501	261214	220438	301990
2004	272300	237811	306789	172040	162045	182035	255890	216243	295537
2005	263000	226597	299403	172787	163249	182324	243436	205708	281164
2006	249500	210372	288628	172988	163011	182965	246140	207991	284289
2007	233000	189982	276018	156379	143365	169393	248928	209118	288738
2008	225000	177905	272095	171490	153459	189522	256617	213619	299615
2009	226500	173826	279174	192604	167928	217280	275425	227225	323625
2010	234900	175896	293904	223477	191620	255335	306192	250904	361480
2011	258200	189380	327020	254248	215994	292502	341184	278676	403692
2012	273800	195637	351963	287370	243113	331626	386313	315784	456842
2013	280100	194852	365348	320402	270094	370710	435445	354477	516413
2014	301100	201934	400266	353639	297593	409685	504589	409809	599369
2015	328100	211875	444325	386199	325015	447384	530234	428594	631874
2016	381200	232644	529756	421685	353780	489591	577169	464257	690081
2017	400400	232222	568578	451101	375508	526694	650694	520309	781079
2018	430700	234818	626582	480323	395796	564850	705032	559965	850099
2019	460200	235078	685322	505672	409331	602012	743004	585008	901000
2020	472600	225317	719883	527340	413832	640847	800251	624002	976500

Table 9. Continued.

Year	R(age1)									
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3 Run16	reweight	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24_CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
1950						619340				
1951						595190				
1952						683551				
1953						809974				
1954						969926				
1955						1210680				
1956						1021330				
1957						897374				
1958						1036640				
1959						767721				
1960						524917				
1961						464818				
1962						499026				
1963						579710				
1964						724594				
1965						1306730				
1966						527076				
1967						307412				
1968	952569	915938	1016073			663237		1114800	773682	1455918
1969	761415	737704	802568			545538		1185090	820020	1550160
1970	959166	931464	1007098			860638		1775830	1299726	2251934
1971	1347759	1303575	1424151			762649		1879110	1383269	2374951
1972	945180	917505	993069			954843		1482460	1062079	1902841
1973	1263823	1203595	1368030			649778		1060880	728229	1393531
1974	1436519	1383612	1528002			1550120		1796200	1328936	2263464
1975	1162414	1105603	1260690			885876		1137200	788888	1485512
1976	1366369	1298247	1484223			747970		1396070	1008578	1783562
1977	900868	863508	965432			457504		1253460	891389	1615531
1978	769933	738386	824437			709932		1185260	856019	1514501
1979	811534	764631	892604			691637		643851	416334	871368
1980	1225461	1174429	1313715			825704		1259560	920519	1598601
1981	1171809	1119077	1263061			804001		1053460	736606	1370314
1982	1481732	1406279	1612379			679473		1363100	982546	1743654
1983	2267481	2175796	2426260			1338200		2188650	1695044	2682256
1984	1250277	1185178	1363027			937058		1231250	873021	1589479
1985	1207180	1133834	1334320			738827		1035500	711845	1359155
1986	2007394	1933999	2134806			1346330		2031710	1554666	2508754
1987	1539480	1464895	1669235			1422790		1295980	915583	1676377
1988	2616677	2551657	2723191			1573080		2203320	1670455	2736185
1989	2649847	2543468	2799286			1297950		2072780	1532584	2612976
1990	2923355	2847272	3035257			3232230		2576500	1932189	3220811
1991	3292533	3204159	3412402			3913320		3042080	2268252	3815908
1992	3850347	3677997	4041774			1642510		3949560	2962680	4936440
1993	4135862	3994585	4283253			2112840		4779210	3619498	5938922
1994	4069719	3989614	4150731			3386090		4396610	3331703	5461517
1995	4631145	4571214	4711224			4623240		4445930	3379533	5512327
1996	4244162	4180298	4299238			2381140		4767840	3650111	5885569
1997	3210173	3145074	3275715			3050570		3327840	2468576	4187104
1998	3826774	3662573	4022859			2547790		2463860	1815786	3111934
1999	3448325	3181903	3767176			1503280		2148140	1595302	2700978
2000	2449526	2344684	2648618			3811770		2195220	1619529	2770911
2001	2195305	2084629	2405450			2594570		2120560	1553924	2687196
2002	2562746	2372160	2924570			2679550		2125990	1574642	2677338
2003	2118730	1978749	2384160			2864030		2490870	1874489	3107251
2004	2672458	2485444	3026745			4119080		3233760	2529356	3938164
2005	1823561	1647212	2157664			2863690		2472170	1859278	3085062
2006	1466805	1310683	1762769			2863870		2445930	1805108	3086752
2007	1364880	1193036	1690647			2514990		2349040	1692009	3006071
2008	1347949	1094584	1828608			1382370		2328480	1618921	3038039
2009	1342315	1067024	1864691			902934		2319600	1595400	3043800
2010	1408294	1090797	2011138			1314750		2123250	1404342	2842158
2011	1722277	1286748	2549582			1604990		2477390	1610952	3343828
2012	2218714	1573658	3444400			874240		2749590	1826332	3672848
2013	2706381	1848570	4099031			2264720		3303090	2156372	4449808
2014	3315854	2207793	5019920			2702610		4612340	3110647	6114033
2015	3421524	2175235	5518785			2223710		2572110	1576920	3567300
2016	4475371	3022224	7682137			2404670		2306140	1390820	3221460
2017	4552691	3516704	8283249			3519150		5187660	3376346	6998974
2018						1712790		5339560	2863492	7815628
2019						2505140		2592230	835639	4348821
2020						1742250		1902160	148195	3656125

Table 9. Continued.

Year	Exploitation rate								
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3 Run16 reweight	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24_CV	ASAP_LCI	ASAP_UCI
1950				0.03	0.02	0.03			
1951				0.03	0.03	0.03			
1952				0.04	0.04	0.05			
1953				0.05	0.04	0.05			
1954				0.05	0.04	0.05			
1955				0.06	0.05	0.06			
1956				0.04	0.04	0.05			
1957				0.06	0.05	0.06			
1958				0.06	0.05	0.06			
1959				0.05	0.05	0.06			
1960				0.05	0.05	0.06			
1961				0.06	0.06	0.07			
1962				0.07	0.06	0.08			
1963				0.05	0.04	0.05			
1964				0.05	0.04	0.06			
1965				0.05	0.05	0.06			
1966				0.05	0.04	0.06			
1967				0.07	0.06	0.08			
1968	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	0.04	0.03	0.07
1969	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.07
1970	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.05	0.03	0.02	0.05
1971	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.04
1972	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.04
1973	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.04
1974	0.05	0.05	0.05	0.09	0.07	0.11	0.05	0.04	0.06
1975	0.05	0.05	0.05	0.11	0.09	0.13	0.05	0.04	0.07
1976	0.06	0.06	0.05	0.12	0.09	0.14	0.06	0.05	0.07
1977	0.05	0.05	0.04	0.11	0.09	0.13	0.05	0.04	0.06
1978	0.04	0.05	0.04	0.09	0.07	0.11	0.04	0.03	0.05
1979	0.04	0.04	0.03	0.07	0.06	0.09	0.03	0.03	0.04
1980	0.05	0.05	0.04	0.08	0.07	0.10	0.04	0.03	0.05
1981	0.05	0.05	0.04	0.09	0.07	0.10	0.04	0.03	0.05
1982	0.08	0.08	0.07	0.14	0.11	0.16	0.06	0.05	0.08
1983	0.08	0.09	0.07	0.14	0.12	0.17	0.06	0.05	0.08
1984	0.10	0.10	0.08	0.17	0.14	0.20	0.08	0.06	0.09
1985	0.09	0.10	0.08	0.16	0.14	0.19	0.07	0.06	0.09
1986	0.08	0.09	0.07	0.15	0.13	0.18	0.06	0.05	0.08
1987	0.08	0.09	0.07	0.15	0.12	0.17	0.06	0.05	0.08
1988	0.11	0.12	0.09	0.19	0.16	0.22	0.08	0.07	0.10
1989	0.09	0.10	0.08	0.17	0.15	0.20	0.08	0.06	0.09
1990	0.11	0.12	0.09	0.19	0.16	0.21	0.08	0.07	0.10
1991	0.12	0.13	0.10	0.19	0.17	0.21	0.09	0.08	0.11
1992	0.13	0.15	0.11	0.22	0.20	0.23	0.11	0.09	0.13
1993	0.14	0.16	0.12	0.22	0.21	0.23	0.11	0.09	0.13
1994	0.19	0.21	0.16	0.28	0.27	0.29	0.13	0.12	0.15
1995	0.19	0.21	0.15	0.27	0.26	0.29	0.14	0.12	0.16
1996	0.20	0.23	0.17	0.29	0.28	0.31	0.16	0.14	0.18
1997	0.20	0.23	0.17	0.29	0.27	0.30	0.16	0.14	0.19
1998	0.18	0.21	0.15	0.28	0.26	0.29	0.13	0.11	0.16
1999	0.17	0.20	0.15	0.28	0.27	0.30	0.14	0.12	0.17
2000	0.18	0.20	0.15	0.28	0.27	0.29	0.14	0.12	0.17
2001	0.18	0.20	0.15	0.28	0.27	0.30	0.15	0.13	0.18
2002	0.17	0.19	0.15	0.29	0.27	0.30	0.16	0.14	0.19
2003	0.18	0.20	0.15	0.29	0.28	0.31	0.17	0.15	0.20
2004	0.18	0.20	0.15	0.29	0.28	0.30	0.16	0.14	0.19
2005	0.19	0.21	0.16	0.29	0.28	0.31	0.15	0.13	0.17
2006	0.20	0.22	0.16	0.29	0.27	0.31	0.15	0.13	0.18
2007	0.26	0.30	0.21	0.35	0.32	0.38	0.18	0.15	0.21
2008	0.11	0.13	0.08	0.16	0.14	0.17	0.09	0.08	0.11
2009	0.09	0.10	0.07	0.12	0.10	0.13	0.07	0.06	0.08
2010	0.05	0.06	0.04	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.04
2011	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03
2012	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03
2013	0.05	0.06	0.03	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04
2014	0.04	0.06	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.02	0.03
2015	0.05	0.06	0.03	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04
2016	0.05	0.07	0.03	0.05	0.04	0.06	0.03	0.03	0.04
2017	0.06	0.08	0.04	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.05
2018	0.06	0.09	0.04	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.05
2019	0.07	0.10	0.04	0.06	0.05	0.08	0.04	0.03	0.05
2020	0.07	0.11	0.04	0.07	0.05	0.08	0.04	0.04	0.06

Table 9. Continued.

Year	F ages 2-5								
	VPA_Run3i	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3_Run16	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24_CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
1950				0.05	0.04	0.06			
1951				0.10	0.07	0.13			
1952				0.16	0.10	0.22			
1953				0.18	0.11	0.24			
1954				0.26	0.16	0.35			
1955				0.31	0.20	0.42			
1956				0.15	0.10	0.20			
1957				0.16	0.11	0.20			
1958				0.15	0.11	0.19			
1959				0.13	0.09	0.16			
1960				0.05	0.04	0.06			
1961				0.06	0.05	0.07			
1962				0.07	0.05	0.08			
1963				0.06	0.05	0.08			
1964				0.06	0.05	0.08			
1965				0.08	0.06	0.10			
1966				0.15	0.13	0.18			
1967				0.11	0.09	0.13			
1968	0.05	0.04	0.05	0.11	0.08	0.15	0.07		
1969	0.04	0.04	0.05	0.12	0.10	0.15	0.08		
1970	0.04	0.04	0.04	0.15	0.12	0.18	0.05		
1971	0.05	0.05	0.05	0.18	0.13	0.22	0.05		
1972	0.08	0.08	0.09	0.13	0.10	0.15	0.05		
1973	0.06	0.06	0.07	0.14	0.11	0.16	0.05		
1974	0.13	0.12	0.14	0.11	0.09	0.13	0.08		
1975	0.07	0.07	0.08	0.11	0.09	0.12	0.09		
1976	0.12	0.11	0.13	0.13	0.10	0.15	0.10		
1977	0.08	0.07	0.09	0.14	0.12	0.16	0.09		
1978	0.08	0.07	0.08	0.13	0.11	0.15	0.07		
1979	0.07	0.06	0.07	0.11	0.09	0.12	0.06		
1980	0.08	0.07	0.08	0.10	0.09	0.12	0.07		
1981	0.08	0.07	0.09	0.10	0.08	0.11	0.07		
1982	0.14	0.13	0.15	0.15	0.12	0.18	0.11		
1983	0.12	0.11	0.13	0.19	0.16	0.22	0.14		
1984	0.16	0.14	0.17	0.19	0.17	0.22	0.16		
1985	0.21	0.19	0.23	0.21	0.17	0.24	0.16		
1986	0.12	0.10	0.13	0.19	0.16	0.22	0.14		
1987	0.16	0.14	0.17	0.19	0.16	0.22	0.14		
1988	0.17	0.15	0.18	0.23	0.20	0.27	0.19		
1989	0.17	0.15	0.19	0.18	0.16	0.21	0.17		
1990	0.20	0.18	0.21	0.16	0.14	0.18	0.19		
1991	0.19	0.17	0.20	0.15	0.13	0.17	0.20		
1992	0.18	0.16	0.18	0.15	0.14	0.17	0.22		
1993	0.22	0.21	0.23	0.19	0.17	0.20	0.22		
1994	0.15	0.14	0.15	0.24	0.22	0.27	0.25		
1995	0.13	0.12	0.14	0.23	0.20	0.25	0.25		
1996	0.20	0.19	0.21	0.22	0.20	0.24	0.30		
1997	0.18	0.17	0.19	0.21	0.20	0.23	0.30		
1998	0.22	0.21	0.22	0.22	0.20	0.24	0.26		
1999	0.15	0.15	0.16	0.24	0.21	0.27	0.14		
2000	0.14	0.13	0.14	0.28	0.24	0.31	0.14		
2001	0.16	0.15	0.17	0.23	0.20	0.26	0.16		
2002	0.14	0.13	0.15	0.28	0.24	0.31	0.16		
2003	0.14	0.13	0.15	0.21	0.18	0.24	0.18		
2004	0.14	0.12	0.15	0.24	0.21	0.26	0.17		
2005	0.11	0.09	0.12	0.22	0.20	0.25	0.15		
2006	0.12	0.10	0.13	0.21	0.18	0.24	0.09		
2007	0.18	0.14	0.20	0.32	0.28	0.37	0.11		
2008	0.15	0.12	0.17	0.08	0.06	0.09	0.06		
2009	0.05	0.04	0.06	0.04	0.03	0.05	0.04		
2010	0.05	0.04	0.06	0.02	0.02	0.03	0.02		
2011	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02		
2012	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02		
2013	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02		
2014	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01		
2015	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02		
2016	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02		
2017	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.02	0.02		
2018	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03		
2019	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03		
2020	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03		

Table 9. Continued.

Year	F ages 10+									
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3 Run16	reweight	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24_CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
1950					0.03	0.03	0.04			
1951					0.03	0.03	0.04			
1952					0.04	0.04	0.05			
1953					0.05	0.04	0.05			
1954					0.04	0.04	0.05			
1955					0.06	0.05	0.06			
1956					0.05	0.05	0.06			
1957					0.07	0.06	0.07			
1958					0.07	0.06	0.08			
1959					0.06	0.05	0.07			
1960					0.07	0.06	0.08			
1961					0.08	0.07	0.09			
1962					0.09	0.08	0.11			
1963					0.06	0.05	0.07			
1964					0.07	0.06	0.08			
1965					0.07	0.06	0.08			
1966					0.05	0.04	0.06			
1967					0.08	0.07	0.10			
1968	0.06	0.05	0.06		0.06	0.04	0.07	0.05	0.03	0.07
1969	0.07	0.07	0.08		0.07	0.05	0.08	0.05	0.03	0.07
1970	0.05	0.04	0.05		0.05	0.04	0.06	0.04	0.02	0.05
1971	0.04	0.04	0.04		0.05	0.03	0.06	0.04	0.02	0.05
1972	0.03	0.03	0.03		0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.05
1973	0.02	0.02	0.02		0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.04
1974	0.04	0.03	0.04		0.12	0.09	0.14	0.06	0.04	0.08
1975	0.05	0.04	0.05		0.15	0.11	0.18	0.07	0.04	0.09
1976	0.05	0.05	0.06		0.16	0.12	0.21	0.07	0.05	0.09
1977	0.04	0.04	0.05		0.14	0.10	0.18	0.06	0.04	0.08
1978	0.04	0.03	0.04		0.11	0.08	0.15	0.05	0.03	0.07
1979	0.03	0.03	0.03		0.10	0.07	0.13	0.04	0.03	0.05
1980	0.04	0.04	0.05		0.12	0.08	0.15	0.05	0.03	0.07
1981	0.04	0.04	0.04		0.12	0.09	0.15	0.05	0.03	0.07
1982	0.06	0.06	0.07		0.19	0.14	0.24	0.08	0.05	0.11
1983	0.07	0.06	0.07		0.18	0.14	0.22	0.09	0.05	0.12
1984	0.07	0.06	0.08		0.23	0.17	0.29	0.10	0.06	0.14
1985	0.06	0.05	0.07		0.22	0.16	0.28	0.10	0.06	0.14
1986	0.06	0.05	0.07		0.21	0.15	0.27	0.09	0.05	0.13
1987	0.06	0.05	0.07		0.19	0.14	0.24	0.09	0.05	0.13
1988	0.08	0.07	0.09		0.27	0.20	0.35	0.12	0.07	0.17
1989	0.07	0.05	0.08		0.26	0.19	0.33	0.11	0.06	0.15
1990	0.08	0.06	0.09		0.33	0.24	0.42	0.12	0.07	0.17
1991	0.10	0.08	0.11		0.39	0.28	0.50	0.13	0.08	0.18
1992	0.10	0.08	0.12		0.47	0.35	0.59	0.14	0.09	0.20
1993	0.09	0.07	0.11		0.51	0.38	0.64	0.14	0.08	0.19
1994	0.24	0.18	0.30		0.82	0.60	1.03	0.16	0.09	0.22
1995	0.30	0.20	0.41		0.89	0.68	1.10	0.16	0.10	0.22
1996	0.38	0.22	0.62		1.00	0.77	1.23	0.19	0.11	0.26
1997	0.42	0.24	0.70		1.01	0.80	1.21	0.19	0.11	0.26
1998	0.33	0.20	0.54		0.77	0.64	0.90	0.17	0.09	0.24
1999	0.41	0.25	0.68		0.67	0.56	0.77	0.26	0.17	0.36
2000	0.46	0.27	0.79		0.70	0.58	0.82	0.26	0.17	0.36
2001	0.37	0.23	0.62		0.77	0.63	0.91	0.29	0.19	0.39
2002	0.35	0.23	0.57		0.67	0.56	0.78	0.29	0.19	0.40
2003	0.34	0.23	0.53		0.69	0.58	0.79	0.32	0.21	0.44
2004	0.35	0.24	0.50		0.65	0.55	0.76	0.31	0.20	0.41
2005	0.41	0.29	0.60		0.71	0.59	0.83	0.28	0.18	0.37
2006	0.43	0.29	0.62		0.80	0.65	0.95	0.32	0.22	0.42
2007	0.45	0.33	0.58		0.83	0.65	1.01	0.39	0.26	0.52
2008	0.09	0.07	0.11		0.48	0.38	0.58	0.21	0.14	0.27
2009	0.08	0.06	0.10		0.32	0.25	0.38	0.15	0.11	0.20
2010	0.03	0.02	0.04		0.15	0.12	0.18	0.08	0.05	0.10
2011	0.04	0.03	0.05		0.10	0.08	0.12	0.06	0.04	0.07
2012	0.05	0.03	0.06		0.08	0.06	0.10	0.05	0.04	0.07
2013	0.05	0.04	0.07		0.08	0.06	0.09	0.06	0.04	0.07
2014	0.07	0.05	0.08		0.06	0.05	0.08	0.05	0.04	0.06
2015	0.07	0.05	0.09		0.07	0.05	0.08	0.04	0.02	0.06
2016	0.08	0.05	0.10		0.07	0.06	0.09	0.05	0.03	0.07
2017	0.09	0.06	0.13		0.08	0.06	0.10	0.05	0.03	0.07
2018	0.12	0.07	0.17		0.09	0.07	0.12	0.06	0.03	0.08
2019	0.13	0.08	0.19		0.10	0.08	0.13	0.06	0.03	0.09
2020	0.11	0.06	0.18		0.11	0.08	0.14	0.06	0.03	0.10

**Table 10.** Projection settings for selectivity, weight-at-age and natural mortality-at-age (M) for VPA.

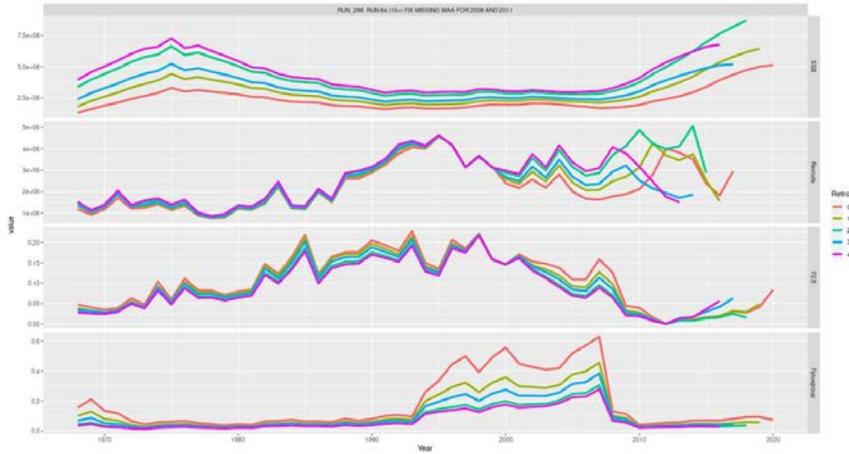
Age	Maturity	Selectivity (recent 2007- 2016)	Selectivity (recent 1968- 2016)	Weight	M
1	0	0.0031	0.0033	4.116	0.38
2	0	0.1830	0.1905	10.004	0.3
3	0.25	0.0900	0.0919	21.465	0.24
4	0.5	0.1785	0.1785	35.707	0.2
5	1	0.2165	0.2165	49.844	0.18
6	1	0.1554	0.1554	68.257	0.16
7	1	0.1972	0.1972	93.386	0.14
8	1	0.3746	0.3746	113.555	0.13
9	1	1.0000	1.0000	136.736	0.12
10+	1	0.7500	0.7500	Growth curve	0.10

**Table 11.** Projection settings for selectivity, weight-at-age and natural mortality-at-age (M) for Stock Synthesis.

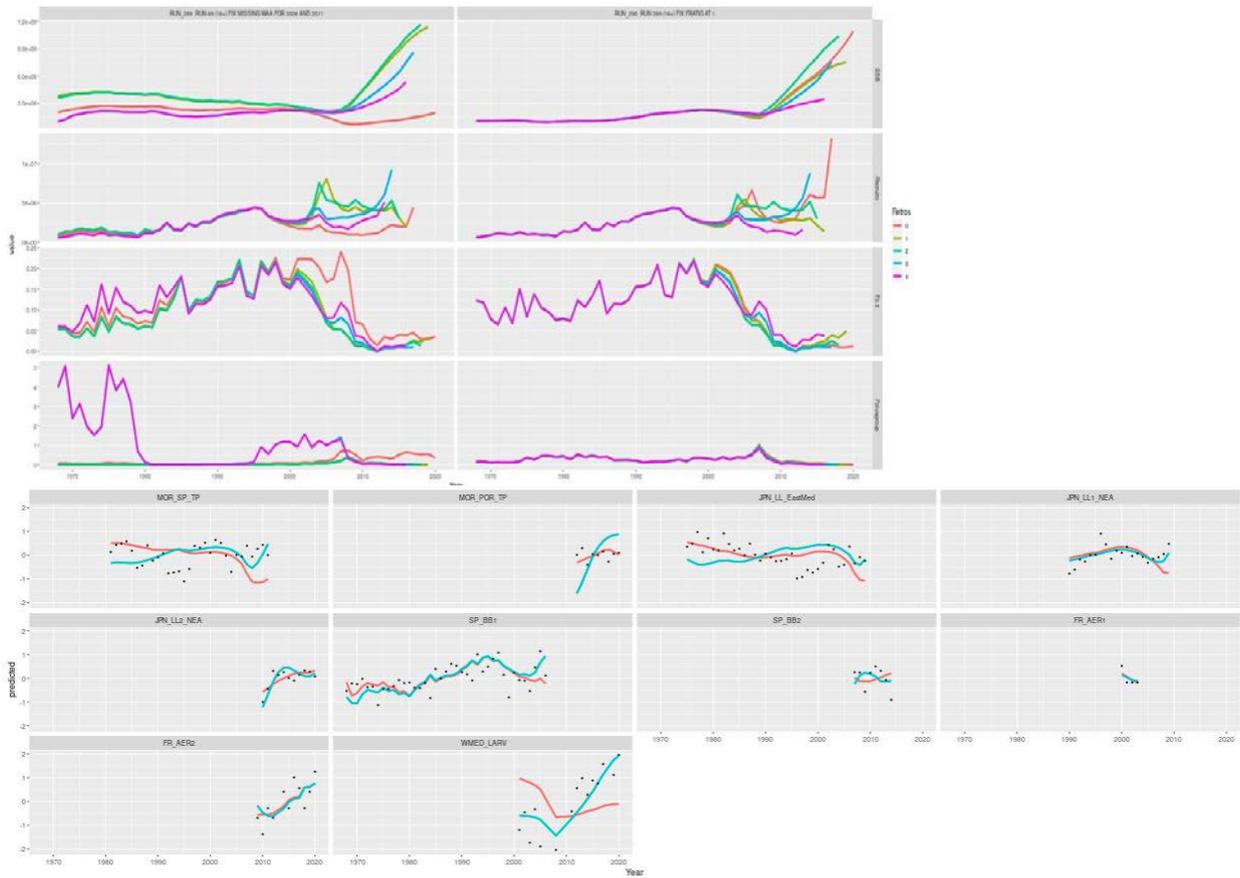
Age	M	Weight	Selectivity
0	0.502	0.045	0.000
1	0.322	3.532	0.013
2	0.266	7.903	0.156
3	0.226	15.533	0.121
4	0.195	27.285	0.206
5	0.173	43.536	0.251
6	0.156	64.033	0.244
7	0.143	87.95	0.369
8	0.134	114.095	0.623
9	0.126	141.162	0.830
10	0.120	167.948	0.944
11	0.116	193.487	0.998
12	0.112	217.103	1.000
13	0.109	238.401	0.957
14	0.107	257.217	0.887
15	0.105	273.566	0.810
16	0.103	287.579	0.738
17	0.102	299.457	0.677
18	0.101	309.435	0.627
19	0.101	317.756	0.588
20	0.100	324.654	0.558
21	0.100	330.346	0.534
22	0.099	335.023	0.516
23	0.099	338.855	0.501
24	0.099	341.987	0.490
25	0.098	344.54	0.481
26	0.098	346.619	0.474
27	0.098	348.309	0.468
28	0.098	349.682	0.463
29	0.098	350.796	0.457
30	0.098	352.259	0.455

**Table 12.** Projection settings for selectivity, weight-at-age and natural mortality-at-age (M) for ASAP.

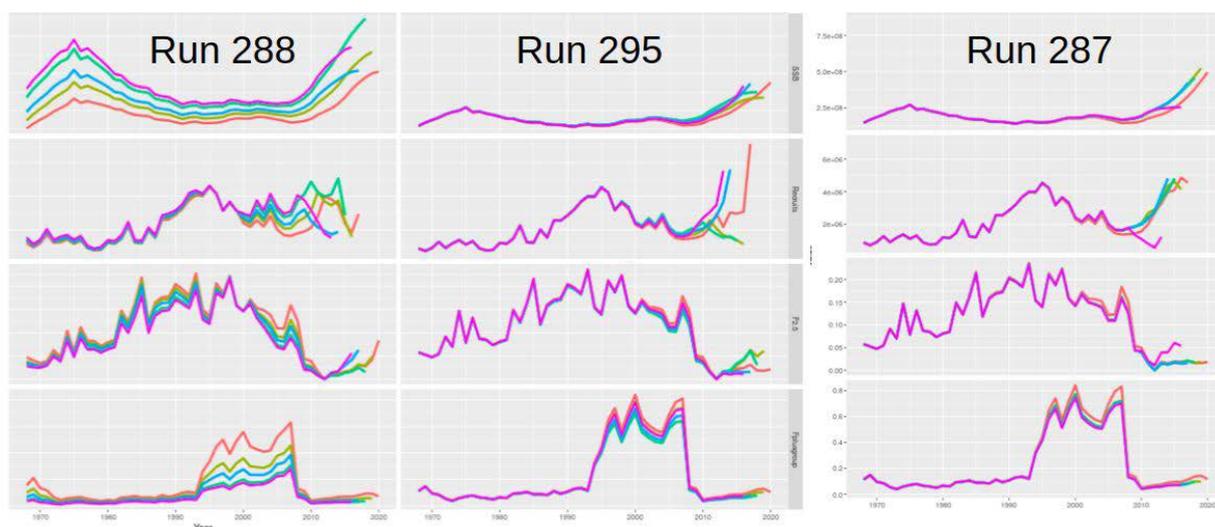
<b>Age</b>	<b>base2-Selectivity</b>	<b>weight</b>	<b>M</b>
1	0.008	5	0.38
2	0.284	12	0.30
3	0.205	24	0.24
4	0.421	34	0.20
5	0.451	50	0.18
6	0.309	67	0.16
7	0.337	91	0.14
8	0.534	114	0.13
9	0.931	137	0.12
10	1.000	163	0.12
11	0.941	186	0.11
12	0.860	209	0.11
13	0.700	234	0.11
14	0.573	257	0.10
15	0.476	279	0.10
16	0.341	328	0.10



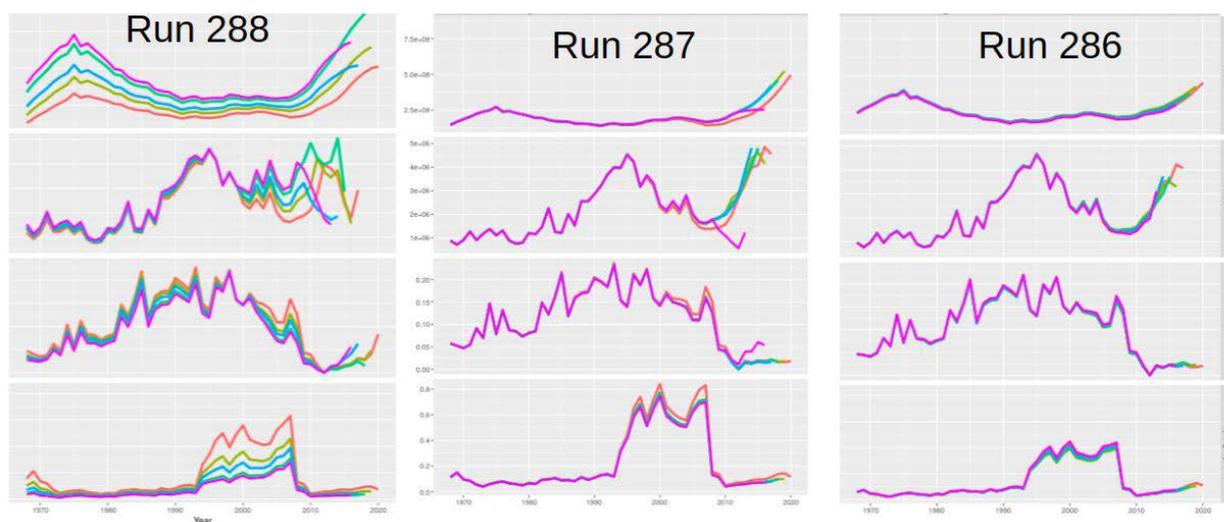
**Figure 1.** VPA Continuity run in 2022 (Run 288). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) are shown. The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



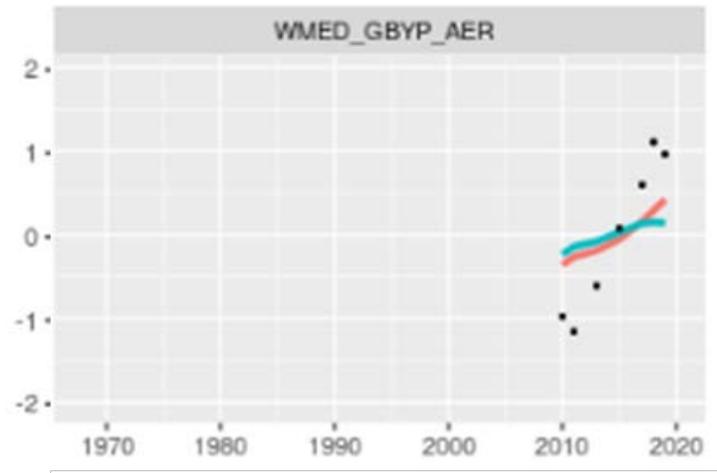
**Figure 2.** VPA exploratory runs for the possibility of using 16+ as a plus group. Top panels show trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 289 (left) and 290 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis. Bottom panels show the fit to indices for Run 289 (green lines) and Run 290 (red lines).



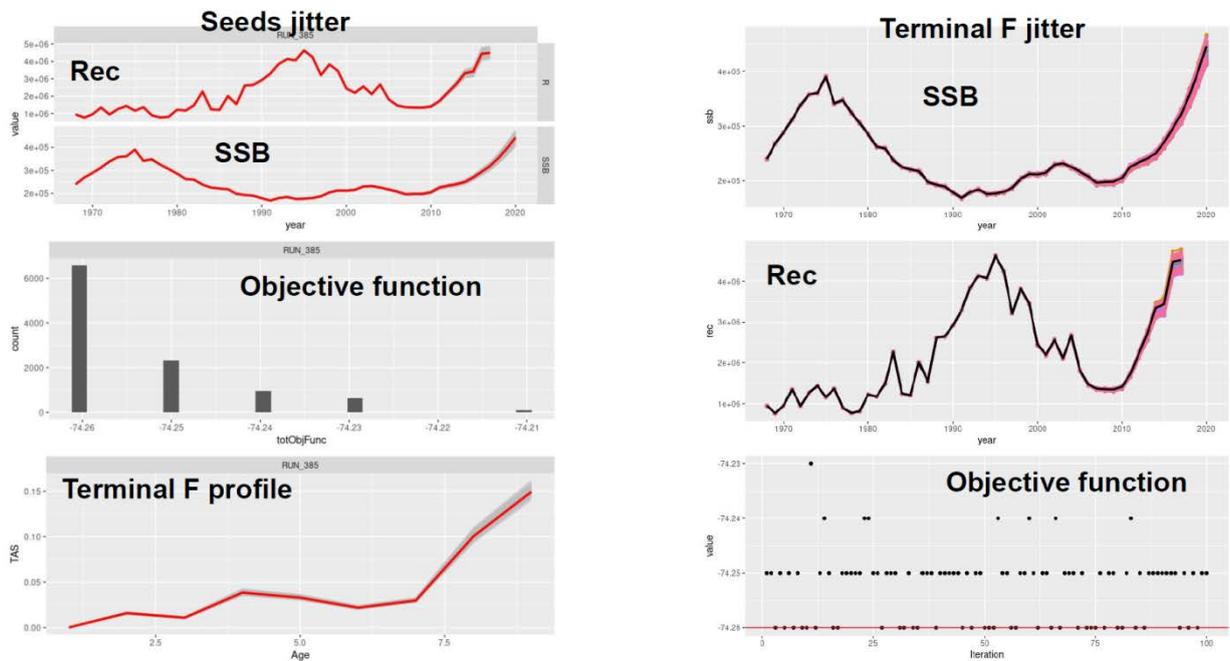
**Figure 3.** VPA exploratory runs for exploring the stability aspect of the continuity run (Run 288). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 288 (left), 295 (middle) and 287 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



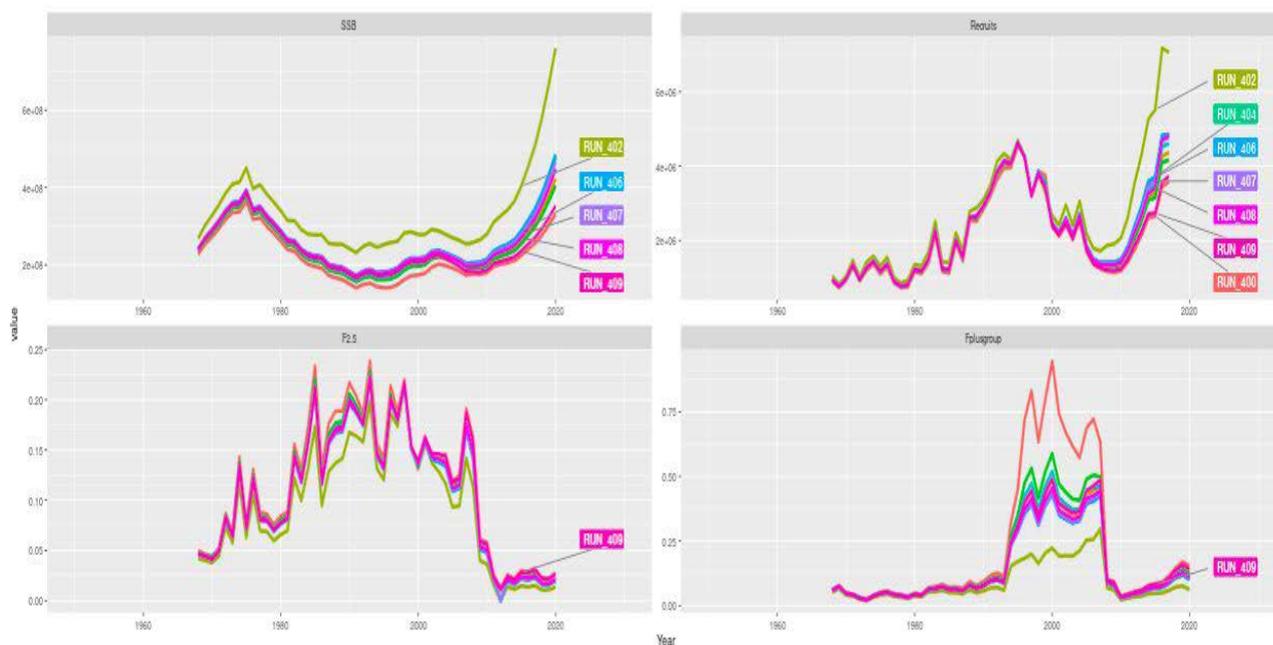
**Figure 4.** VPA exploratory runs for exploring the stability aspect of the continuity run (Run 288). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 288 (left), 287 (middle) and 286 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



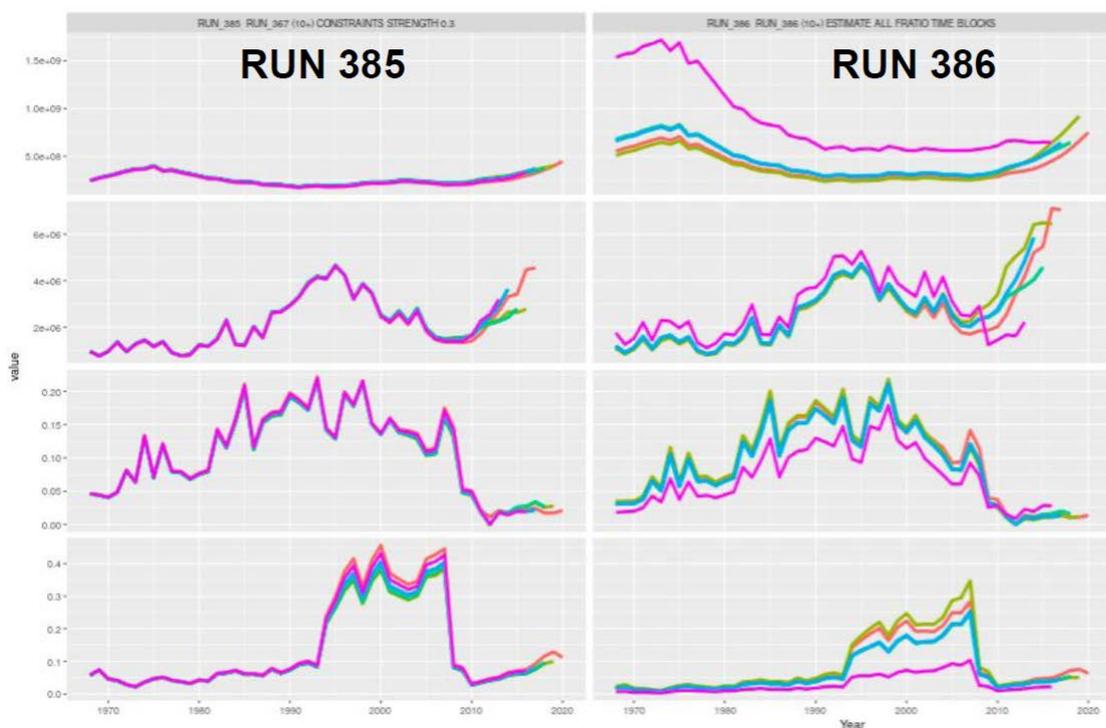
**Figure 5.** Fit to the western Mediterranean GBYP aerial survey index in VPA Runs 303 (red) and 304 (green).



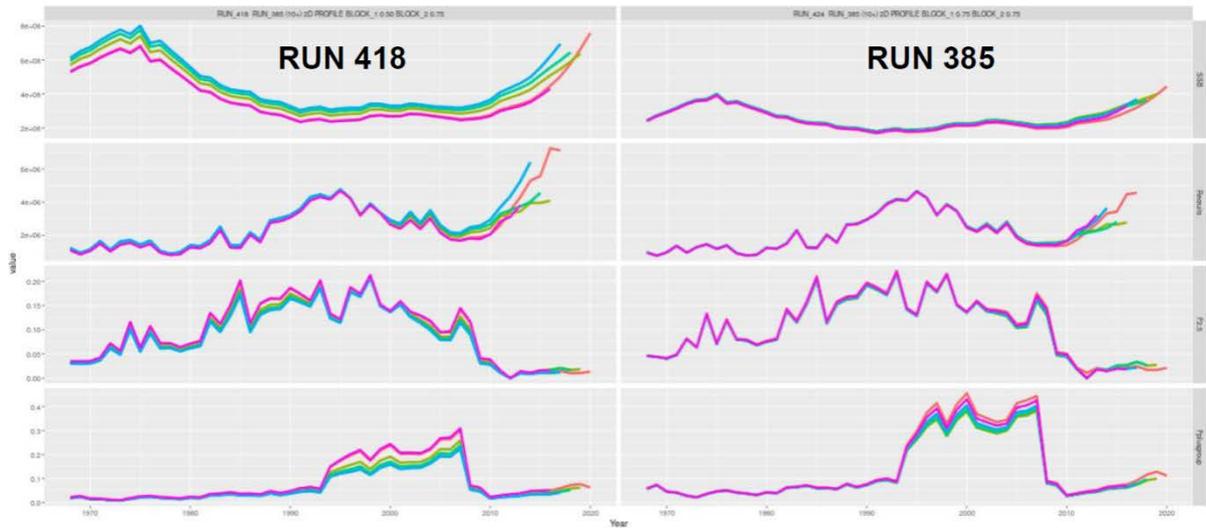
**Figure 6.** Jittering the seed for the random number generator and the terminal F based on VPA Run 385.



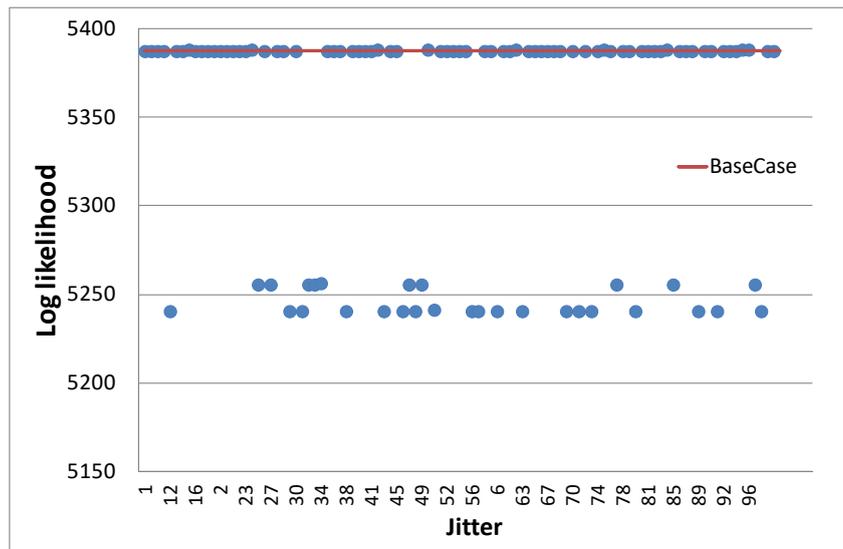
**Figure 7.** Jackknife analysis based on VPA Run 385 (red line). The most influential index was JPN\_LL\_NEAtMed in green.



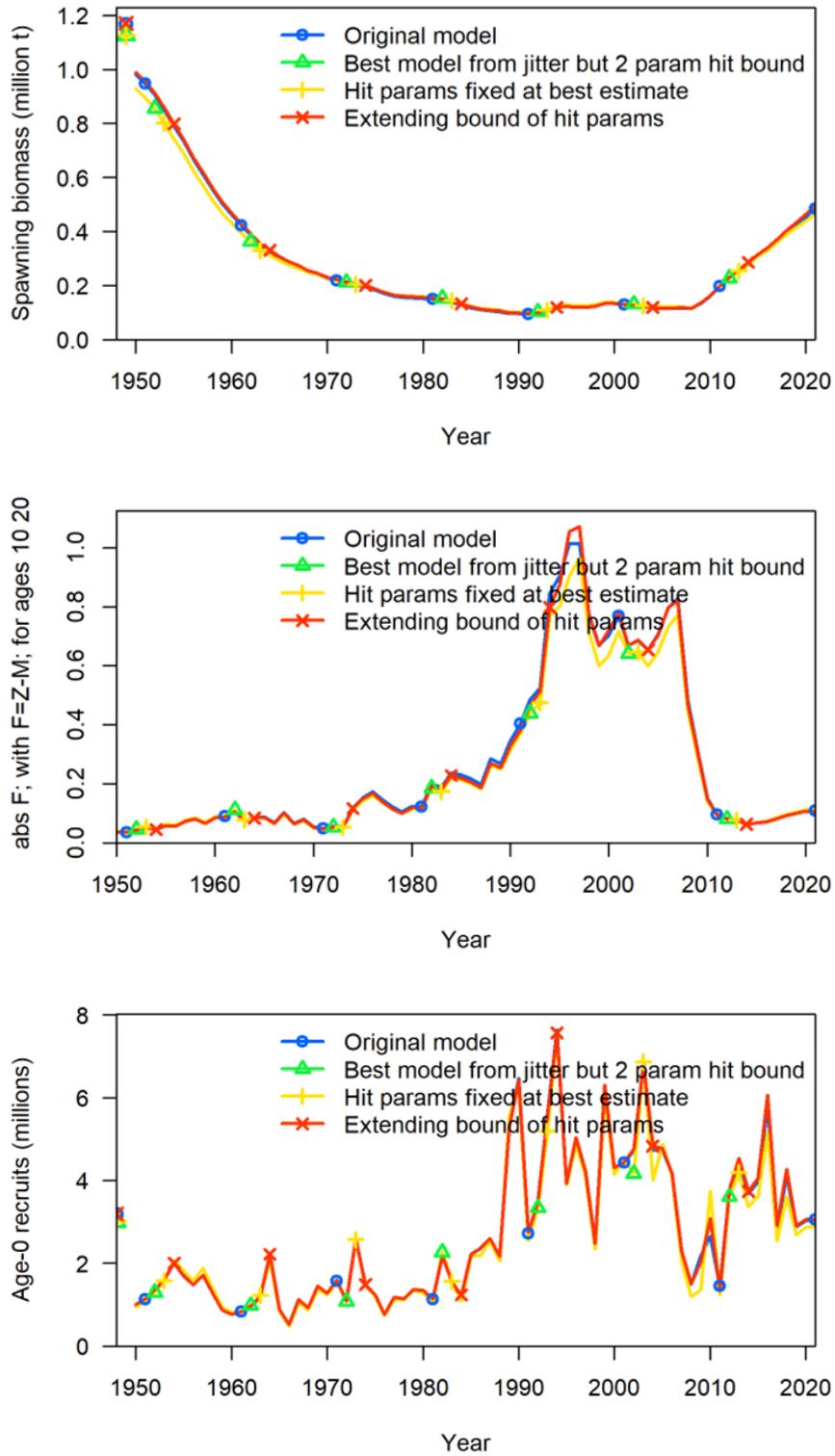
**Figure 8.** VPA exploratory runs for estimating the F-ratio for the time block 1996-2007 (Run 386). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 288 (left), 287 (middle) and 286 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



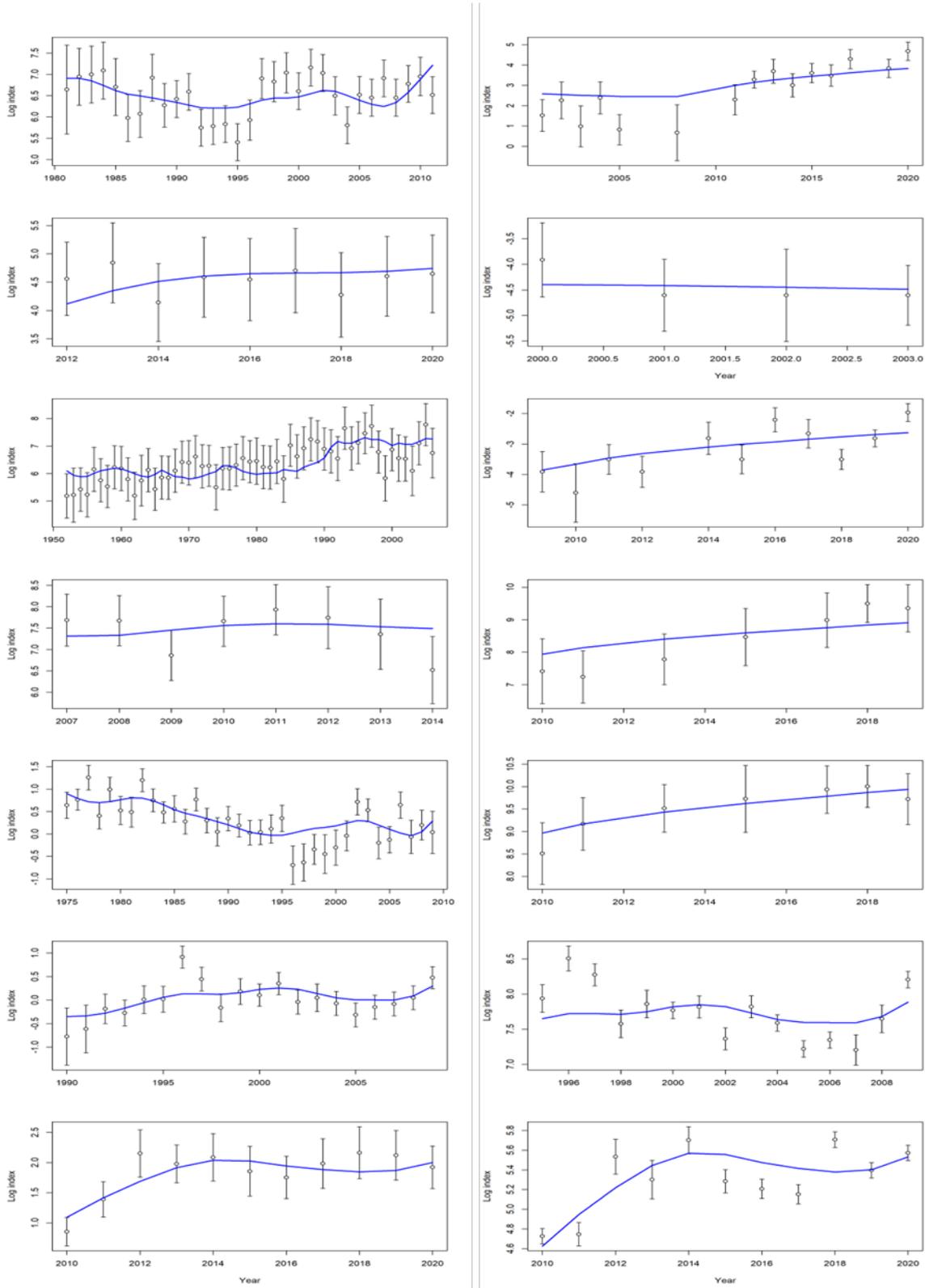
**Figure 9.** VPA exploratory runs for exploring the run had a difference in objective function that was larger than 2 (**Table 5**). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 418 (left), and 385 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



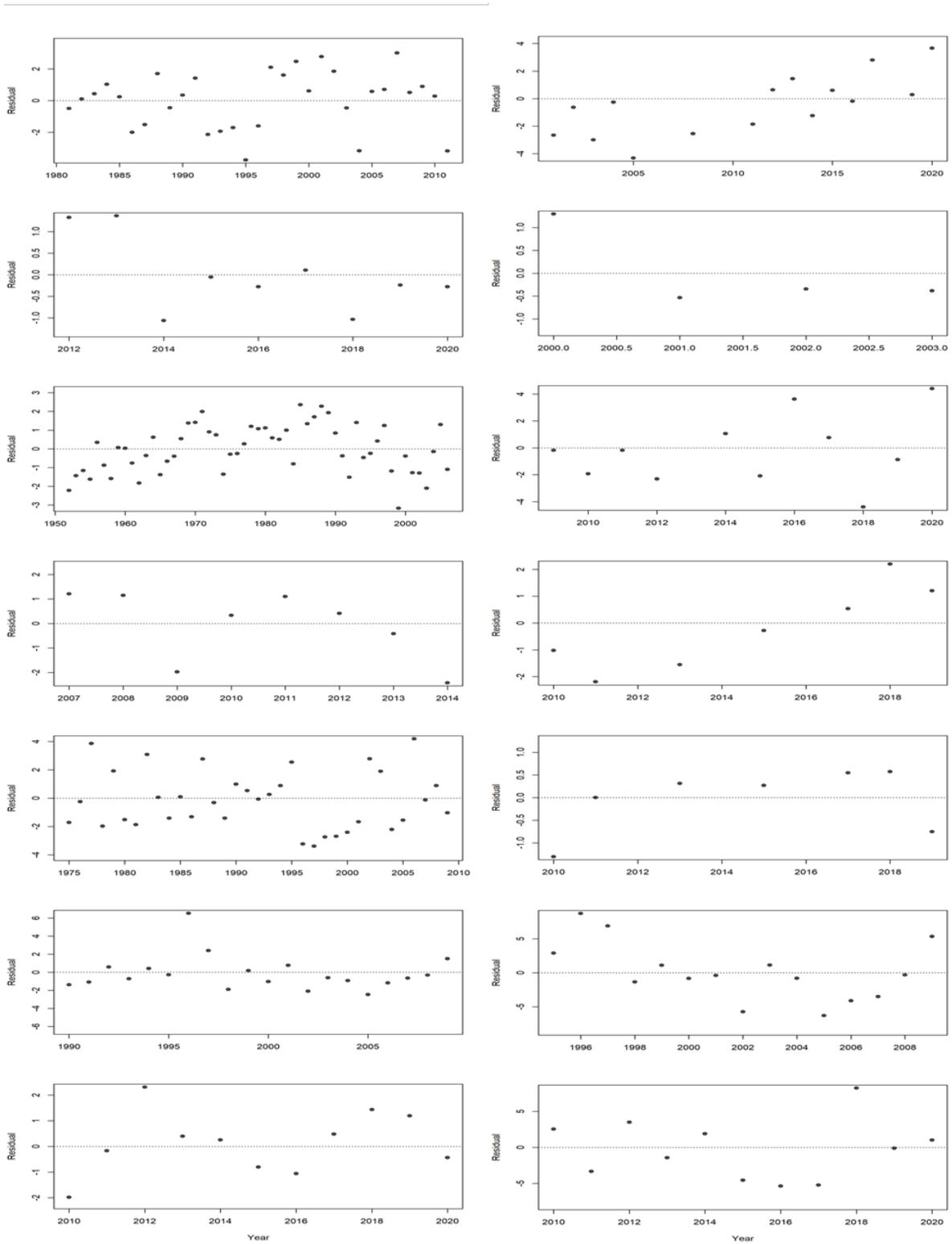
**Figure 10.** Negative log-likelihood values produced from the 100 jitter trials in which initial parameter values were jittered by 10% for the Stock Synthesis base case run (run 16 reweight).



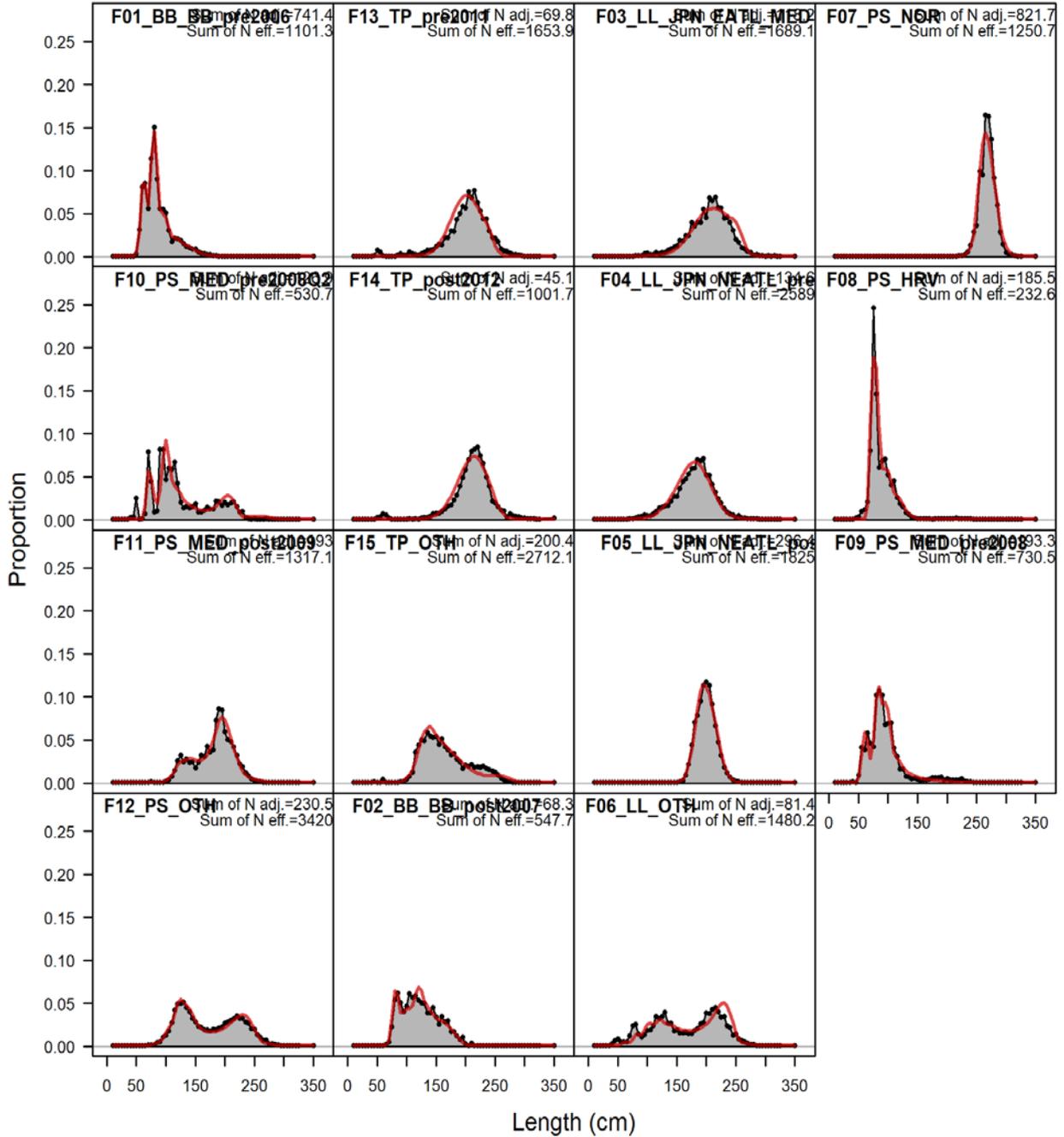
**Figure 11.** Comparison of stock trends between the base case (run 16 reweigh in blue line) and other runs with lowest negative log-likelihood.



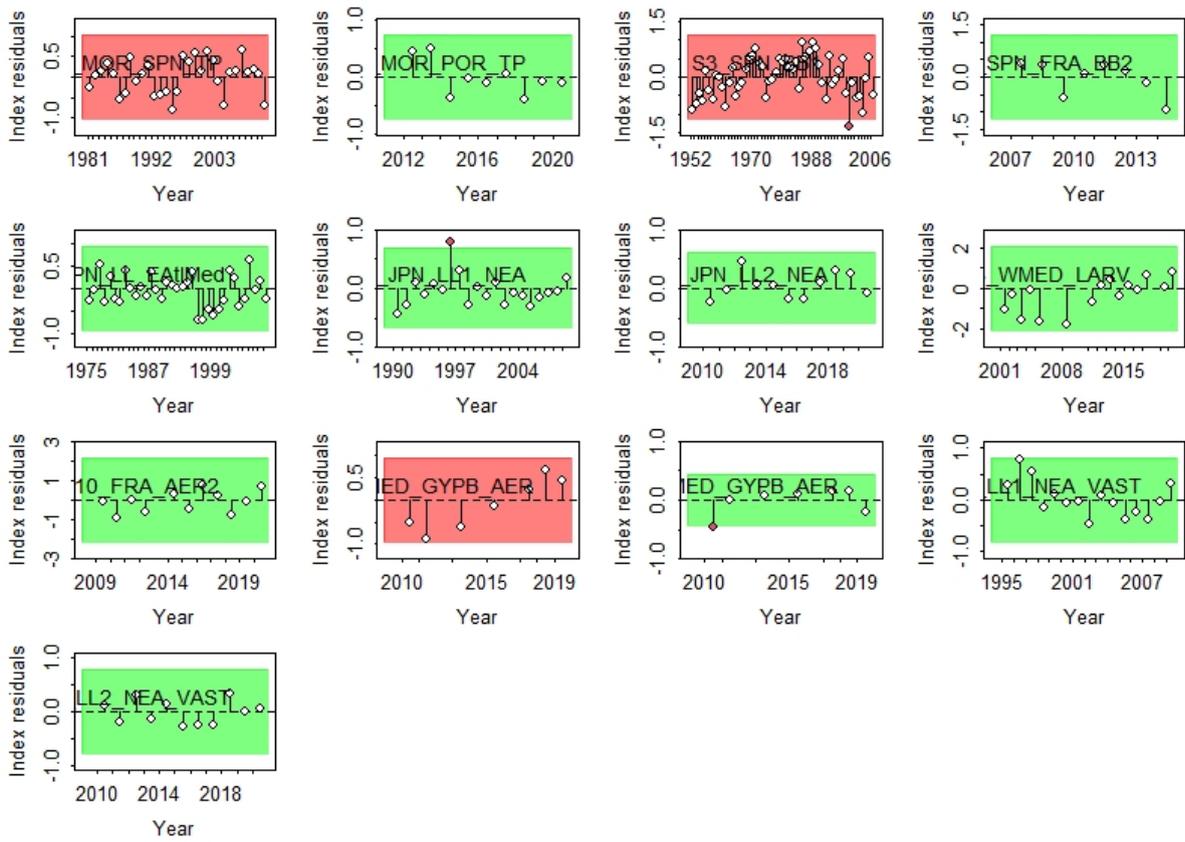
**Figure 12.** Stock Synthesis model fits to East Atlantic bluefin tuna indices of relative abundance for the base run (run 16 reweight).



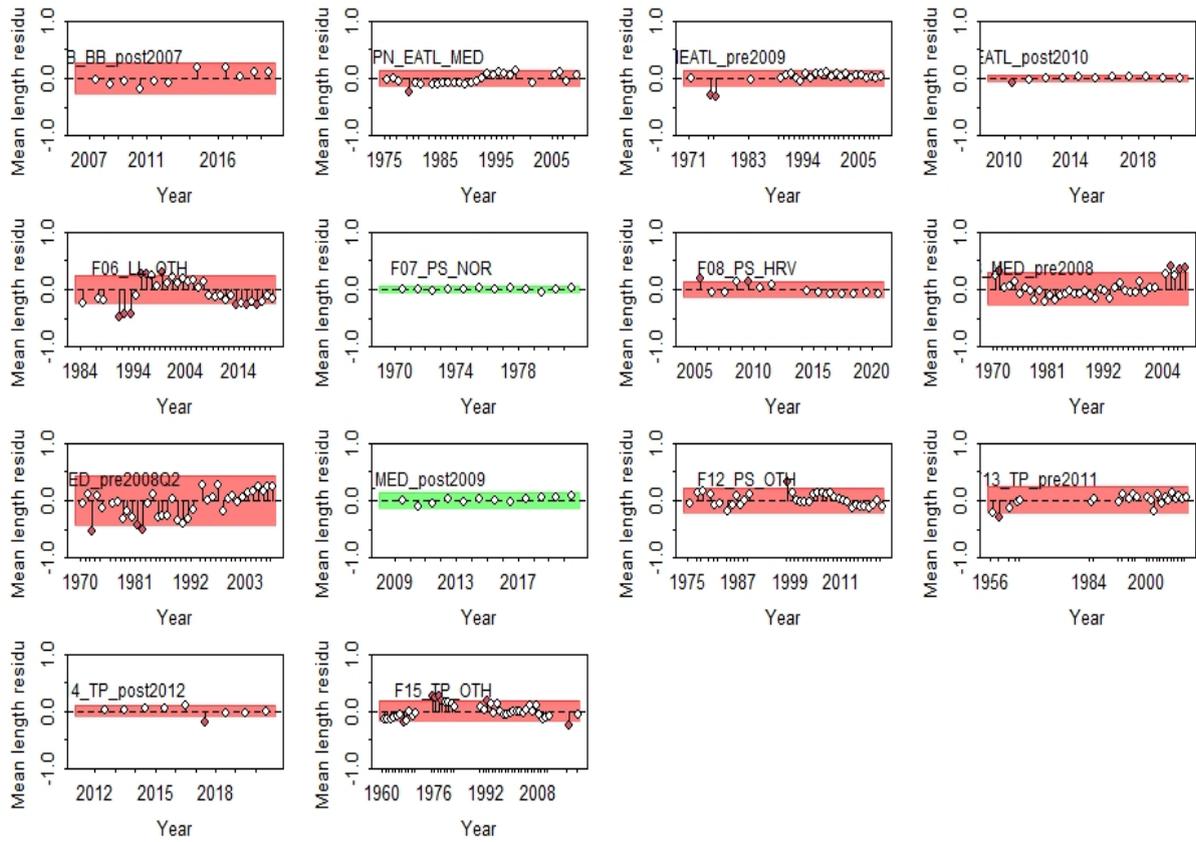
**Figure 13.** Stock Synthesis model fit residual errors around East Atlantic bluefin tuna indices of relative abundance for the base run (run 16 reweight).



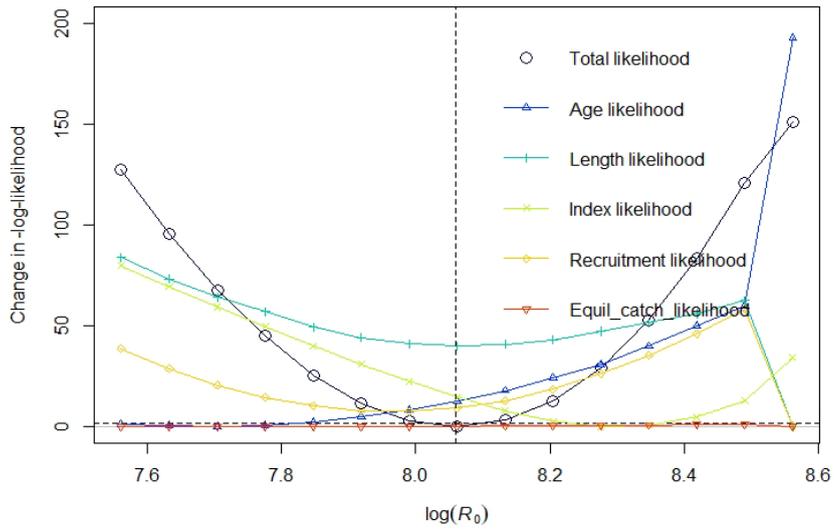
**Figure 14.** Stock Synthesis fits to East Atlantic bluefin tuna length compositions by fleet for the base run (run 16 reweight). The grey distributions show the observed aggregated length composition by fleet and the red line shows the model predicted length composition.



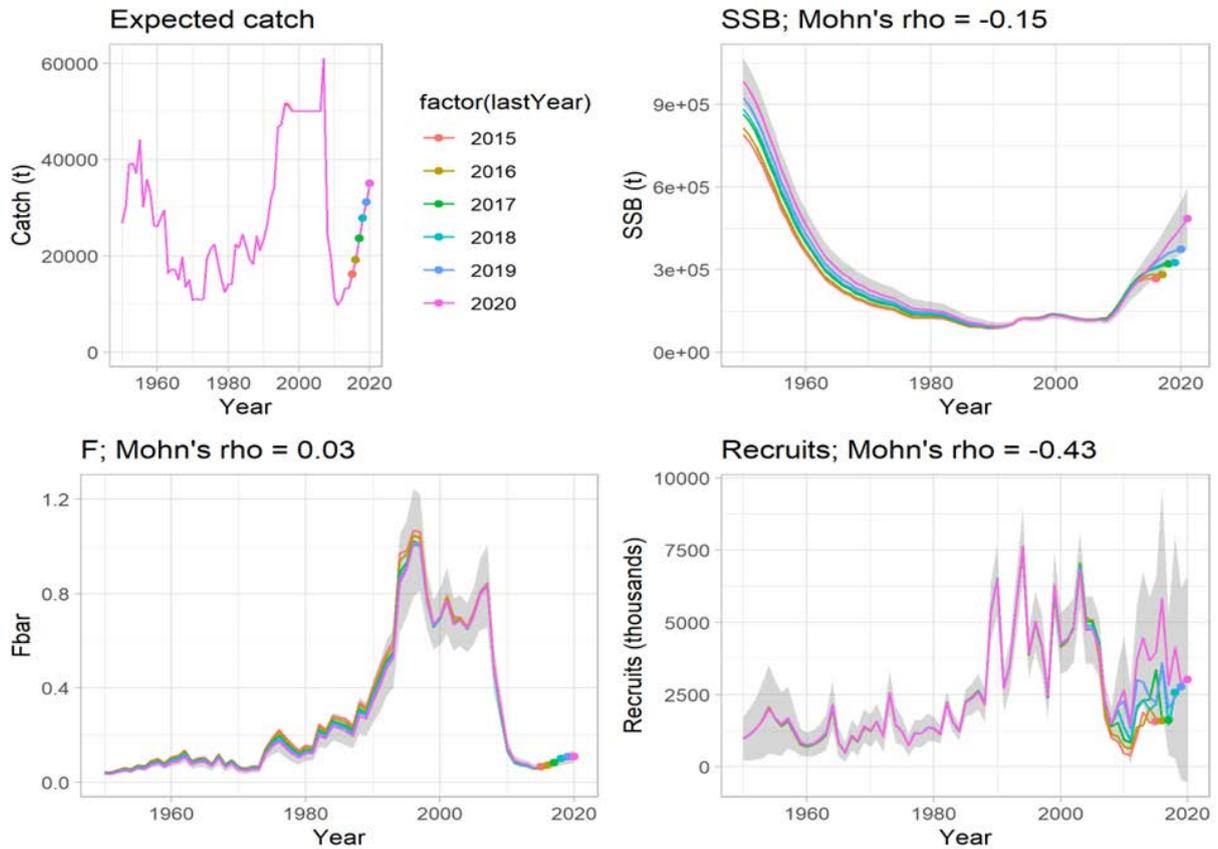
**Figure 15.** Diagnostic residual runs test on model fits to the indices of abundance for the base run (run 16 reweight).



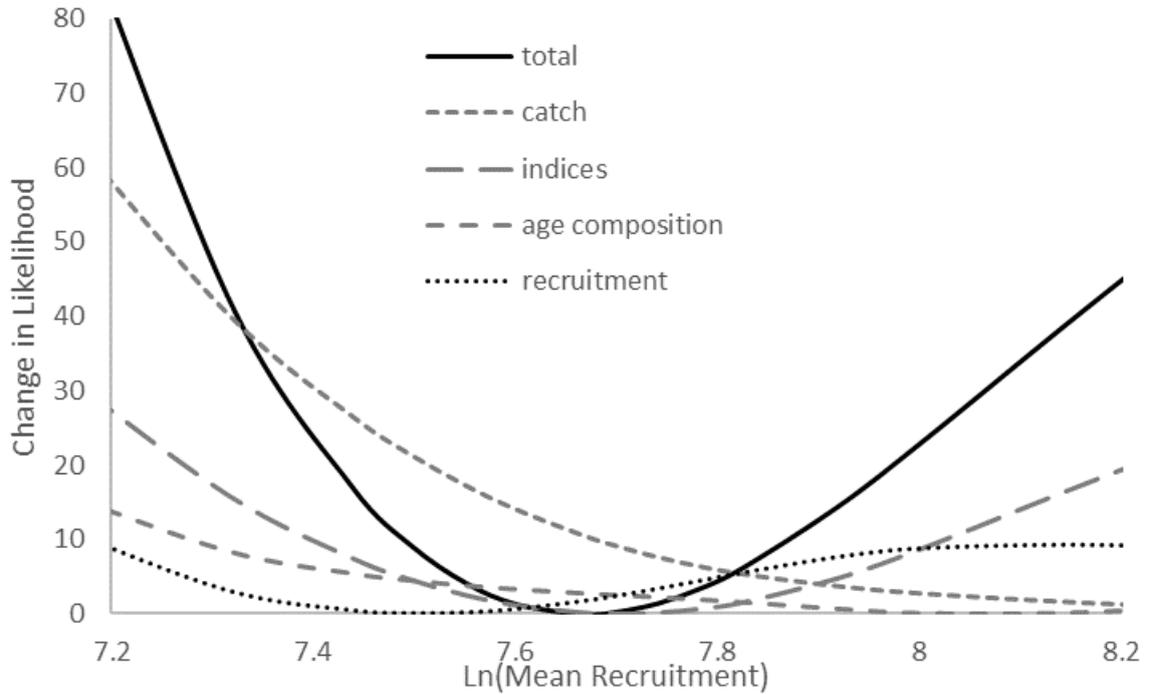
**Figure 16.** Diagnostic residual runs test on model fits to the fleet length compositions for the base run (run 16 reweight).



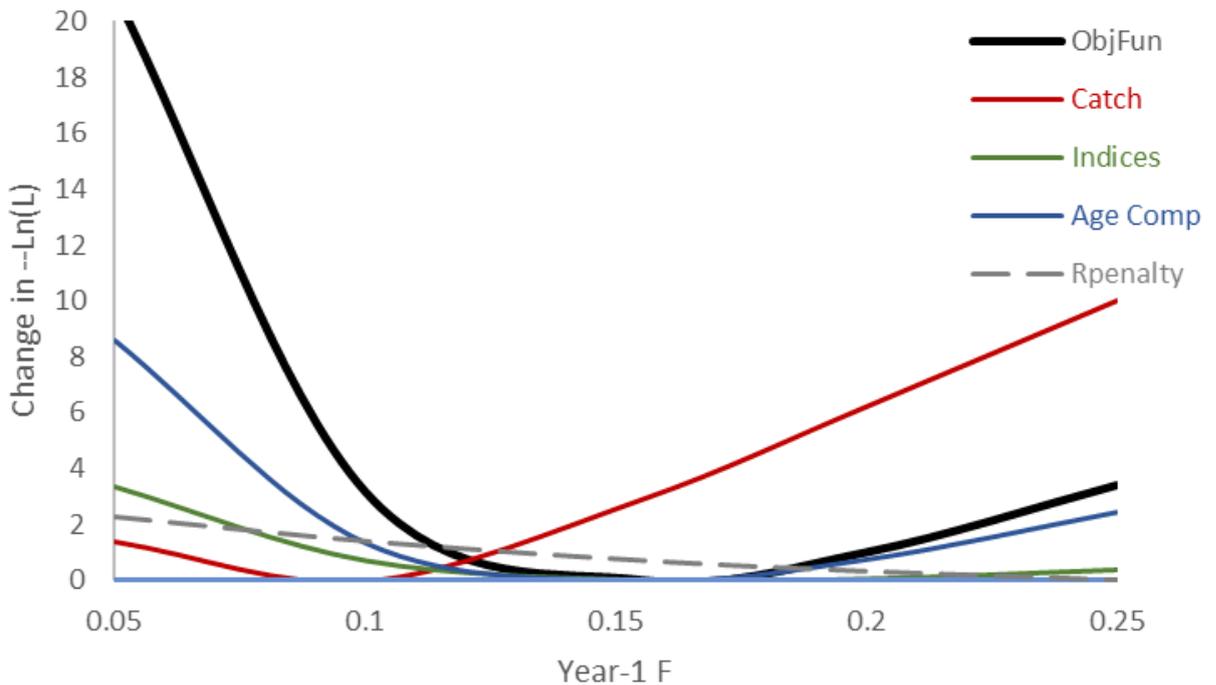
**Figure 17.** Stock Synthesis likelihood profile on unfished mean equilibrium recruitment for the base run (run 16 reweight).



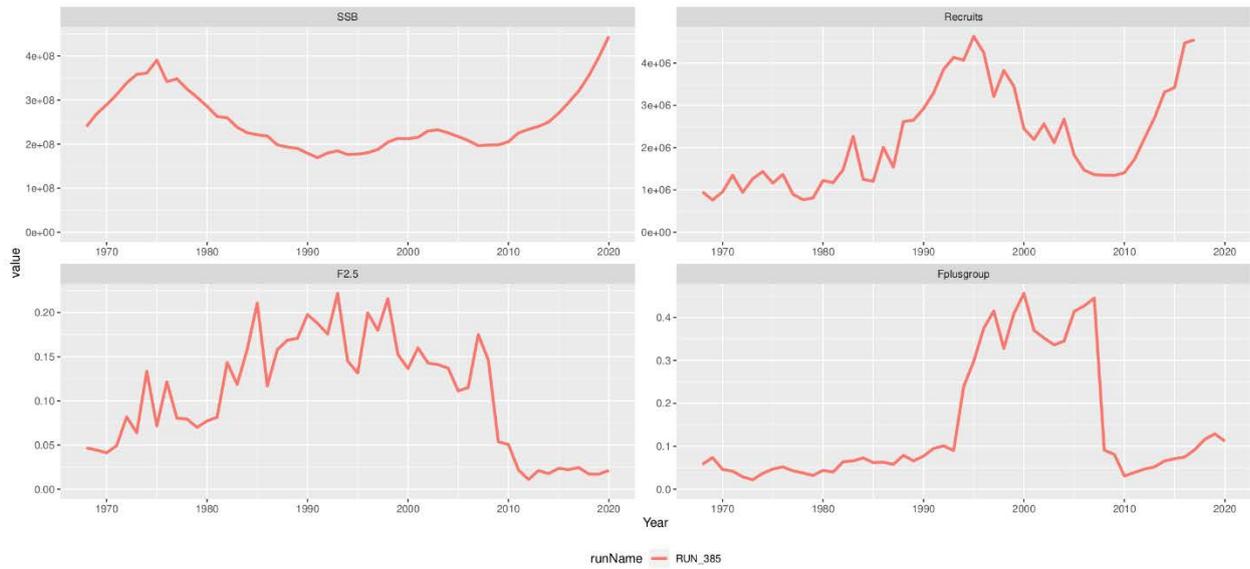
**Figure 18.** Stock Synthesis retrospective analysis with Mohn's rho values indicated on the top of the plots for the base run (run 16 reweight).



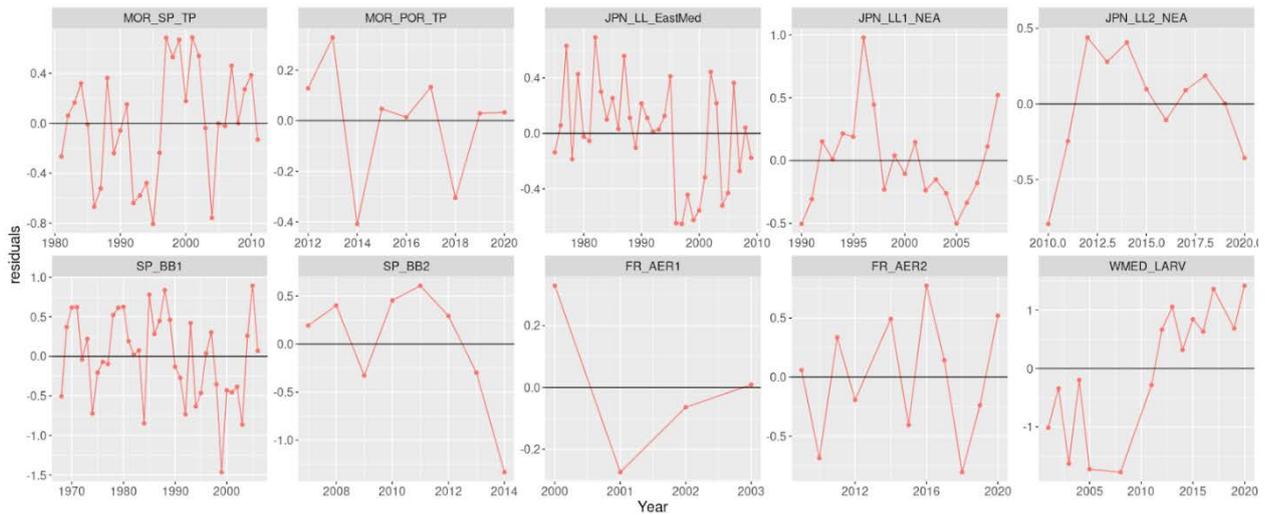
**Figure 19.** Likelihood profiles for the estimate of mean recruitment for the data components of the single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



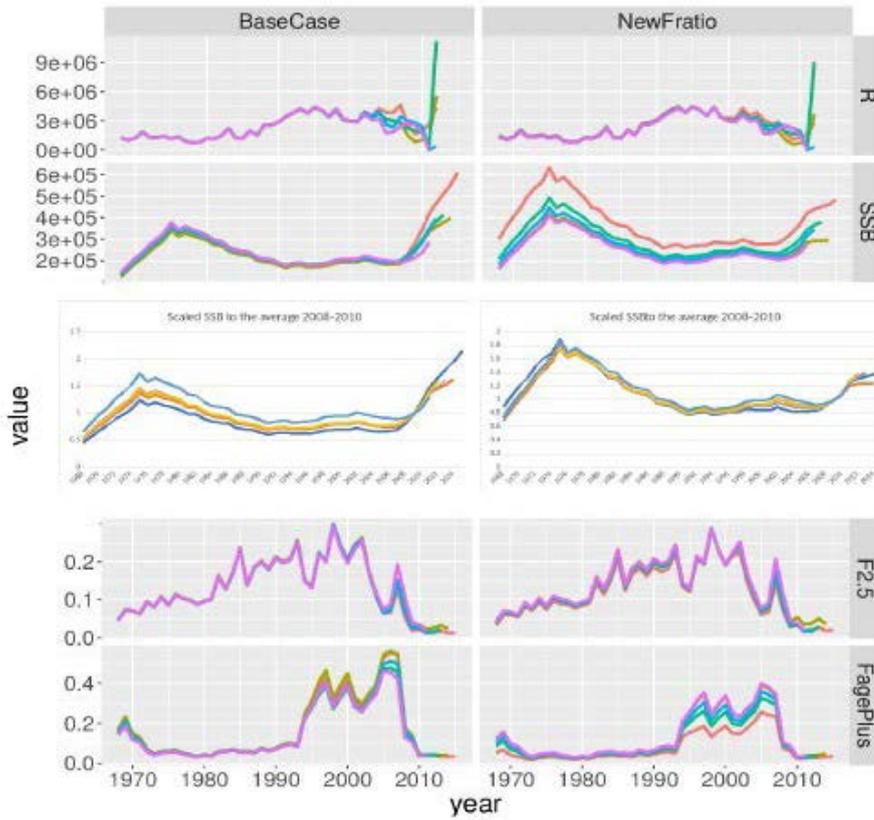
**Figure 20.** Likelihood profiles for the estimate of initial F and by assuming no deviations of the single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



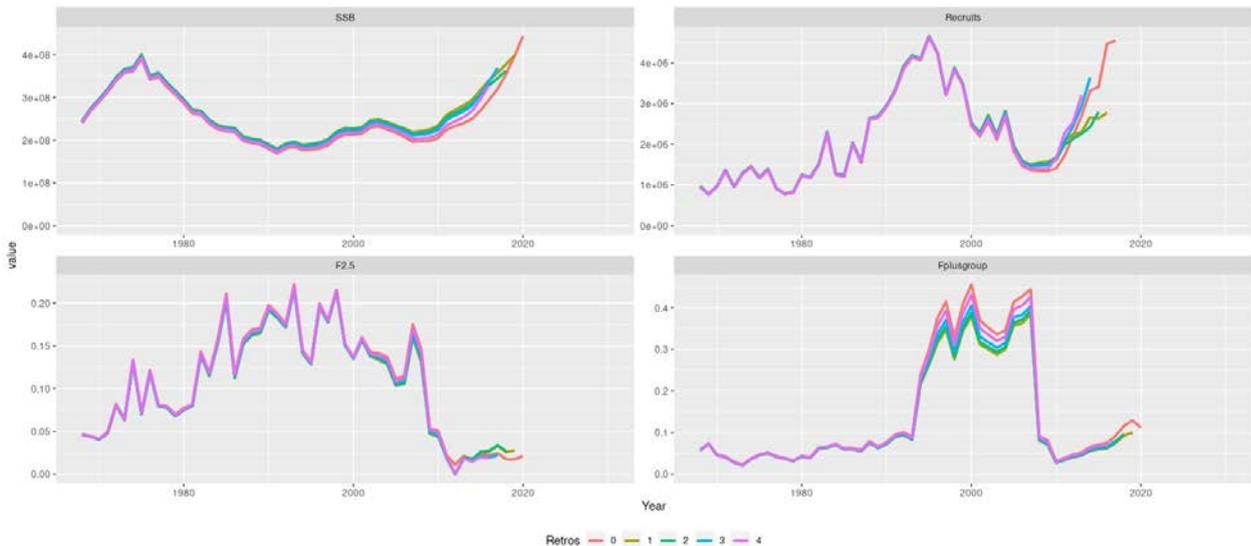
**Figure 21.** Spawning stock biomass (in thousand metric ton), recruitment (in million), and fishing mortality (average over ages 2 to 5, and 10+) estimates from VPA Run 385 (base case) for the period between 1968 and 2020. Recruitments from the last four years (2017-2020) are not shown because they are poorly estimated.



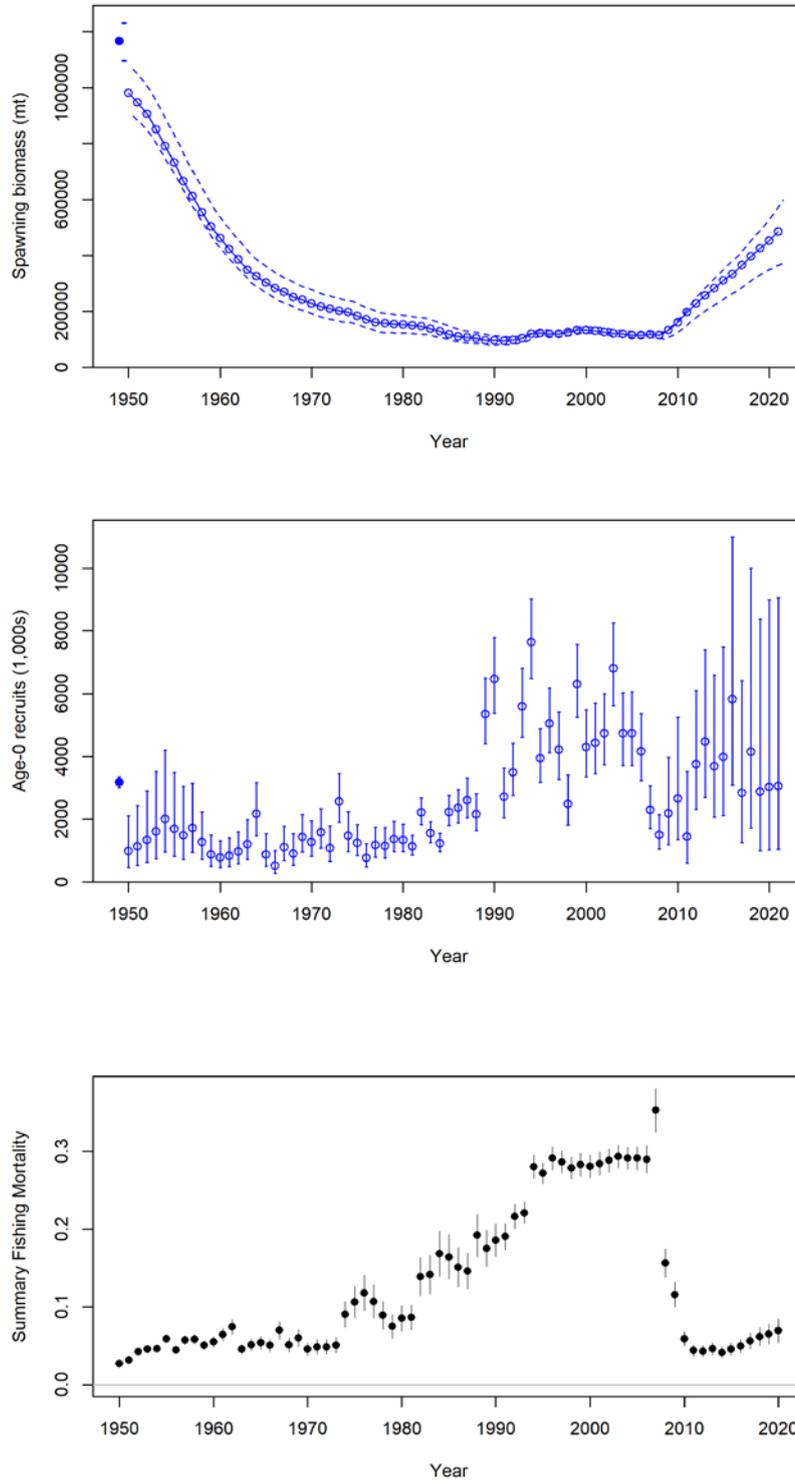
**Figure 22.** Residuals from the fits to the indices for VPA Run 385.



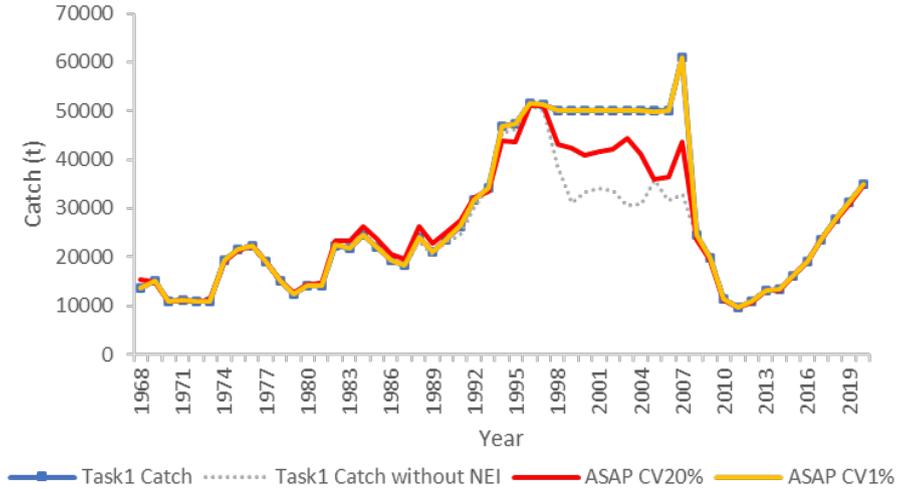
**Figure 23.** 2017 E-BFT VPA stock assessment: Retrospective estimates of recruitment (in millions), SSB, relative SSB and fishing mortality (average over ages 2 to 5, and 10+) from the revised VPA base run adopted during the Species Group meeting. Recruitments from the last four years (2012-2015) are not shown because they are poorly estimated.



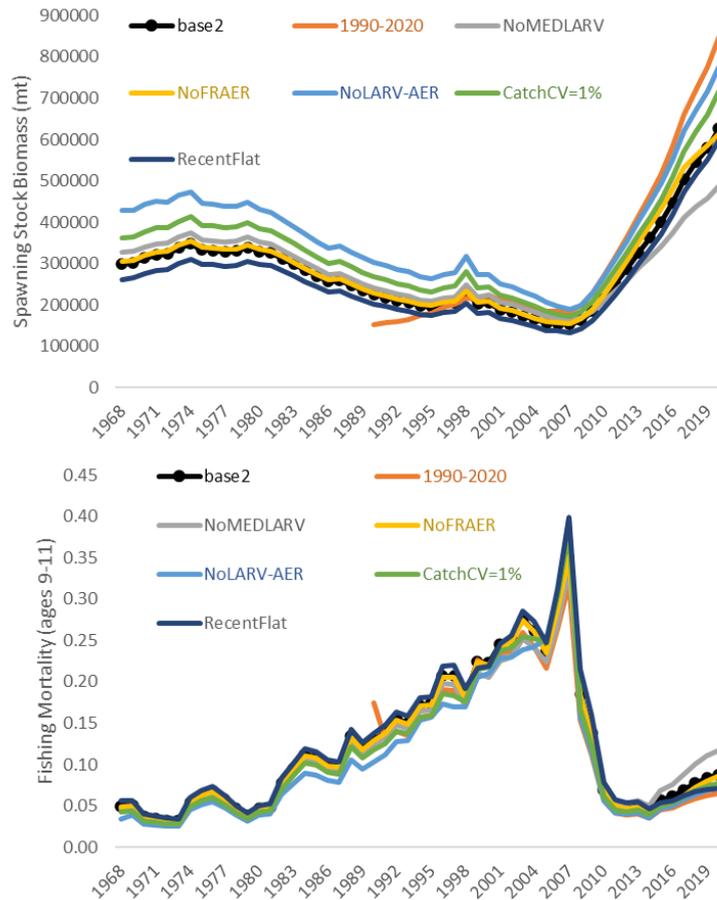
**Figure 24.** VPA Retrospective analysis: Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Run 385. The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



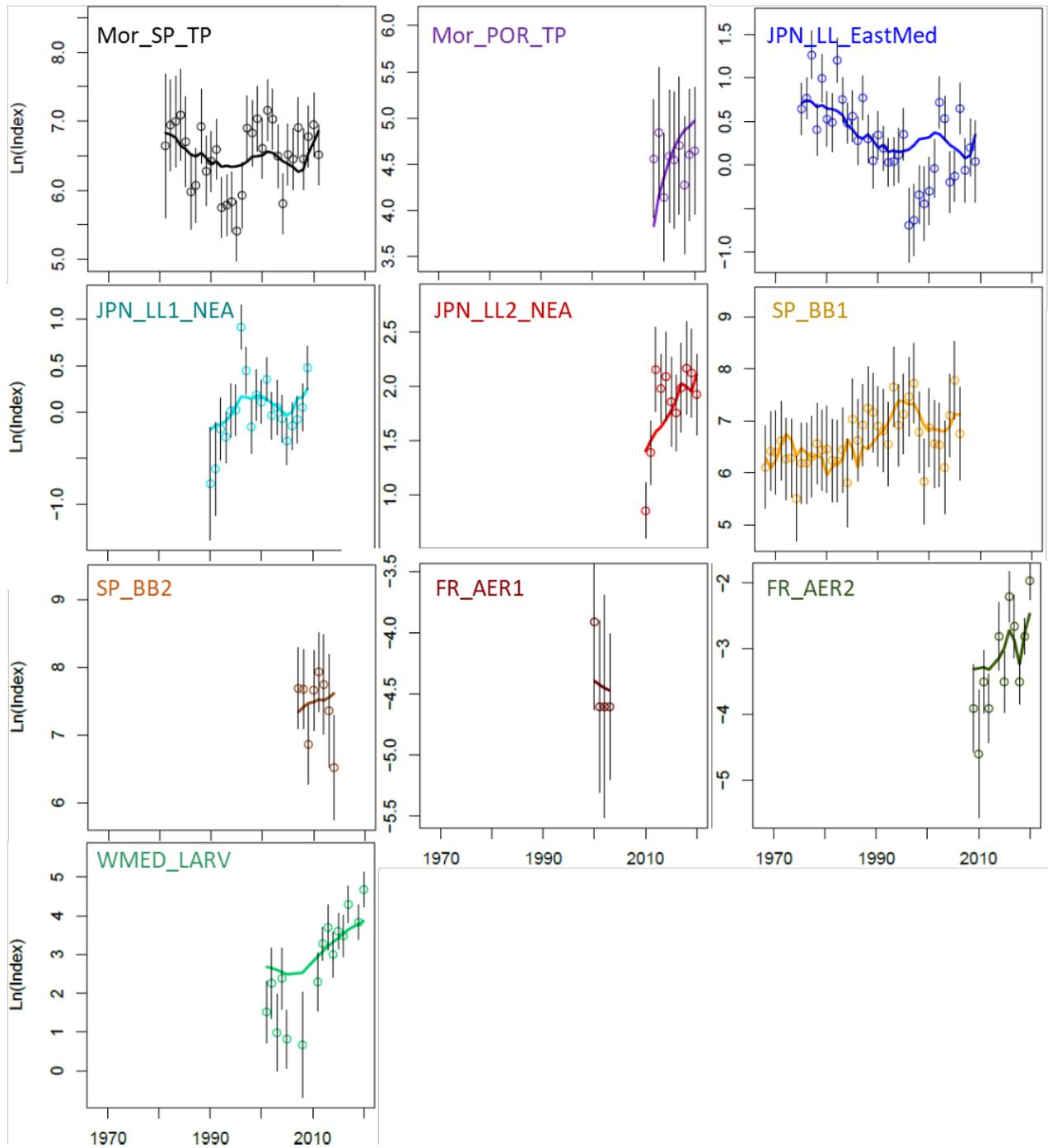
**Figure 25.** The time series of spawning stock biomass (SSB), fishing mortality (biomass exploitation rate was used as a proxy), and recruitment (age 0) for the Stock Synthesis Run 16 reweight.



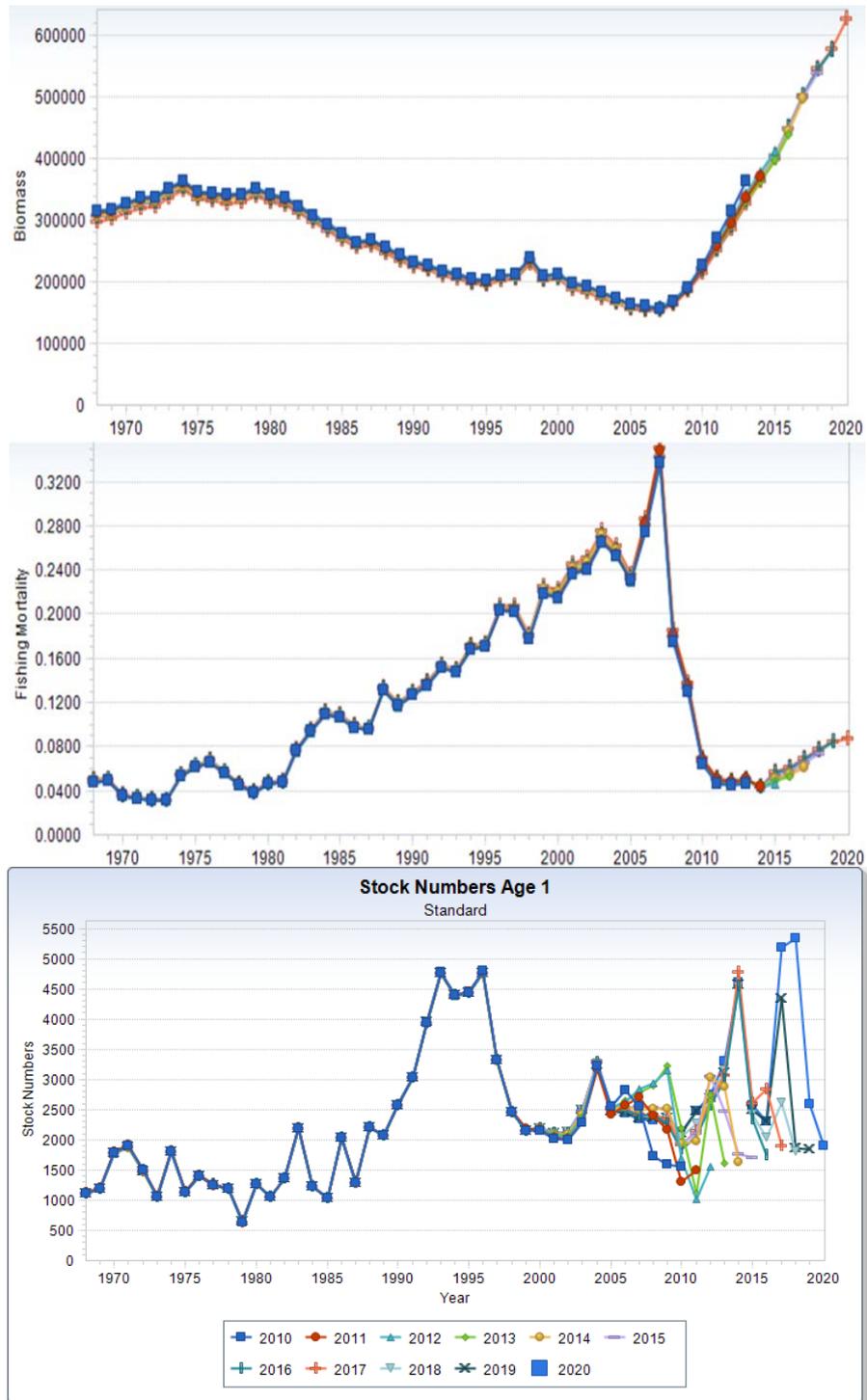
**Figure 26.** Predictions of catch with ASAP CV 20% (red line) and CV 1% assumptions (yellow line), and Task 1 catch with (blue line with squares)/without NEI flags (dotted line).



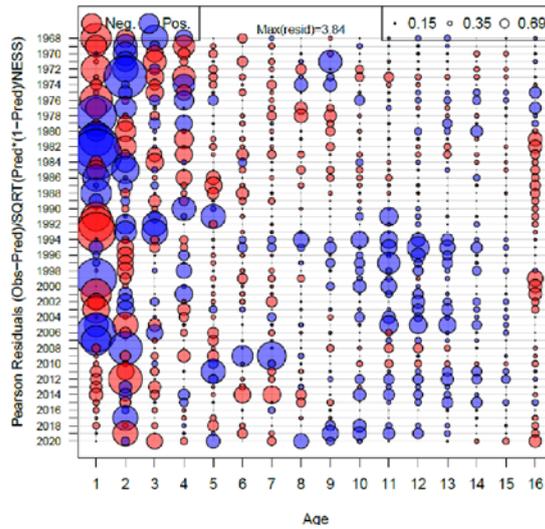
**Figure 27.** CV = 0.20 (base 2) and CV = 0.01 for all years for comparison with the other modelling approaches.



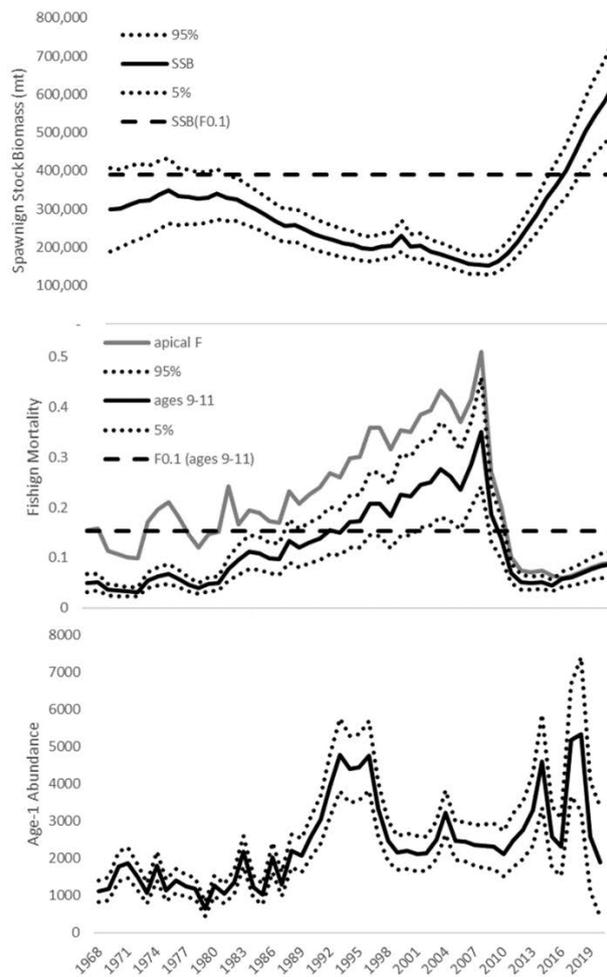
**Figure 28.** Stock index predictions (lines) and observed values (circles with confidence limits) from the single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



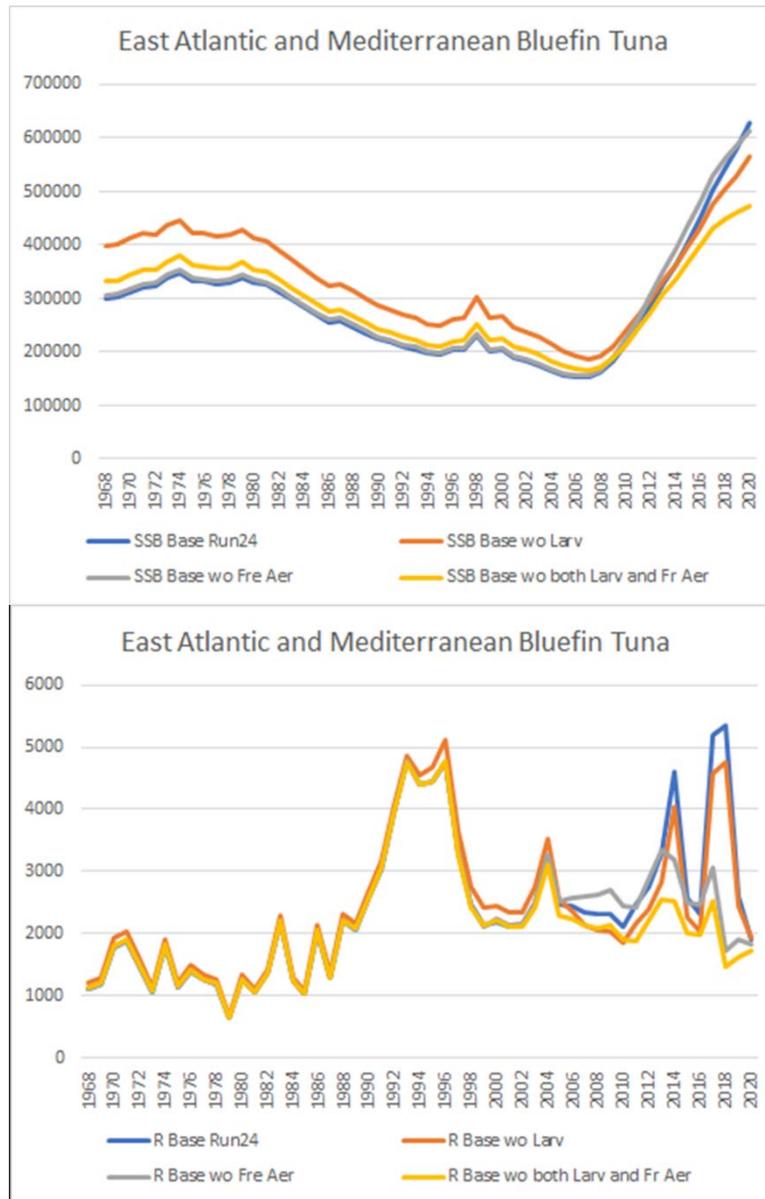
**Figure 29.** Retrospective estimates of SSB and age 9-11 fishing mortality from single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



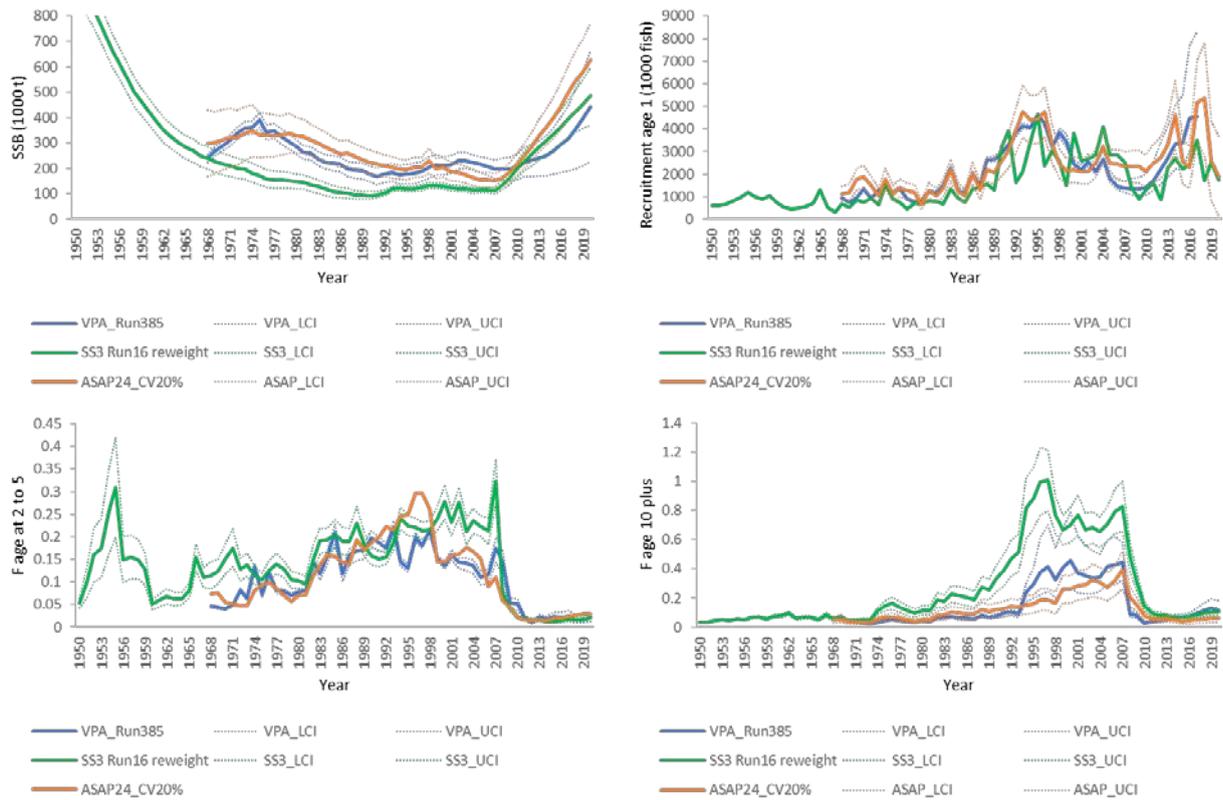
**Figure 30.** Pearson residuals of fishery age composition from single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



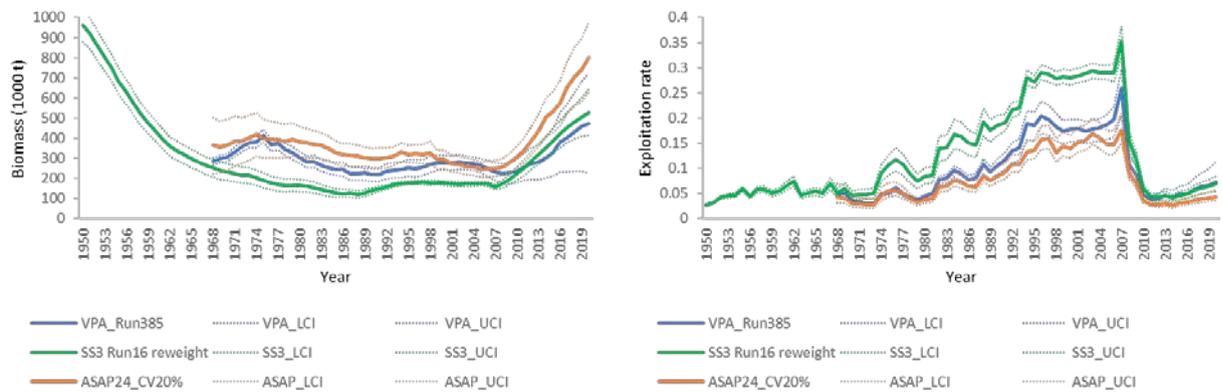
**Figure 31.** Estimates of SSB (top), fishing mortality (middle) and recruitment (bottom) with 90% confidence intervals and candidate reference points from the single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base 2 run).



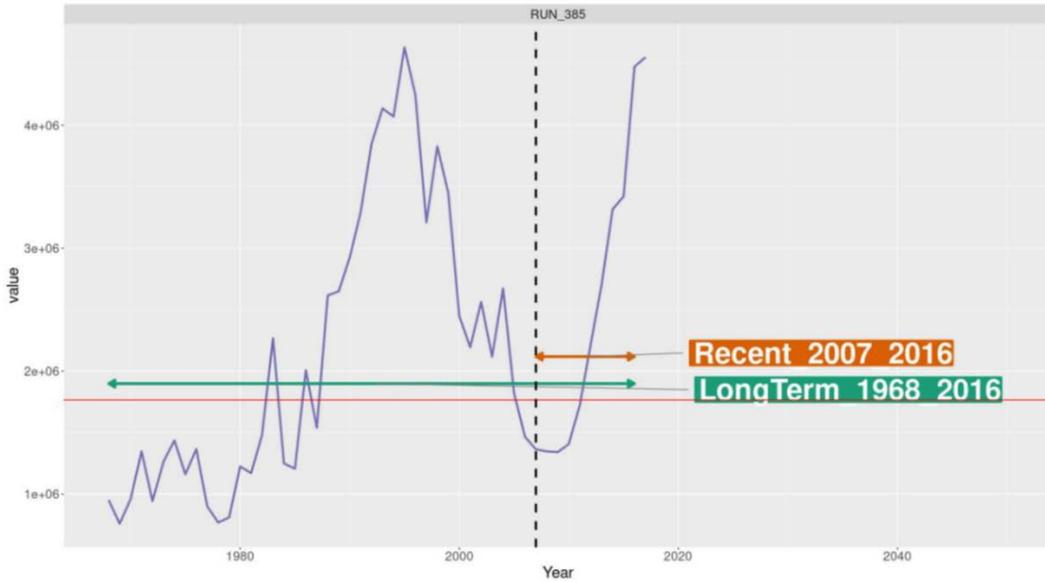
**Figure 32.** The single-fleet ASAP sensitivity analyses in SSB and recruitment based on base run 2 without excluding W-Med Larval and French aerial surveys.



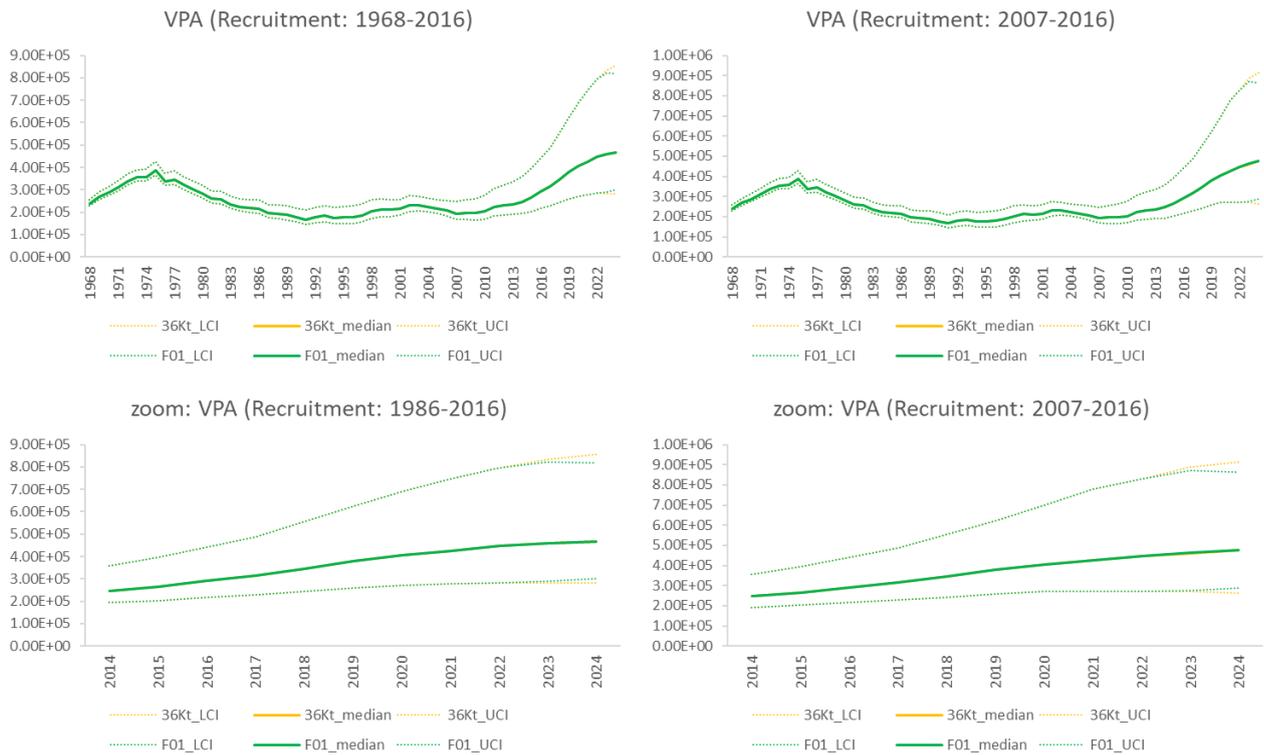
**Figure 33.** Comparisons of the trends in estimated spawning stock biomass (SSB), recruitment (age 1), F at age 2 to 5, and F at age 10 plus group between base cases by model platforms: VPA run 385 (blue lines), Stock Synthesis run 16 reweight (green lines), and ASAP run 24 with 20% CV (orange lines).



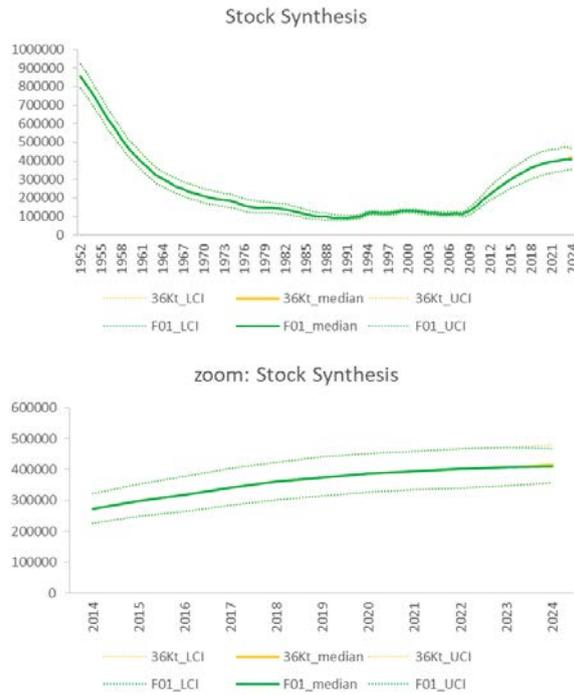
**Figure 34.** Comparisons of the trends in estimated total biomass and exploitation rate between base cases by model platforms: VPA run 385 (blue lines), Stock Synthesis run 16 reweight (green lines), and ASAP run 24 with 20% CV (orange lines)



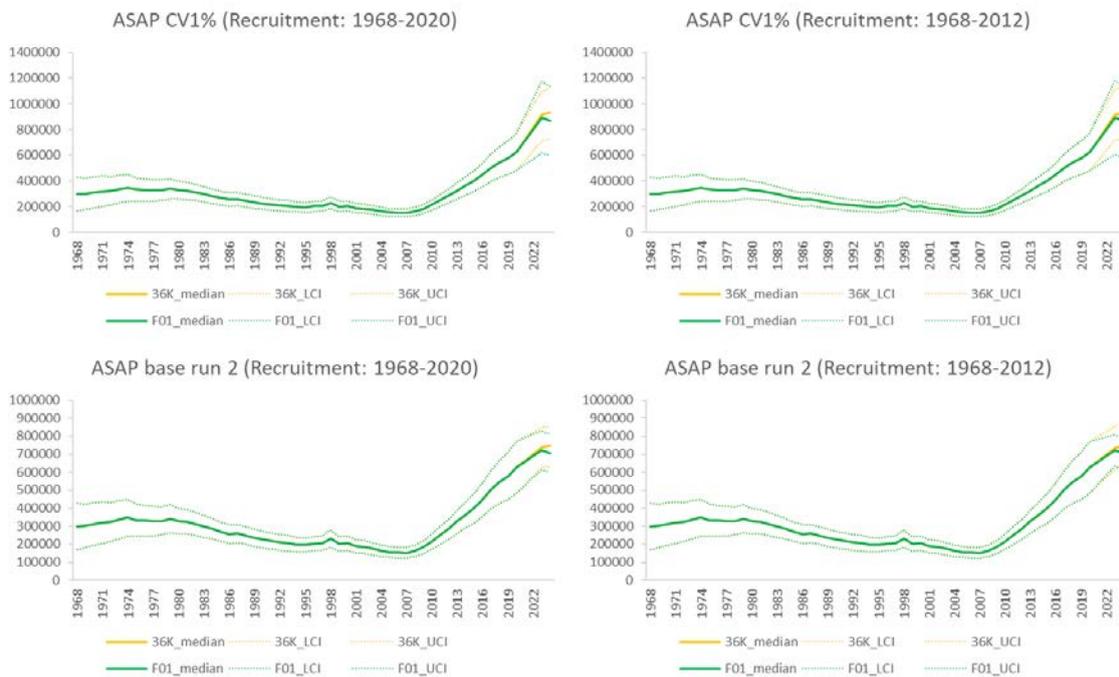
**Figure 35.** The assumptions of future recruitment: a long-term average (1968-2016) and a short-term average (2007-2016) for VPA projection based on Run 385.



**Figure 36.** Projected spawning stock biomass (SSB) with 95% confidence intervals in VPA Run 385 projection with 2 recruitment scenarios (left: the average between 1968 and 2016 and right: the average between 2007 and 2016). The top panels show the entire assessment period and the projection until 2024, and the bottom panels only show since 2014.



**Figure 37.** Projected spawning stock biomass (SSB) with 95% confidence intervals in Stock Synthesis Run 16 reweight projection. The top panel shows the entire assessment period and the projection until 2024, and the bottom panel shows since 2014.



**Figure 38.** Projected spawning stock biomass (SSB) with 95% confidence intervals in ASAP CV1% on the inflated catch projection (upper panels) and in ASAP CV20% (base run 2) on the inflated catch projection (lower panels) with 2 recruitment scenarios (left: the average between 1986 and 2020 and right: the average between 1968 and 2012).

**Agenda**

1. Opening, adoption of agenda, meeting arrangements and assignment of rapporteurs
2. Model diagnostics
  - 2.1 VPA
  - 2.2 Stock synthesis
  - 2.3 Other models
3. Assessment results
  - 3.1 VPA
    - 3.1.1 Model fits
    - 3.1.2 Stock status
  - 3.2 Stock synthesis
    - 3.2.1 Model fits
    - 3.2.2 Stock status
  - 3.3 Other models
    - 3.3.1 Model fits
    - 3.3.2 Stock status
  - 3.4 Synthesis of assessment results
4. Initial feedback from the independent review
5. Topics related to the Management Strategy Evaluation (Wednesday, 12-18:00 CEST)
6. Projections and management advice
7. Draft Executive Summary sections
8. Update on GBYP activities
9. Recommendations
10. Other matters
11. Adoption of the report and closure

**List of participants<sup>1</sup>**

**CONTRACTING PARTIES**

**ALGERIA**

**Belacel, Amar<sup>1</sup>**

Directeur du Développement de la Pêche, Ministère de la pêche et des productions halieutiques, Route des quatre canons, 16000

Tel: +213 214 33197; +213 796 832 690, E-Mail: amar.belacel67@gmail.com; amar.belacel@mpeche.gov.dz

**Bouaouina, Chahrazed**

Rue des quatre canons, 16000

Tel: +213 553 734 193, Fax: +213 214 133 37, E-Mail: chahrapeche1@gmail.com

**Chagour, Meriem**

Ministère de la Pêche & des Ressources Halieutiques, 4, route des Quatre Canons 16100 Alger, 16100

Tel: +213 793 319 922, E-Mail: mery.chagour.92@gmail.com

**CHAHI, Ouahiba née ALI TOUDERT**

Sous-Directrice de la Grande Pêche et de la pêche spécialisée, Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques, Route des Quatre Canons, 1600

Tel: +213 21 43 33 37; +213 7 72 34 44 21, Fax: +213 21 43 31 97, E-Mail: ouahibachahi@gmail.com; ouahiba.chahi@mpeche.gov.dz

**Ferhani, Khadra**

Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA), 11 Boulevard Colonel Amirouche, BP 67, 42415 Tipaza Bou Ismail

Tel: +213 550 735 537, Fax: +213 24 32 64 10, E-Mail: ferhani\_khadra@yahoo.fr; ferhanikhadra@gmail.com

**Hentour, Abderrahmane**

Sous Directeur du contrôle des activités de la pêche et d'aquaculture, Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques, Route des quatre canons, 16000

Tel: +213 559 139 817, Fax: +213 214 33161, E-Mail: abdou.hentour@gmail.com

**Kouadri-Krim, Assia**

Sous-Directrice infrastructures, industries et services liés à la pêche, Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques, Direction du développement de la pêche, Route des Quatre Canons, 1600

Tel: +213 558 642 692, Fax: +213 214 33197, E-Mail: assiakrim63@gmail.com; assia.kouadri@mpeche.gov.dz

**Mennad, Moussa**

Ministère de la Pêches et des Ressources Halieutiques, CNRDPA, 11 Bd Colonel Amirouche, 42415 Tipaza

Tel: +213 560 285 239, Fax: +213 243 26410, E-Mail: mennad.moussa@gmail.com

**Ouchelli, Amar**

Rue des quatre canons, 16000

Tel: +213 550 306 938, Fax: +213 433 337, E-Mail: amarouchelli.dz@gmail.com

**CANADA**

**Atkinson, Troy**

Nova Scotia Swordfisherman's Association, 155 Chain Lake Drive, Suite #9, Halifax, NS B3S 1B3

Tel: +1 902 499 7390, E-Mail: hiliner@ns.sympatico.ca

**Duprey, Nicholas**

Senior Science Advisor, Fisheries and Oceans Canada, 200-401 Burrard Street, Vancouver, BC V6C 3R2

Tel: +1 604 499 0469, E-Mail: nicholas.duprey@dfo-mpo.gc.ca

**Elsworth, Samuel G.**

South West Nova Tuna Association, 228 Empire Street, Bridgewater, NS B4V 2M5

Tel: +1 902 543 6457, E-Mail: sam.fish@ns.sympatico.ca

---

<sup>1</sup> Head Delegate

**Hanke, Alexander**

Research Scientist, Fisheries and Oceans Canada, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews, NB E5B 2L9  
Tel: +1 506 529 5912, E-Mail: alex.hanke@dfo-mpo.gc.ca

**Kay, Lise**

Policy Advisor, Fisheries and Oceans Canada, 200 Kent Street, Ottawa, ON K1A 0E6  
Tel: +1 343 542 1301, E-Mail: Lise.Kay@dfo-mpo.gc.ca

**Maguire, Jean-Jacques**

1450 Godefroy, Québec G1T 2E4  
Tel: +1 418 527 7293, E-Mail: jeanjacquesmaguire@gmail.com

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

**Feng, Ji**

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Rd, 201306 Shanghai  
Tel: +86 159 215 36810, E-Mail: fengji\_shou@163.com; 276828719@qq.com; f52e@qq.com

**Zhang, Fan**

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Rd, 201306 Shanghai  
Tel: +86 131 220 70231, E-Mail: f-zhang@shou.edu.cn

**EUROPEAN UNION**

**Biagi, Franco**

Senior Expert Marine & Fishery Sciences, Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries (DG-Mare) - European Commission, Unit C3: Scientific Advice and data collection, Rue Joseph II, 99, 1049 Brussels, Belgium  
Tel: +322 299 4104, E-Mail: franco.biagi@ec.europa.eu

**Costica, Florina**

DG MARE, Rue Joseph II, 99, 1040 Brussels, Belgium  
Tel: +32 493 540 902, E-Mail: florina.costica@ec.europa.eu

**Varsamos, Stamatios**

European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries Unit B2: Regional Fisheries Management Organisations, Rue de la Loi, 200 - J99, 03/69, B-1049 Brussels, Belgium  
Tel: +32 229 89465, E-Mail: stamatios.varsamos@ec.europa.eu

**Andonegi Odriozola, Eider**

AZTI, Txatxarramendi ugarte a z/g, 48395 Sukarrieta, Bizkaia, Spain  
Tel: +34 661 630 221, E-Mail: eandonegi@azti.es

**Bridges, Christopher Robert**

Heinrich Heine University, Düsseldorf AG Ecophysiology, Institute for Metabolic Physiology: Ecophysiology / TUNATECH GmbH Merowinger, C/O Tunatech Merowinger Pltz 2, 40225 Duesseldorf NrW, Germany  
Tel: +4901739531905, E-Mail: bridges@hhu.de; christopher.bridges@uni-duesseldorf.de

**Di Natale, Antonio**

Director, Aquastudio Research Institute, Via Trapani 6, 98121 Messina, Italy  
Tel: +39 336 333 366, E-Mail: adinatale@costaedutainment.it; adinatale@acquaridigenova.it

**Gordoa, Ana**

Senior scientist, Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB - CSIC), Acc. Cala St. Francesc, 14, 17300 Blanes, Girona, Spain  
Tel: +34 972 336101; +34 666 094 459, E-Mail: gordoa@ceab.csic.es

**Grubisic, Leon**

Institute of Oceanography and Fisheries in Split, Setaliste Ivana Mestrovica 63 - P.O.Box 500, 21000 Split, Croatia  
Tel: +385 914 070 955, Fax: +385 21 358 650, E-Mail: leon@izor.hr

**Lino, Pedro Gil**

Research Assistant, Instituto Português do Mar e da Atmosfera - I.P./IPMA, Avenida 5 Outubro s/n, 8700-305 Olhão, Faro, Portugal  
Tel: +351 289 700508, E-Mail: plino@ipma.pt

**Macías López, Ángel David**

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Málaga, Puerto pesquero s/n, 29640 Fuengirola Málaga, Spain  
Tel: +34 952 197 124; +34 619 022 586, Fax: +34 952 463 808, E-Mail: david.macias@ieo.csic.es

**Maxwell, Hugo**

Marine Institute, Furnace, Newport, County Mayo, F28EV18, Ireland  
Tel: +353 894 836 530; 877 621 337, E-Mail: hugo.maxwell@marine.ie

**Pappalardo, Luigi**

Scientific Coordinator, OCEANIS SRL, Vie Maritime 59, 84043 Salerno Agropoli, Italy  
Tel: +39 081 777 5116; +39 345 689 2473, E-Mail: gistec86@hotmail.com; oceanissrl@gmail.com

**Parejo Lázaro-Carrasco, Aída**

Ministerio de Ciencia e Innovación, Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CNIEO) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Promontorio San Martín s/n, Av. de Severiano Ballesteros, s/n, 39004 Cantabria, Santander, Spain  
Tel: +34 942 29 17 16, E-Mail: aida.parejo@ieo.csic.es

**Pignalosa, Paolo**

Senior Fisheries Expert, Oceanis Srl, Via Marittima, 59, 80056 Ercolano - Naples, Italy  
Tel: +39 81 777 5116; +39 335 669 9324, E-Mail: oceanissrl@gmail.com

**Rodríguez-Marín, Enrique**

Centro Oceanográfico de Santander (COST-IEO). Instituto Español de Oceanografía (IEO). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), C.O. de Santander, C/ Severiano Ballesteros 16, 39004 Santander, Cantabria, Spain  
Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: enrique.rmarin@ieo.csic.es

**Rouyer, Tristan**

Ifremer - Dept Recherche Halieutique, B.P. 171 - Bd. Jean Monnet, 34200 Sète, Languedoc Rousillon, France  
Tel: +33 782 995 237, E-Mail: tristan.rouyer@ifremer.fr

**Rueda Ramírez, Lucía**

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía Málaga, Puerto pesquero s/n, 29640 Fuengirola Málaga, Spain  
Tel: +34 952 197 124, E-Mail: lucia.rueda@ieo.csic.es

**Sampedro Pastor, M<sup>a</sup> Paz**

Instituto Español de Oceanografía, Paseo Marítimo Alcalde Francisco Vázquez, 10, 15177 A Coruña, Spain  
Tel: +34 633 678 748, E-Mail: paz.sampedro@ieo.csic.es

**Sarricolea Balufo, Lucía**

Secretaría General de Pesca, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Calle Velázquez, número 144, 28006 Madrid, Spain  
Tel: +34 913 476 170; +34 618 330 518, E-Mail: lsarricolea@mapa.es

**Scarcella, Giuseppe**

L.go Fiera della pesca SNC, 60125 Ancona, Italy  
Tel: +39 338 704 3071, E-Mail: giuseppe.scarcella@cnr.it

**Sundelöf, Andreas**

Swedish University of Agricultural Sciences, Institute of Marine Research, Turistgatan, 5, SE-453 30 Lysekil, Sweden  
Tel: +46 703 068 775, Fax: +46 5231 3977, E-Mail: andreas.sundelof@slu.se

**Talijancic, Igor**

Institute of Oceanography and Fisheries Split, 21000 Dalmatia, Croatia  
Tel: +385 214 08047, E-Mail: talijan@izor.hr

**Thasitis, Ioannis**

Department of Fisheries and Marine Research, 101 Vithleem Street, 2033 Nicosia, Cyprus  
Tel: +35722807840, Fax: +35722 775 955, E-Mail: ithasitis@dfmr.moa.gov.cy; ithasitis@dfmr.moa.gov.cy

**GAMBIA**

**Gibba, Omar S.M. <sup>1</sup>**

Permanent Secretary, Ministry of Fisheries, Water Resources and National Assembly Matters  
Tel: +220 705 0000, E-Mail: gibbaosm97@gmail.com

## **JAPAN**

### **Butterworth, Douglas S.**

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

### **Fukuda, Hiromu**

Head of Group, Highly Migratory Resources Division, Fisheries Stock Assessment Center, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa, Yokohama, 234-8648  
Tel: +81 45 788 7936, E-Mail: fukudahiro@affrc.go.jp

### **Nakatsuka, Shuya**

Deputy Director, Highly Migratory Resources Division, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4, Fukuura, Kanazawa Kanagawa, 236-8648  
Tel: +81 45 788 7950, E-Mail: nakatsuka\_shuya49@fra.go.jp; snakatsuka@affrc.go.jp

### **Rademeyer, Rebecca**

Marine Resource Assessment and Management Group, Department of Mathematics and Applied Mathematic - University of Cape Town, Private Bag, 7700 Rondebosch, South Africa  
Tel: +651 300 442, E-Mail: rebecca.rademeyer@gmail.com

### **Tsukahara, Yohei**

Scientist, Highly Migratory Resources Division, Fisheries Stock Assessment Center, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4, Fukuura, Kanagawa, Yokohama, Shizuoka Shimizu-ku 236-8648  
Tel: +81 45 788 7937, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: tsukahara\_yohei35@fra.go.jp; tsukahara\_y@affrc.go.jp

### **Uozumi, Yuji**

Advisor, Japan Tuna Fisheries Co-operation Association, Japan Fisheries Research and Education Agency, Tokyo Koutou ku Eitai 135-0034

## **KOREA (REP.)**

### **Kwon, Youjung**

Distant Water Fisheries Resources Division, National Institute of Fisheries Science, 216 Gijang-Haeanro, Gijang-eup, Gijang-gun, 46083 Busan  
Tel: +82 51 720 2325, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: kwonuj@korea.kr

### **Lee, Mi Kyung**

Scientist, National Institute of Fisheries Science, 216 Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, 46083 Busan  
Tel: +82 51 720 2332, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: ccmklee@korea.kr; cc.mklee@gmail.com

### **Lim, Junghyun**

Scientist, National Institute of Fisheries Science (NIFS), 216, Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, 46083 Busan  
Tel: +82 51 720 2331, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: jhlim1@korea.kr

## **LIBYA**

### **F. Gafri, Hasan<sup>1</sup>**

Director - Libyan Commissioner to ICCAT, Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries, Department of Marine Wealth, Aldahra Street, P.O. Box 80876, Tajura Tripoli  
Tel: +218 916 274 377, E-Mail: gafrihasan@gmail.com; abdulalam.zbida@gmail.com

### **El Rabeie, Mohamed Noor Hilal M.**

General Authority for Marine Wealth, Aldahra Street, Tripoli  
Tel: +218 913 462 440, E-Mail: Elrabeie.mohamed@gmail.com

## **MOROCCO**

### **Abid, Noureddine**

Chercheur et ingénieur halieute au Centre Régional de recherche Halieutique de Tanger, Responsable du programme de suivi et d'étude des ressources des grands pélagiques, Centre régional de l'INRH à Tanger/M'dig, B.P. 5268, 90000 Drabed, Tanger  
Tel: +212 53932 5134; +212 663 708 819, Fax: +212 53932 5139, E-Mail: nabid@inrh.ma; noureddine.abid65@gmail.com

### **Bensbai, Jilali**

Chercheur, Institut National de Recherche Halieutique à Casablanca - INRH/Laboratoires Centraux, Ain Diab près du Club équestre OULAD JMEL, Rue Sidi Abderrhman / Ain Diab, 20100 Casablanca  
Tel: +212 661 59 8386, Fax: +212 522 397 388, E-Mail: bensbaijilali@gmail.com

**Haoujar, Bouchra**

Cadre à la Division de Durabilité et d'Aménagement des Ressources Halieutiques, Département de la Pêche Maritime, Nouveau Quartier Administratif, BP 476, 10150 Haut Agdal, Rabat  
Tel: +212 253 768 8121, Fax: +212 537 688 089, E-Mail: haoujar@mpm.gov.ma

**Hassouni, Fatima Zohra**

Chef de la Division de Durabilité et d'Aménagement des Ressources Halieutiques, Département de la Pêche maritime, Nouveau Quartier Administratif, Haut Agdal, B.P.: 476 Rabat  
Tel: +212 537 688 122/21, Fax: +212 537 688 089, E-Mail: hassouni@mpm.gov.ma

**TUNISIA**

**Zarrad, Rafik**

Chercheur, Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM), BP 138 Ezzahra, Mahdia 5199  
Tel: +216 73 688 604; +216 972 92111, Fax: +216 73 688 602, E-Mail: rafik.zarrad@gmail.com

**UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND**

**Fischer, Simon**

Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS), Pakefield Road, Lowestoft, Suffolk NR33 0HT  
E-Mail: simon.fischer@cefass.co.uk

**UNITED STATES**

**Brown, Craig A.**

Chief, Highly Migratory Species Branch, Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center, NOAA, National Marine Fisheries Service, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149  
Tel: +1 305 586 6589, E-Mail: craig.brown@noaa.gov

**Cadrin, Steven Xavier**

Associate Professor, SMAST - University of Massachusetts, School for Marine Science & Technology, Department of Fisheries Oceanography, 836 South Rodney French Blvd, Fairhaven, MA 02744  
Tel: +1 508 910 6358, Fax: +1 508 910 6374, E-Mail: scadrin@umassd.edu

**Carrano, Cole**

836 S Rodney French Blvd, New Bedford MA 02744  
Tel: +1 8049725157, E-Mail: ccarrano@umassd.edu; cole.carrano@rsmas.miami.edu

**Fisch, Nicholas**

National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, 101 Pivers Island Road, Beaufort, North Carolina 28516  
Tel: +1 727 798 8424, E-Mail: nicholas.fisch@noaa.gov; nickcfisch@gmail.com

**Lauretta, Matthew**

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

**Peterson, Cassidy**

NOAA Fisheries, 101 Pivers Island Rd, Miami, FL 28516  
Tel: +1 910 708 2686, E-Mail: cassidy.peterson@noaa.gov

**Schalit, David**

President, American Bluefin Tuna Association, P.O. Box 854, Norwell, Massachusetts 02061  
Tel: +1 917 573 7922, E-Mail: dschalit@gmail.com

**Sissenwine, Michael P.**

Marine Policy Center, Woods Hole Oceanographic Institution, 39 Mill Pond Way, East Falmouth Massachusetts 02536  
Tel: +1 508 566 3144, E-Mail: m.sissenwine@gmail.com

**Walter, John**

Research Fishery Biologist, NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Center, Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149  
Tel: +305 365 4114; +1 804 815 0881, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: john.f.walter@noaa.gov

**Weiner, Christopher**

PO Box 1146, Wells, Maine 04090  
Tel: +1 978 886 0204, E-Mail: chrisweiner14@gmail.com

**OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS**

**ASSOCIAÇÃO DE CIÊNCIAS MARINHAS E COOPERAÇÃO - SCIAENA**

**Blanc, Nicolas**

Incubadora de Empresas da Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Pavilhão B1, 8005-226 Faro, Portugal  
Tel: +351 917 018 720, E-Mail: nblanc@sciaena.org

**FEDERATION OF EUROPEAN AQUACULTURE PRODUCERS - FEAP**

**Kiziltan, Sinan**

Aegean Exporter's Associations, MİLAS BODRUM KARAYOLU 18.KM KEMİKLER KÖYÜ MİLAS, 48670 Mugla, Milas, Türkiye  
Tel: +90 532 779 7068, E-Mail: sinan@kilicdeniz.com.tr; eib@eib.org.tr

**Sindilariu, Paul Daniel**

NEXT TUNA, Londoner Str. 3, 60327 Frankfurt, Germany  
Tel: +41 762 038 073, E-Mail: paul@nexttuna.com

**FEDERATION OF MALTESE AQUACULTURE PRODUCERS - FMAP**

**Deguara, Simeon**

AquaBioTech Ltd, Central Complex, Naggar Ste., Mosta, MST 1761, Malta  
Tel: +356 994 23123, E-Mail: dsd@aquabt.com

**THE OCEAN FOUNDATION**

**Miller, Shana**

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

**WORLDWIDE FUND FOR NATURE - WWF**

**Buzzi, Alessandro**

WWF Mediterranean, Via Po, 25/c, 00198 Rome, Italy  
Tel: +39 346 235 7481, Fax: +39 068 413 866, E-Mail: abuzzi@wwfmedpo.org

**SCRS CHAIRMAN**

**Melvin, Gary**

SCRS Chairman, St. Andrews Biological Station - Fisheries and Oceans Canada, Department of Fisheries and Oceans, 285 Water Street, St. Andrews, New Brunswick E5B 1B8, Canada  
Tel: +1 506 652 95783; +1 506 651 6020, E-Mail: gary.d.melvin@gmail.com; gary.melvin@dfo-mpo.gc.ca

**SCRS VICE-CHAIRMAN**

**Arrizabalaga, Haritz**

Principal Investigator, SCRS Vice-Chairman, AZTI Marine Research Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia, Gipuzkoa, Spain  
Tel: +34 94 657 40 00; +34 667 174 477, Fax: +34 94 300 48 01, E-Mail: harri@azti.es

**EXTERNAL EXPERT**

**Ianelli, James**

3044 NE 98th St, Seattle WA 98115, United States  
Tel: +1 206 679 6674, E-Mail: jim.ianelli@gmail.com

**Parma, Ana**

Principal Researcher, Centro para el Estudio de Sistemas Marinos, CONICET (National Scientific and Technical Research Council), Blvd. Brown 2915, U 9120 ACF Puerto Madryn, Chubut, Argentina  
Tel: +54 (280) 488 3184 (int. 1229), Fax: +54 (280) 488 3543, E-Mail: anaparma@gmail.com; parma@cenpat-conicet.gob.ar

\*\*\*\*\*

**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

**Manel**, Camille Jean Pierre

**Neves dos Santos**, Miguel

**Ortiz**, Mauricio

**Palma**, Carlos

**Kimoto**, Ai

**Taylor**, Nathan

**Alemaný**, Francisco

**Mayor**, Carlos

**Pagá**, Alfonso

**Tensek**, Stasa

## Appendix 3

## List of documents and presentations

<i>Reference</i>	<i>Title</i>	<i>Authors</i>
SCRS/2022/101	Review of the catch and catch-at-age estimation for the E-BFT catch inflated estimates 1998 - 2007	Ortiz M., Kimoto A., Lauretta M., Palma C., Rouyer T., Gordo A., Di Natale A., Rodriguez-Marin E., and Walter J.
SCRS/2022/103	Determination of annual periodicity in annuli formation in Atlantic bluefin tuna otoliths	Rodriguez-Marin E., Busawon D., Luque PL., Castillo I., Stewart N., Krusic-Golub K., Parejo A. and Hanke A.
SCRS/2022/125	2022 ASAP stock assessment of the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna	Carrano C., Maguire J-J., Kerr L., Walter J., Lauretta M., Rouyer T., and Cadrin S.X.
SCRS/2022/126	BR CMP as at June 2022	Butterworth D., Rademeyer R.A.
SCRS/2022/127	A brief review of natural mortality for the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna, pacific bluefin tuna and southern bluefin tuna	Feng J., Zhang F., and Zhu J.
SCRS/2022/128	2022 proposed base case model for eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna assessment using stock synthesis	Sampedro P., Tsukahara Y., Lauretta M., Fukuda H., Sharma R., Gordo A., Rouyer T., Kimoto A., Walter J. and Rodríguez-Marín E.
SCRS/2022/129	Final data, explorations, model set-up and diagnostics for the 2022 VPA stock assessment of the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna stock	Rouyer T., A. Kimoto, R. Zarrad, M. Ortiz, C. Palma, C. Mayor, M. Lauretta, Gordo A., Rodriguez Marin E. and Walter J.
SCRS/2022/131	Characteristics of the Balfegó purse seine fleet, CPUE approaches contextualize with the eastern stock indicators	Gordo A., Bahamón N., Ortiz M., and Santiago J.
SCRS/2022/132	Eastern Atlantic bluefin tuna assessment review Report from the data preparation meeting held in April	Ianelli J.
SCRS/P/2022/043	Model results and initial projections for the 2022 VPA stock assessment of the eastern and Atlantic Mediterranean bluefin tuna stock	Rouyer T., Kimoto A., Zarrad R., Ortiz M., Palma C., Mayor C., Lauretta M., Gordo A., Rodriguez-Marin E. and Walter J.
SCRS/P/2022/046	Some considerations for modeling growth of east Atlantic bluefin tuna in stock synthesis	Lauretta M., Sampedro P.
SCRS/P/2022/047	Updated CMP results	Carruthers T.
SCRS/P/2022/048	An update on the analysis of weight gain of farm E-BFT	Ortiz M., Mayor C., Paga A., and Alemany F.
SCRS/P/2022/049	Updating on GBYP matters	Alemany F., Tensek S., and Paga A.

**SCRS document abstracts as provided by the authors**

*SCRS/2022/101* – During the 2022 Eastern Atlantic and Mediterranean Bluefin Tuna Data Preparatory Meeting, the Bluefin Species Group (BFTSG) agreed to revise the assumptions and update the catch-at-size/catch-at-age (CAS/CAA) intersessionally by replacing the "NEI (inflated)" partial catches component (1998-2007) with a new set of combined Mediterranean size samples. A small ad-hoc group was formed to carry out this task and proposed an alternative CAS/CAA for the 2022 E-BFT stock assessment, this document summarizes these analyses. This document provides the revised CAS (version 2b) and two CAA based on the von Bertalanffy and the Richards growth curves. The small group agreed that this revised CAS is a better estimate of the size distribution for the NEI-inflated catch and proposed adoption by the BFTSG, and also recommended that this revision would be applied only to VPA (Virtual Population Analysis) and possibly ASAP (Age Structured Assessment Program).

*SCRS/2022/103* – Controversies remain regarding the periodicity, or seasonality, of otolith growth band formation which directly influences the correct age determination of Atlantic bluefin tuna using otoliths. Thereby, the aim of this work was to apply marginal increment analysis (MIA) and marginal edge analysis (EA) to determine the timing of band deposition. The index of completion (MIA) was also analyzed using General Additive Models. The results indicated that the opaque band starts to form in July and finishes forming in November. From the end of the year and the beginning of the following year there is minimal marginal edge growth, and this is when the translucent band begins to form and reaches its maximum development in June. MIA and EA have evidenced that the annulus has been formed in November in the Atlantic Bluefin tuna otolith. This would mean delaying the date of the current 1 July adjustment criterion to November 30.

*SCRS/2022/125* – The Age Structured Assessment Program (ASAP) was applied to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna for the 2022 stock assessment. ASAP is a statistical catch-at-age model that requires a time series of observed catch, age composition, and indices of abundance. Previous single-fleet applications of ASAP for the 2017 and 2020 Atlantic Bluefin tuna assessments were updated and revised, and alternative models with fleet structure were explored. The single-fleet ASAP model generally fit the data well, and were retrospectively consistent, but residual patterns in age composition and uncertainty in selectivity parameters could not be resolved. Model estimates suggest a substantial change in selectivity in the late 1990s, from full selection of young ages and partial selection of older ages before 1999, then partial selectivity of young ages and full selection of older ages since 1999. Model results suggest that the stock decreased from the 1970s to the early 2000s then recovered over the last decade from recent strong recruitment and low fishing mortality. Multi-fleet ASAP models were developed to fit catch data and estimate selectivity for each index fleet as well as the Mediterranean purse seine fleet. Multi-fleet-based runs were retrospectively consistent and fit the available data well, with some residual patterns. Results suggest stock recovery in the last decade from relatively low fishing mortality and strong recruitment. However, in contrast to the historical stock trajectory indicated by single-fleet runs, estimates of stock size from multi-fleet runs were low for the 1960s to the early 2000s. Status determination from single-fleet and multi-fleet runs was similar: the estimate of 2020 fishing mortality was much less than  $F_{0.1}$ , and the estimate of 2020 spawning biomass was much greater than  $SSBF_{0.1}$ .

*SCRS/2022/126* – The BR CMP is further adjusted in a few respects, especially as regards the relative weights given to the different indices of abundance to secure improved median TAC trajectories. Results are provided for the four basic development tunings, plus variants for one of those tunings in relation to TAC change constraints and the period between TAC changes. Furthermore, the CMP is tuned to the most aggressive option possible under the Blim constraint at 15% and at 10% conservation performance for the eastern population seems too poor for the former, as is catch performance for the West area for the latter.

*SCRS/2022/127* – A brief review is presented regarding the natural mortality used in the stock assessment for eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna over the past decades and in management strategy evaluation in recent years. Furthermore, the variation of natural mortality assumptions of Pacific bluefin tuna and Southern bluefin tuna is also reviewed. There were three types of natural mortality assumptions used in the stock assessment and/or management strategy evaluation as follows: the fixed values at all ages, an age-specific vector, and a smooth decreasing curve rescaled with the Lorenzen mortality function. The current natural mortality assumption is more logical compared to those previous assumptions. A long-term biological investigation of Atlantic bluefin tuna is needed to provide more available information about natural mortality.

*SCRS/2022/128* – This document presents the proposed base case for the assessment of the eastern Atlantic and Mediterranean population of bluefin tuna using Stock Synthesis in 2022. The model runs from 1950 to 2020 and was fitted to length composition data, conditional age-at-length (otolith and spines-length-age pairs), 16 fishing fleets and 11 indices of abundance. Growth is modelled by a Richards function with  $L_{INF}$  fixed at 271 cm,  $K$  fixed at 0.23387, and the shape parameter is estimated by the model. A Beverton-Holt stock recruitment relationship was estimated in the model with the steepness and  $\sigma_R$  fixed at 0.9 and 0.6, respectively.  $R_0$  is freely estimated. Although the diagnostics indicate an acceptable stability of the model, there are important conflicts between the catch information, length composition and index data. The model fits to length compositions were not good, but the model followed most of the indices fairly well. The model results showed that the SSB decreased from 1950 until the 1970s, remaining relatively stable at low values during the 1980-2009 period, and showing a sharp and steady increase since 2010. Model diagnostics indicated that the different source of data provides contradicting information about the stock, resulting in biases in the results.

*SCRS/2022/129* – This document presents the modelling work done for the 2022 stock assessment for the eastern and Mediterranean Bluefin tuna stock during informal modelling subgroup meetings in June 2022. This document presents various runs built upon the base case for the 2017 stock assessment. These runs aim to address issues identified in the 2020 update assessment and aspects discussed during the informal meetings held in June 2022, regarding the inclusion of updated catch-at-age data, improvement of model stability in relation to  $F_{RATIO}$  estimates, the selection of the age for the plus group and inclusion of the WMED\_GBYP\_AER index. Following several explorations, the present work contains two runs that displayed improved diagnostics compared to previous runs. These models have improved retrospective patterns and no problematic issue was found through jittering the random number generator, jittering the starting values for the terminal  $F$  estimate, bootstrapping or through jackknife analysis.

*SCRS/2022/131* – This study describes the characteristics of the fleet including its operational particularities in order to comprehend the fishing effort of this fleet and the possible factors of standardisation of its CPUEs. In order to estimate the CPUEs with different approaches and discuss the information provided by each of them. Finally, the different estimates are contextualised with all the indicators of the eastern stock.

*SCRS/2022/132* – The reviewer for the East Atlantic and Mediterranean Bluefin Tuna stock assessment provided a review report from the data preparation meeting held in April.

*SCRS/P/2022/043* – During the meeting, the Group requested future projections using VPA for the E-BFT stock assessment, this presentation provided the stock status and short-term projection applying  $F_{0.1}$  or 36000 t.

*SCRS/P/2022/046* – The preliminary Stock Synthesis runs demonstrated an inability to estimate growth ( $L_{INF}$  in particular) within the model, due to lack of size-at-age information of older ages. SS estimates of growth for the West Atlantic model, which includes large numbers of East Atlantic origin, otolith-aged fish, resulted in  $L_{INF} = 272$  and 273 cm from the 2020 and 2021 assessments, respectively. The northern fleets of Canada HL and Norway PS appear to catch the largest bluefin tuna observed with upper modes near 270 cm and  $L_{MAX}$  near 340 cm. Distributions of size-at-age and estimates of mean size of older age classes in the mixed-stock West area fisheries support the Richards growth function. It was recommended to fix  $L_{INF} = 271$  and assume a Richards growth model in the East Atlantic Stock Synthesis model, and to assume asymptotic selectivity for the Norway PS during the period 1970 to 1981.

*SCRS/P/2022/047* – The MSE Expert presented the tasks completed since last meeting in New Metrics (v7.6.6): PrpOF: Proportion  $U > U_{MSY}$  (i.e., probability of overfishing, projection years 1-30), AvUrel: mean  $U / U_{MSY}$  (projection years 1-30), new tab in shiny app: 'Proj F' which shows  $U/MSY$  quantiles, projections only go out to 40 years and 2059. 40 projection years were necessary because the first three years (i.e., 2020-2022) are before the CMP is applied, the next 35 are needed to show the overfished trend metric (OFT, calculated from CMP years 31- 35). Results compiled for 6 CMPs: TC, BR, AI, PW, LW, FZ in the new version (v7.6.6).

*SCRS/P/2022/048* – No text was provided by the author(s).

*SCRS/P/2022/049* – No text was provided by the author(s).

## Appendix 5

### **Control, parameter and data files for eastern bluefin tuna VPA run 385**

This Appendix is available as an [electronic document](#).

## Appendix 6

### **Control, parameter and data files for eastern bluefin tuna Stock Synthesis run 16 reweight**

This Appendix is available as an [electronic document](#).

## Appendix 7

### **Control and data file for eastern bluefin tuna ASAP base run 2**

This Appendix is available as an [electronic document](#).

## Atlantic Bluefin Tuna MSE – Results, Decisions, & Next Steps

### Executive Summary

This document presents updated results from the Atlantic bluefin tuna management strategy evaluation (MSE) process from new analyses conducted to address feedback received at the 9-10 May 2022 Panel 2 meeting. The intention is to provide sufficient information to facilitate discussion among scientists, fishery managers and stakeholders, as well as decision-makers, at the 14 July 2022 meeting of Panel 2.

### Candidate Management Procedures

There are currently 6 candidate management procedures (CMPs) under development by the SCRS (**Table 1**). All calculate separate total allowable catches (TACs) for the West and East management areas. The SCRS rigorously reviewed all available western and eastern indices, resulting in two indices being deemed unsuitable in their present condition to be used for CMP inputs. After this, the choice of indices used in each CMP has been at the discretion of developers with emphasis placed on whether the CMPs perform well when using these indices. We present recent results from 6 CMPs to show key performance trade-offs for management objectives in a 'quilt plot' (**Figure 1**) that ranks the most recent results of these CMPs on 5 key performance statistics for both East and West. A second plot (**Figure 2**) includes 10 additional statistics for background. The performance statistics are described in **Table 2**.

The July Panel 2 agenda specifies four main decision points:

- Decision point 1 (PA2 Agenda Item 6.a): 2-year vs. 3-year management cycle and symmetric stability
  - 3-year management cycles were tested for 2 CMPs: BR and TC. The results for the BR CMP variants tuned to a common LD\*15 value are shown in **Table 3** and summarized below.
  - The 3-year cycle was slower to react to signals to decrease TAC and thus had lower 50%ile biomass status (Br30) and slightly reduced AvC30 coupled with slightly higher variability in TAC changes.
  - To compensate, SCRS explored greater allowable TAC reductions (+20%/-35% stability) that improved Br30 status slightly for both eastern and western stocks.
  - Performance was only slightly inferior and practical considerations (stability, reduced administrative burden) may support a 3-year management cycle; this decision should be made at this meeting to facilitate further CMP development and the SCRS notes that this will be time-consuming for all developers to implement.
  - The May PA2 meeting requested that the SCRS evaluate a symmetrical stability provision of +/-20% compared to the default +20%/-30%. The +20/-20 option was slower to implement necessary TAC decreases and thus had lower yield and biomass performance (i.e., greater risk) (**Table 4**). The SCRS has not yet evaluated +20/-20 with a 3-year cycle but expects performance to be worse, since not even +20/-30 had satisfactory performance in terms of the agreed  $B_{LIM}$  requirements. Nonetheless, to facilitate further CMP development, Panel 2 should decide at this meeting whether symmetrical stability provisions are required.
- Decision point 2 (PA2 Agenda Item 6.b): Incorporation of 'phase-in' as default
  - As per PA2 guidance in May, all CMPs were tested with a phase-in (i.e., limiting any downward TAC change to 10% for the first two 2-year management cycles). The phase-in made little difference to long-term biomass (risk) or yield outcomes, and thus is confirmed as a viable approach; this decision should be made at this meeting to facilitate further CMP development.
- Decision point 3 (PA2 Agenda Item 6.c): Culling of CMPs that fail the thresholds defined at the May PA2 meeting
  - Lowest depletion, LD\* (>15% probability of falling below  $B_{LIM}$ , i.e., 40% of dynamic SSBMSY).

- Two CMPs (i.e., EA and TN) were withdrawn by their developers due to difficulties in meeting this LD\* 15% threshold; this decision to remove these CMPs has been made by their individual developers so no decision is necessary by Panel 2.
- 60% PGK (i.e., probability of being in the green quadrant of the Kobe matrix in year 30).
  - All 6 CMPs meet or nearly meet this (**Figure 1**) for the default tuning level (median Br30 of 1.25 for the western stock and 1.50 for the eastern).
- Decision point 4: Culling of lowest performing CMPs
  - Of the 6 presented CMPs, does Panel 2 want to cull any now? The SCRS does not expect any culling to occur now.
  - Examining the quilt plots in **Figures 1** and **2**, are there certain performance statistics or trends that are considered undesirable, concerning or unacceptable by PA2?

Feedback is also sought on the following points related to CMP structure and behaviour and the path forward:

- Preferences on yield path
  - Recent high abundance is expected to result in increased catches (both in the East and the West) in the short term, followed by a decline. Should the possibility of reducing the size of the peak of this pulse in TACs to spread it over a longer period be investigated?
- Index selection for CMPs
  - Number of indices: Some CMPs use all 10 of the approved indices to set TACs, while others use as few as 2 per management area (**Figure 1**).
- Performance tuning
  - The SCRS will discuss the process of performance tuning to achieve higher yield performance while meeting minimum safety and status objectives.
- Process for obtaining feedback from CPCs of their stakeholder preferences relative to CMP decisions (see also Next steps below)
  - How may the SCRS assist in CPC-planned stakeholder outreach?

### Next steps

After the Panel 2 meeting on 14 July, one remaining Panel 2 meeting will take place before the Commission Plenary, scheduled for 14 October 2022. This will follow the September meetings of the SCRS Bluefin MSE Technical Subgroup, Bluefin Species Group, and SCRS Plenary meeting. The Bluefin Species Group also hopes to convene additional Ambassador meetings (tentatively, in late July and early October) in English, French and Spanish, and some summary materials are available in Arabic.

### Other resources

Atlantic Bluefin Tuna MSE splash page, including the interactive Shiny App (ENG only)

- CMP Results and Plotting
- CMP Performance Overview with Quilt Plots
- CMP Performance with Spider Plot

Harveststrategies.org MSE outreach materials (multiple languages, including Arabic)

**Table 1.** Table of Candidate Management Procedures (CMPs). All indices are referenced at the end of the table.

CMP	Indices used		Detailed description	Strengths/Weaknesses	References
	EAST	WEST			
FO	FR AER SUV2 JPN LL NEAt12 W-MED LAR SUV	US RR 66-144, CAN SWNS RR US-MEX GOM PLL	Uses an estimated F0.1 applied to an estimate of biomass to provide TAC advice. The F0.1 estimate is based on the relative abundance of young, medium and old fish for each area (which is informed from the areas indices noted on the left). Estimated biomass for each area is derived from an index from that area and a period of reference years.	Strengths: - performs well across several indicators. - uses indices that represent various age class to calculate TAC	SCRS/2020/144 SCRS/2021/122
AI	All	All	An artificial neural network is trained on simulated projected data for all indices (from both sides of the ocean) and a management value V, that is the true simulated vulnerable biomass in each area multiplied by a harvest control rule. Once trained, the neural network can predict V using new index data (simulated or real). Area-specific TAC is then calculated as a constant fraction of V.	Strengths: - performs well across several indicators. - Uses all indices Weaknesses: - lacks a clear relationship between index values and TAC, due to machine learning component. - struggles to achieve LD and PGK	SCRS/2021/028
BR	All	All	TACs are set based on relative harvest rates (with some slight initial time dependence) for a reference year (2018) applied to the 2-year moving average of a combined master abundance index for each of the West and East areas. These master indices are weighted averages across the indices available for the area based on their variances and to achieve smoother TAC trends over time.	Strengths: - strong performance, across most indicators. - Uses all indices	SCRS/2021/121 SCRS/2021/152 SCRS/2022/082 SCRS/2022/126
LW	W-MED LAR SUV JPN LL NEAt12	GOM LAR SUV MEXUS_LL	LW uses a 3-yr average of catch divided by relative SSB to estimate a constant harvest rate metric. All 4 indices on the left are used for the West area to account for stock mixing; Med larval and JPN East LL are used for the East area.	Strengths: - performs well across several indicators. Weaknesses: - has struggled to achieve some of PA2 identified thresholds for PGK.	SCRS/2021/127

<b>PW</b>	W-MED LAR SUV JPN LL NEAtl2	GOM LAR SUV MEXUS_LL	Similar to LW, PW uses indices in the East and the West (as specified on the left) to achieve a constant exploitation rate. It adjusts Western TAC according to Eastern indices under the assumption that Western TACs are supported by Eastern mixing.	Strengths: - performs well across several indicators. Weaknesses: - poor stability and yield.	SCRS/2021/155 SCRS/2022/078
<b>TC</b>	MOR POR TRAP JPN LL NEAtl2 W-MED LAR SUV GBYP AER SUV BAR	US RR 66- 144 JPN_LL_West 2 GOM_LAR_SU V	Two fishery indices for each area (West: JPN_LL_West2, US_RR_66_144. East: JPN_LL_NEAtl2, MOR_POR_TRAP) and three stock-specific fishery independent indices (West: GOM_LAR_SUV. East: MED_LAR_SUV, GBYP_AER_SUV_BAR) are used to predict area biomass assuming a fixed rate of stock mixing (e.g., a fixed fraction of the Eastern stock enters the West area). The TAC is calculated for each area by multiplying the predicted area biomass by a constant harvest rate.	Strengths: - highest stability Weaknesses: - increased stability causes somewhat lower biomass and yield performance.	SCRS/2020/150 SCRS/2020/165

East indices: FR AER SUV2 – French aerial survey in the Mediterranean; JPN LL NEAtl2 – Japanese longline index in the Northeast Atlantic; W-MED LAR SUV – Larval survey in the western Mediterranean; MOR POR Trap – Moroccan-Portuguese trap index; GBYP AER SUV BAR – GBYP aerial survey in the Balearics.

West indices: US RR 66-144 – U.S. recreational rod & reel index for fish 66-144 cm; CAN SWNS RR – Canadian Southwest Nova Scotia handline index; US-MEX GOM PLL – U.S. & Mexico combined longline index for the Gulf of Mexico; GOM LAR SUV – U.S. larval survey in the Gulf of Mexico; JPN LL West2 - Japanese longline index for the West Atlantic.

**Table 2.** Table of Operational Management Objectives and Performance Statistics.

<b>Management Objectives (Res. 18-03) + May 2022 PA2 guidance</b>	<b>Primary Performance Statistics (Tuning Objective &amp; Quilt 1)</b>	<b>Secondary Performance Statistics (Quilt 2)</b>
<p><b>Status</b> The stock should have a greater than [60]% probability of occurring in the green quadrant of the Kobe matrix.</p> <p>(To be evaluated at intermediate points between zero and 30 years, and at the end of the 30-year period.)</p>	<p><b>Br30</b> – Br [i.e., biomass ratio, or spawning stock biomass (SSB) relative to dynamic SSB<sub>MSY</sub><sup>1</sup>] after 30 years.</p> <p><b>PGK</b>: probability of being in the Kobe green quadrant (i.e., SSB&gt;dSSB<sub>MSY</sub> and U&lt;UMSY<sup>2</sup>) in year 30.</p>	<p><b>AvgBr</b> – Average Br over projection years 11-30.</p> <p><b>Br20</b> – Br after 20 years.</p> <p><b>POF</b> – Probability of overfishing (U&gt;UMSY) after 30 projected years.</p> <p><b>PNRK</b> - Probability of not being in the red Kobe quadrant (SSB &gt; SSB<sub>MSY</sub> or U &lt; UMSY) after 30 projected years.</p> <p><b>OFT</b> – Overfished Trend, SSB trend if Br30&lt;1.</p> <p><b>PrpOF</b> – Proportion U &gt; U<sub>MSY</sub> (i.e., probability of overfishing in projection years 1-30). (<i>See presentation. Not currently in quilt plot.</i>)</p> <p><b>AvUrel</b> – mean U/U<sub>MSY</sub> in projection years 1-30. (<i>See presentation. Not currently in quilt plot.</i>)</p> <p><b>U/U<sub>MSY</sub></b> – exploitation rate (U) in biomass divided by exploitation rate at MSY. (<i>Shown as a trajectory in the presentation rather than in a quilt plot.</i>)</p>
<p><b>Safety</b> There should be no more than a [15]% probability of the stock falling below BLIM at any point during the years 11-30 of the projection period.</p>	<p><b>LD*</b> – Lowest depletion (i.e., SSB relative to dynamic SSB<sub>MSY</sub>) over years 11-30 in the projection period. LD* value is evaluated relative to SCRS-proposed B<sub>LIM</sub> (40% of dynamic SSB<sub>MSY</sub>).<sup>3</sup> LD5%, LD10% and LD15% will all be evaluated, with the latter in Quilt 1 and the former 2 in Quilt 2.</p>	
<p><b>Yield</b> Maximize overall catch levels.</p>	<p><b>AvC10</b> – Median TAC (t) over years 1-10.</p> <p><b>AvC30</b> – Median TAC (t) over years 1-30.</p>	<p><b>C1</b> – TAC in first 2 years of MP (i.e., 2023-24).</p> <p><b>AvC20</b> – Median TAC (t) over years 1-20.</p>
<p><b>Stability</b> Any change in TAC between management periods should be no more than a 20% increase or a [20][30]% decrease, except during the application of the MP in the first two management periods, where any TAC change shall not exceed a 20% increase or a 10% decrease.</p>	<p><b>VarC</b> – Variation in TAC (%) between 2-year management cycles.</p>	

<sup>1</sup>Dynamic SSB<sub>MSY</sub> is a set fraction of dynamic SSB<sub>0</sub>, which is the spawning stock biomass that would occur in the absence of fishing, historically and in the future. Dynamic SSB<sub>MSY</sub> can change over time since it is based on current recruitment levels, which fluctuate due to time-varying dynamics in the models.

<sup>2</sup>The exploitation rate (U) is annual catch (in tonnes) divided by the total annual biomass in tonnes. U<sub>MSY</sub> is the fixed harvest rate (U) corresponding with SSB/SSB<sub>MSY</sub>=1 at year 50.

<sup>3</sup>SCRS proposed a B<sub>LIM</sub> of 40% of dynamic SSB<sub>MSY</sub> for the purposes of the MSE for CMP testing and performance tuning. Status relative to B<sub>LIM</sub> is calculated as the lowest depletion (spawning biomass relative to dynamic SSB<sub>MSY</sub>) over projection years 11-30 for which the CMP is applied across the plausibility weighted operating models. B<sub>LIM</sub> is proposed as a performance statistic, not as an ‘active’ or functional trigger for determining a management action.

**Table 3.** Performance for management cycle variations of the BR CMP tuned to a common LD\*15 (0.4 of dynamic SSB<sub>MSY</sub>) for comparative purposes. Performance statistics are described in **Table 2**. The 3-year cycle (BR5c) was slower to react to signals to decrease TAC and thus had slightly worse performance for status, yield and stability when compared to the 2-year cycle (BR5a). Improved status (Br30 5<sup>th</sup> and 50<sup>th</sup> percentiles) can be achieved with a 3-year management cycle by allowing for greater reductions in TAC as shown by BR5d.

Variant	Mgmt Cycle	Stability	East						West					
			Br30 50% tile	Br30 5% tile	LD*15	LD*10	Difference in AvC30 (kt)	VarC	Br30 50% tile	Br30 5% tile	LD*15	LD*10	Difference in AvC30 (kt)	VarC
BR5a	2-year	+20/-30	1.03	0.24	0.4	0.31	-	19.7	1.07	0.41	0.4	0.32	-	13.56
BR5c	3-year	+20/-30	1.1	0.20	0.4	0.28	-1.81	20.1	1.15	0.37	0.4	0.29	-0.11	15.12
BR5d	3-year	+20/-35	1.13	0.31	0.4	0.34	-2.37	20.9	1.17	0.42	0.4	0.31	-0.08	15.33

**Table 4.** Comparative performance for variations of the BR CMP with symmetric TAC change restrictions. Performance statistics are described in **Table 2**. Performance of BR2g (+20/-20 stability) has slightly lower yields (AvC30) compared to BR2a (+20/-30 stability), as well as poorer conservation (LD\*) performance.

Variant	Mgmt Cycle	Stability	East					West				
			Br30 50% tile	LD*15	LD*10	Difference in AvC30 (kt)	VarC	Br30 50% tile	LD*15	LD*10	Difference in AvC30 (kt)	VarC
BR2a	2-year	+20/-30	1.5	0.66	0.58	-	16.56	1.25	0.49	0.38	-	12.61
BR2g	2-year	+20/-20	1.49	0.55	0.46	-0.27	14.53	1.24	0.46	0.32	-0.01	12.15

**Figure 1.** Primary ‘Quilt’ plot for the West and East for tuning level 2 (i.e., Br30=1.25 for West and Br30=1.5 for East) using the default weighting scheme (i.e., 0 for PGK; 0.5 for AvC10 and AvC30; 1.0 for VarC and LD15) and ordered relative to the total column. Colour scale represents relative performance from dark (best) to light (worst) within a column. This plot shows the top 5 performance statistics chosen on the basis of removing duplicative statistics and focusing on the four operational performance statistics of safety, status, stability and yield. The five statistics and associated percentiles are PGK: probability of being in the Kobe green quadrant (i.e.,  $SSB > SSB_{MSY}$  and  $U < U_{MSY}$ ) in year 30; AvC10: average catch (kilotons, kt) over years 1-10 (50%tile); AvC30: average catch (kt) over years 1-30 (50%tile); VarC: Variation in catch (kt) between 2-year management cycles (50%tile); LD\*(15%): 15%tile of lowest depletion over years 11-30. PGK is not weighted in the scoring as all CMPs are tuned to achieve similar biomass status. Ordering is achieved by scaling each column according to its minimum and maximum, within a column, giving a rank order from 0 (best) to 1 (worst), weighting columns according to the default weighting, obtaining an average for West and East and then taking the average across East and West (Tot). See **Table 2** for more detailed descriptions of performance statistics. The ‘a’ for each CMP refers to the +20/-30 stability tuning without phase-in.

CMP	West					East					Tot	# indices
	PGK (Mean)	AvC10 (50%)	AvC30 (50%)	VarC (50%)	LD (15%)	PGK (Mean)	AvC10 (50%)	AvC30 (50%)	VarC (50%)	LD (15%)		
BR2a	0.63	3.02	2.72	12.61	0.49	0.78	40.9	32.65	16.56	0.66	0.26	10
AI2a	0.58	3.03	2.77	16.43	0.53	0.71	41.16	37.62	16.17	0.65	0.27	10
TC2a	0.61	2.83	2.64	6.71	0.4	0.73	33.43	29.21	8.18	0.54	0.48	7
FO2a	0.62	2.84	2.77	14.29	0.48	0.64	37.37	30.46	13.93	0.47	0.53	6
LW2a	0.59	2.68	2.56	15.63	0.5	0.72	34.63	30.27	17.21	0.6	0.58	4
PW2a	0.67	2.37	2.29	17.11	0.45	0.74	35.36	29.93	13.27	0.6	0.71	4

**Figure 2.** Secondary quilt plots, shown separately for East and West, which depict the following 10 performance statistics - C1: catch in the first year of CMP application (50%); AvC20: average catch (kilotons, kt) over years 11-20 (50%tile); AvgBr: spawning biomass relative to dynamic  $SSB_{MSY}$  over projection years 11-30 (50%), Br20: Depletion (spawning biomass relative to dynamic  $SSB_{MSY}$ ) in projection year 20 (50%); Br30: Depletion (spawning biomass relative to dynamic  $SSB_{MSY}$ ) in projection year 30 (5%); LD\* (5%): 5%tile of lowest depletion over years 11-30; LD\* (10%) 10%tile of lowest depletion over years 11-30; POF: Probability of Overfishing ( $U > U_{MSY}$ ) after 30 projected years (mean); PNRK: Probability of not Red Kobe ( $SSB > SSB_{MSY}$  or  $U < U_{MSY}$ ) after 30 projected years (mean), OFT: Overfished trend, SSB trend over projection years 31 - 35 when  $Br30 < 1$ . See **Table 2** for more detailed descriptions of performance statistics. The 'a' for each CMP refers to the +20/- 30 stability tuning without phase-in. Order of the CMPs is the same as in quilt plot 1.

East										
CMP	C1 (50%)	AvC20 (50%)	AvgBr (50%)	Br20 (50%)	Br30 (5%)	LD (5%)	LD (10%)	POF (Mean)	PNRK (Mean)	OFT (P>0)
BR2a	43.2	34.05	1.49	1.45	0.73	0.49	0.58	0.03	0.99	0.96
AI2a	32.27	40.51	1.53	1.51	0.47	0.42	0.55	0.11	0.9	0.86
TC2a	37.26	28.84	1.59	1.58	0.52	0.37	0.47	0.07	0.94	0.9
FO2a	43.2	29.83	1.52	1.5	0.3	0.25	0.37	0.21	0.81	0.84
LW2a	43.2	30.14	1.52	1.5	0.55	0.44	0.53	0.08	0.95	0.92
PW2a	41.14	30.2	1.53	1.5	0.57	0.43	0.52	0.06	0.97	0.93

West										
CMP	C1 (50%)	AvC20 (50%)	AvgBr (50%)	Br20 (50%)	Br30 (5%)	LD (5%)	LD (10%)	POF (Mean)	PNRK (Mean)	OFT (P>0)
BR2a	2.71	2.73	1.34	1.31	0.54	0.28	0.38	0.22	0.83	0.86
AI2a	2.82	2.83	1.35	1.31	0.63	0.32	0.42	0.26	0.87	0.87
TC2a	2.68	2.59	1.42	1.41	0.35	0.18	0.27	0.28	0.78	0.86
FO2a	2.41	2.78	1.38	1.35	0.48	0.3	0.38	0.26	0.81	0.85
LW2a	2.53	2.56	1.34	1.3	0.49	0.28	0.38	0.26	0.81	0.84
PW2a	2.42	2.27	1.23	1.18	0.49	0.28	0.38	0.09	0.95	0.94