

Rapport de la réunion ICCAT d'évaluation du stock de makaire bleu de l'Atlantique de 2024
(hybride, Madrid, Espagne, 17-21 juin 2024)

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

La réunion hybride s'est tenue en présentiel au Secrétariat de l'ICCAT à Madrid (Espagne) et en ligne, du 17 au 21 juin 2024. Mme Fambaye Ngom Sow (Sénégal), rapporteuse du Groupe d'espèces (« le Groupe ») et Présidente de la réunion, a ouvert la réunion et a souhaité la bienvenue aux participants. M. Camille Jean Pierre Manel, Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a souhaité la bienvenue aux participants et leur a souhaité une réunion fructueuse.

La Présidente a procédé à l'examen de l'ordre du jour qui a été adopté avec quelques modifications (**appendice 1**). La liste des participants figure à l'**appendice 2**. La liste des documents et des présentations soumis à la réunion est jointe à l'**appendice 3**. Les résumés de tous les documents et présentations du SCRS fournis à la réunion sont joints à l'**appendice 4**. Les participants suivants ont assumé les fonctions de rapporteur :

<i>Points</i>	<i>Rapporteurs</i>
Points 1 et 11	M. Ortiz et A. Kimoto
Point 2	C. Mayor, M. Ortiz, J. Garcia
Point 3	C. Fernandez, B. Mourato, E. Kikuchi, K. Ba
Point 4	C. Fernandez, B. Mourato, E. Kikuchi
Point 5	E. Kikuchi, M. Narvaez, M. Ortiz, A. Kimoto
Point 6	A. Kimoto, M. Ortiz
Point 7	C. Brown, F. Sow, D. Die
Point 8	F. Sow, D. Angueko, M. Ortiz
Point 9	F. Sow, K. Ramirez, D. Die
Point 10	M. N. Santos, F. Sow

2. Résumé des données d'entrée pour l'évaluation du stock

La réunion de préparation des données sur le makaire bleu (Anon., 2024a) avait longuement discuté et convenu des données d'entrée et des configurations des modèles pour l'évaluation du stock de makaire bleu de l'Atlantique. Conformément au plan de travail intersessions du Groupe, le Secrétariat et l'équipe de modélisateurs ont fourni toutes les données d'entrée pour les différentes plateformes de modélisation, y compris les séries de captures, les données de fréquences de tailles, la structure des flottilles, les indices d'abondance et les données d'âge par taille. Le rapport de la réunion de préparation des données (Anon., 2024a) comporte des informations détaillées exhaustives sur les décisions et recommandations du Groupe.

Cette section résume toutes les mises à jour ou modifications des données d'entrée qui ont été communiquées et qui s'écartaient du plan de travail intersessions et des recommandations du Groupe.

2.1 Biologie

Le document SCRS/2024/108 présentait un résumé de la réunion informelle tenue par l'équipe de modélisation de l'évaluation du stock de makaire bleu visant à partager les progrès réalisés et à discuter notamment du traitement des modèles de croissance. Les recommandations formulées sur les modèles de croissance différaient des décisions prises à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu.

Conformément au plan de travail convenu lors de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu (Anon., 2024a), l'équipe de modélisation a évalué les deux alternatives de données d'entrée d'âge par taille (données des épines ou des otolithes) et a estimé le modèle de croissance du makaire bleu de l'Atlantique dans Stock Synthesis. Les résultats initiaux concluaient que le modèle Stock Synthesis qui estimait une courbe de croissance internement avec les données d'âge par taille basées sur les épines (Hoolihan *et al.*, 2019) donnait lieu à un schéma de croissance et à une dynamique de la population globale

complètement différents par rapport à la courbe de croissance basée sur les otolithes. Les résultats indiquaient une biomasse initiale considérable avec une faible productivité et un stock entaché de grandes incertitudes qui n'a jamais été surexploité ou ne faisant l'objet de surpêche.

Des résultats similaires étaient obtenus avec les scénarios du modèle de production excédentaire (SPM) JABBA dans lesquels les distributions a priori de r étaient estimées en utilisant les paramètres de croissance estimés dans Stock Synthesis. Les modélisateurs ont conclu que les deux sources de données de croissance du makaire bleu de l'Atlantique n'étaient pas compatibles, et qu'il n'était pas possible de suivre les suggestions d'appliquer les données des épines pour estimer la courbe de croissance dans le modèle, comme cela avait été proposé à la réunion de préparation des données.

Le Groupe a discuté du fait que l'âge estimé pour une taille de poisson donnée à l'aide des épines donne lieu à des estimations systématiquement plus élevées de l'âge pour des poissons de même taille que les estimations de l'âge basées sur les otolithes (**Figure 1**), les différences étant notamment plus importantes pour les femelles. Il a été indiqué que les lectures de l'âge à partir des épines sont fortement affectées par la réabsorption et la vascularisation de l'épine et qu'il est nécessaire de procéder à des validations de l'âge complémentaires pour résoudre ces divergences apparentes dans les lectures de l'âge. Il a également été suggéré d'étudier des techniques de détermination de l'âge alternatives pour le makaire bleu, y compris la détermination de l'âge épigénétique, avant d'envisager des modèles de croissance alternatifs pour la prochaine évaluation.

Le Groupe a accepté les recommandations de l'équipe de modélisation visant à ce que les modèles Stock Synthesis n'utilisent que les données basées sur les otolithes (données d'entrée d'âge par taille) conjointement avec le modèle de croissance de l'évaluation du stock de 2018 de Goodyear *et al.* (2002) comme données d'entrée de taille par âge moyenne attendue. Il a été rappelé que le Groupe avait été informé à la réunion de préparation des données des différences entre les données de taille par âge provenant des jeux de données des otolithes et celles provenant des jeux de données des épines et qu'il avait recommandé d'évaluer les données d'âge par taille séparément plutôt que de combiner ces informations dans un seul modèle (tableau 12, Anon., 2024a). Il a été noté que dans l'évaluation du stock de 2018, les données d'entrée étaient la taille par âge moyenne attendue de Goodyear *et al.* (2002) et la taille par âge moyenne attendue de Shimose *et al.* (2015) du makaire bleu du Pacifique.

Pour l'évaluation de 2024, l'équipe de modélisateurs avait recommandé d'utiliser, dans le cas de Stock Synthesis, la taille par âge moyenne attendue de Goodyear *et al.*, 2002 et d'inclure les observations additionnelles d'âge par taille provenant des otolithes (Krusic *et al.* (2024) du makaire bleu de l'Atlantique. Pour le SPM JABBA, dans l'estimation de la distribution a priori de r pour les modèles finaux, les paramètres de croissance utilisés étaient ceux estimés uniquement à partir des échantillons d'otolithes (Krusic *et al.*, 2024). Le **tableau 1** présente un résumé des paramètres d'entrée biologiques pris en compte dans les modèles d'évaluation.

Toutefois, le Groupe a considéré qu'il est important d'inclure dans le rapport les résultats des scénarios initiaux avec le modèle de croissance basé sur les épines en tant que scénario de sensibilité dans ce rapport car cela avait été demandé à la réunion de préparation des données (**figure 2**).

2.2 Captures

Le Secrétariat a présenté au Groupe un jeu de données actualisé contenant les informations les plus récentes de la tâche 1 et de la tâche 2 pour le makaire bleu (BUM, *Makaira nigricans*). Ce jeu de données incluait les catalogues du SCRS pour l'ensemble des istiophoridés, les captures nominales de makaire bleu (débarquements et rejets morts), les rejets vivants, un catalogue de capture et effort, les séries de données sur l'échantillonnage des tailles et les données de prise par taille, les estimations de distribution des captures (CatDIS) et des informations de marquage. Tous ces fichiers ont été publiés dans le dossier nextCloud créé pour cette réunion.

En ce qui concerne les jeux de données de tâche 1 et de tâche 2, le Secrétariat a indiqué qu'aucune information supplémentaire n'avait été reçue depuis la réunion de préparation des données de 2024. Par conséquent, tous les fichiers de données d'entrée préparés et adoptés pendant la période intersessions

après la réunion de préparation des données demeurent inchangés. Le **tableau 2** présente les captures nominales totales de makaire bleu pour l'ensemble de l'Atlantique (stock unique) par flottille et année.

S'agissant des données de marquage, le Secrétariat a informé le Groupe qu'une importante révision des données est en cours. Plus précisément, la collaboration entre les scientifiques des États-Unis et le Secrétariat de l'ICCAT a été évoquée, laquelle vise à clarifier et à améliorer les informations existantes.

2.3 Taille

Le Secrétariat a informé le Groupe qu'aucune nouvelle information de taille n'avait été soumise après la réunion de préparation des données sur le makaire bleu. Ainsi, le fichier de fréquence de tailles d'entrée fourni par les équipes de modélisateurs représente les informations de taille les plus récentes disponibles pour le makaire bleu.

2.4 Indices d'abondance

Le Secrétariat a informé le Groupe qu'aucun nouvel indice d'abondance ou aucune mise à jour des indices d'abondance n'avait été soumis après la réunion de préparation des données sur le makaire bleu.

2.5 Structure des flottilles

Au cours de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu de 2024, le Groupe avait convenu d'utiliser la structure des flottilles de 2018 pour ventiler les données d'entrée de captures et de fréquence de tailles, qui avait été fournie par l'équipe de modélisateurs.

3. Méthodes et configurations des modèles

3.1 Stock Synthesis

Le document SCRS/2024/107 a été présenté. Il décrivait les analyses réalisées avec Stock Synthesis (SS3) à l'issue de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu tenue en mars 2024.

Tout comme dans l'évaluation du stock de 2018, le modèle SS3 a été configuré avec 2 sexes (mâles et femelles) afin de pouvoir tenir compte des différences dans les paramètres biologiques entre les sexes. Toutes les données de capture par unité d'effort (CPUE) et de composition de longueurs étaient pour les sexes combinés.

Les analyses pour l'évaluation de cette année ont commencé par étudier la configuration finale de SS3 de l'évaluation du stock de 2018, qui avait été actualisée en utilisant les captures jusqu'en 2022 et avec des modifications appliquées à plusieurs étapes :

1. Mise à jour des séries de CPUE ;
2. Mise à jour des séries de CPUE (étape 1) et mise à jour également des données de composition des longueurs ;
3. Séries de CPUE et données de longueurs comme dans l'étape 2 et ajustement de la croissance aux nouvelles données des otolithes (Krusic *et al.* 2024) ;
4. Séries de CPUE et données de longueurs comme dans l'étape 2 et ajustement de la croissance aux données des épines (Hoolihan *et al.* 2019).

La **figure 3** présente l'évaluation du stock de 2018 et les résultats de ces quatre scénarios exploratoires initiaux. Comme noté précédemment, la croissance estimée à partir des données des épines était relativement différente de celle estimée à partir d'autres sources de données de croissance et donnait lieu à des trajectoires du stock peu réalistes. Le Groupe a convenu d'estimer des courbes de croissance spécifiques au sexe dans le modèle SS3 en se basant sur les données d'âge par taille des otolithes et le modèle de croissance de Goodyear (utilisé comme « données » pour la taille par âge moyenne dans SS3). Un modèle de croissance de Richards a été estimé étant donné qu'il est plus souple qu'un modèle de Von-Bertalanffy et

a été considéré plus adapté pour ajuster une croissance extrêmement rapide dans les deux premières années avec un important ralentissement par la suite. Le modélisateur a cependant expliqué que le modèle estimé était très proche d'un modèle de Von-Bertalanffy.

La sensibilité aux postulats de captures a été étudiée en utilisant les quatre scénarios (c.-à-d. série de captures de base et 3 scénarios alternatifs de mortalité des rejets vivants) convenus à la réunion de préparation des données (**tableau 3**). Les différents scénarios de captures n'entraînaient aucune différence quant aux trajectoires de la SSB estimées, sauf le quatrième scénario (celui qui incluait les rejets de la flottille récréative séparément, modélisant ces rejets et leur mortalité séparément dans SS3) qui générerait certaines différences même si les tendances dans le temps étaient similaires (**figure 4**). Le quatrième scénario supposait implicitement que les données récréatives des États-Unis représentaient l'ensemble de la flottille récréative de l'Atlantique, ce qui pourrait être peu réaliste. Le Groupe a convenu d'étudier le scénario de captures 1, dans lequel les débarquements plus les rejets morts déclarés sont traités comme la capture totale dans l'évaluation du stock, en tant que scénario de référence, comme convenu à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu (au cours de laquelle il avait été identifié comme le scénario à utiliser pour l'avis de gestion), et d'exécuter tous les futurs scénarios de SS3 en se basant sur celui-ci.

On est parti du principe que les sélectivités des flottilles (pour les cinq flottilles de pêche convenues à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu) étaient identiques pour les deux sexes, et soit qu'elles étaient asymptotiques (flottille palangrière et flottille récréative) soit qu'elles avaient une sélectivité à la plus grande longueur estimée dans le modèle SS3 (pour la flottille artisanale). La sélectivité des deux autres flottilles (« autres » et « mFAD ») a été considérée équivalente à celle de la flottille artisanale. Comme dans l'évaluation du stock de 2018, une courbe de rétention variable dans le temps a été incluse pour la flottille récréative pour tenir compte des changements de réglementations (taille minimale légale).

Les 11 séries de CPUE convenues à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu ont été utilisées dans les scénarios des modèles. On a permis à la capturabilité des séries de CPUE initiales du Japon et du Taipei chinois d'être variable dans le temps (jusqu'en 1979) en utilisant les ratios annuels de $YFT/(YFT+BET)$ dans ces flottilles en tant que covariable potentielle, comme cela avait déjà été réalisé dans les évaluations précédentes de SS3 pour ce stock dans le cas des séries de CPUE initiales du Japon.

Les scénarios initiaux du modèle (avec les 11 séries de CPUE) ont été exécutés, en utilisant les valeurs annuelles déclarées pour chaque série de CPUE comme CV, sauf pour les séries pour lesquelles la valeur de CV minimum déclarée était inférieure à 0,3. Dans ce dernier cas, les CV des séries ont été accrues par une constante appliquée à toutes les valeurs de telle sorte que la valeur de CV minimum était 0,3 tout en maintenant la même tendance communiquée sur les CV dans les séries temporelles. Ces scénarios initiaux ont montré des schémas rétrospectifs, suggérant des conflits dans les données. Afin de réduire le schéma rétrospectif, des paramètres de variance additionnels pour les séries de CPUE ont été inclus et estimés dans SS3, et cette configuration de modèle est devenue la nouvelle base de référence.

Initialement, des diagnostics détaillés ont été présentés pour le scénario avec une mortalité naturelle fixe, $M=0,148$, pour les mâles et les femelles, et une pente fixe, $h=0,5$ (voir la section 4.a).

Conformément aux configurations convenues à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu, huit scénarios alternatifs ont été étudiés durant la réunion, consistant en des combinaisons de deux valeurs de mortalité naturelle des femelles (soit une M fixe - $M = 0,148$ - soit une M estimée dans Stock Synthesis) et quatre alternatives pour la pente (valeurs fixes de $h = 0,4, 0,5, 0,7$, et une h estimée dans Stock Synthesis). Comme dans l'évaluation de 2018, M a été fixée à 0,148 pour les mâles. Il a été constaté par la suite que les scénarios avec une M estimée avaient utilisé une distribution a priori de M très vaste (afin que la M soit effectivement librement estimée), alors qu'à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu il avait été convenu d'utiliser une distribution a priori de M avec une moyenne=0,148 et un écart type (STD)=0,018. Par conséquent, les scénarios avec une M estimée ont de nouveau été exécutés en utilisant cette dernière distribution a priori de M (c.-à-d. moyenne=0,148, STD=0,018). La **figure 5** et le **tableau 4** présentent les résultats de ces analyses.

Le Groupe a ensuite longuement discuté de la question de savoir si l'estimation de M et/ou de h (pente) dans Stock Synthesis générait des estimations fiables de ces paramètres. En général, les estimations obtenues pour la M des femelles étaient considérées basses (de 0,095 à 0,117 environ en fonction du scénario) par rapport à la $M=0,148$ utilisée pour les mâles. Les résultats des 12 scénarios exécutés (**tableau 4**) indiquaient également une forte corrélation négative entre les estimations de M et de h et le Groupe a conclu que les données de l'évaluation du stock ne comportaient pas d'informations suffisantes pour estimer ces paramètres.

Le Groupe s'est demandé s'il ne serait pas plus approprié de présenter (pour l'état du stock et l'avis de gestion) un seul modèle d'évaluation du stock, basé sur une configuration de modèle « optimale », ou une grille de modèles reflétant les principales incertitudes structurelles qui ne pouvaient pas être résolues à partir des données de l'évaluation du stock. La croissance et la pente étaient les principales sources d'incertitude identifiées à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu. En ce qui concerne la croissance, le Groupe avait précédemment décidé de ne pas utiliser les données des épines dans l'évaluation de cette année mais la pente restait une source d'incertitude majeure.

D'après ces discussions, le Groupe a conclu que pour l'évaluation de cette année, l'option la plus appropriée serait d'étudier une valeur fixe de $M=0,148$ pour les mâles et les femelles et de traiter la pente comme la principale source d'incertitude structurelle, en appliquant une approche de grille avec quatre valeurs fixes de h (0,4, 0,5, 0,6 et 0,7).

La section 4.a reprend les diagnostics de l'ensemble des quatre configurations finales de la grille.

3.2 Modèle de production excédentaire JABBA

La version la plus récente du modèle de production excédentaire bayésien JABBA (v2.3.0) a été appliquée à la série temporelle de captures et d'indices afin d'évaluer le stock de makaire bleu de l'Atlantique jusqu'en 2022. Le document SCRS/2024/106 présentait l'ensemble des configurations des distributions a priori, des résultats et des formulations des modèles préliminaires JABBA.

D'après les résultats préliminaires des modèles JABBA présentés, le Groupe a noté d'importantes différences entre les trajectoires estimées par le modèle actualisé par rapport aux trajectoires de l'évaluation de 2018 qui utilisaient une version antérieure de JABBA (v1.1). Le Groupe a donc demandé un ensemble d'analyses de sensibilité pour déterminer si les différences entre les évaluations JABBA de 2018 et de 2024 étaient dues aux différentes versions des modèles logiciels, aux configurations des modèles ou aux nouvelles données et/ou aux changements apportés aux données historiques.

Le Groupe a discuté des résultats et a conclu que les différences dans les distributions a priori, les configurations des modèles et les CPUE utilisées étaient les principaux facteurs expliquant les différentes tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche entre les évaluations de 2018 et de 2024 (**figure 6**). En plus des différents postulats pour B_{PME}/K , des distributions a priori de K et r et des CPUE utilisées, l'évaluation de 2018 supposait un écart de l'erreur de processus fixe, aucune erreur dans les données d'entrée de captures et une distribution lognormale pour la distribution a priori de psi . En revanche, l'évaluation de 2024 estimait des écarts annuels de l'erreur de processus, postulait un CV de 0,01 pour les données de capture et utilisait une distribution bêta pour la distribution a priori de psi . Les analyses de sensibilité indiquaient également que l'exclusion de l'indice récréatif du Brésil (BR_rec) et l'inclusion des dernières séries de la palangre du Japon (JPN_LL_late) et du Taipei chinois (CTP_LL_late) de l'abondance relative dans l'évaluation de 2024 contribuaient aussi aux importants changements dans les tendances des trajectoires depuis le milieu des années 2000. Par conséquent, le Groupe a conclu que, compte tenu des séries de changements entre les évaluations JABBA de 2018 et de 2024, il n'était pas anormal de constater des différences dans les tendances estimées de la biomasse et de la mortalité par pêche.

Le Groupe a également discuté des questions relatives aux potentiels changements de la capturabilité du makaire bleu des flottilles palangrières du Japon et du Taipei chinois dans les années initiales de chaque pêcherie respective, indiquant que cela est probablement lié aux changements d'espèces cibles de ces flottilles. Ces deux flottilles capturaient initialement l'albacore puis ont modifié leurs opérations de pêche en direction du thon obèse comme principale espèce cible. Dans le modèle SS3 (SCRS/2024/107), des

vecteurs de ratios spécifiques au pavillon ont été utilisés « en tant que données » pour moduler la capturabilité de ces deux flottilles en estimant un paramètre permettant d'indiquer la relation entre la capturabilité et le ratio. Du fait de l'impossibilité d'inclure un paramètre de capturabilité variable dans le temps dans le modèle JABBA, le Groupe avait demandé, à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu, des analyses de sensibilité pour rendre compte des potentiels changements de capturabilité pour les séries de CPUE de JPN_LL_early et CTP_early en dehors du modèle. À cet effet, deux scénarios alternatifs ont été développés : le premier étudiant un « facteur de correction » des CPUE à l'aide d'un ratio de captures annuelles d'albacore-thon obèse pour chaque flottille, et un deuxième utilisant les estimations de la capturabilité (« q ») du modèle SS3 pour ces indices en tant que « facteur de correction » (**tableau 5**). Le Groupe a recommandé d'utiliser la racine carrée pour le facteur de correction du ratio de captures car il ne s'attendait pas à une relation linéaire stricte entre la capturabilité et les ratios de captures.

La **figure 7** présente les résultats de ce scénario de sensibilité par rapport au modèle de base proposé de JABBA. Le Groupe a noté que si les changements de capturabilité ne sont pas entièrement pris en compte dans la standardisation des séries de CPUE, ils peuvent changer les estimations globales de la productivité du stock, de la biomasse initiale, des tendances relatives du stock et de l'état du stock actuel du makaire bleu. Malgré les changements indiqués par cette analyse, le Groupe a décidé de ne pas inclure ces « corrections » de la capturabilité dans les indices des modèles JABBA étant donné qu'une partie des changements de ciblage et de capturabilité pourrait déjà être incluse (par ex. en utilisant les hameçons par panier, la profondeur de la calée ou les facteurs de ciblage) dans la standardisation des séries de CPUE. Le Groupe a toutefois recommandé que les scientifiques nationaux qui sont familiarisés avec ces pêcheries examinent et tentent de rendre compte des changements potentiels de la capturabilité pour ces séries de CPUE initiales pour les futures analyses de l'évaluation.

Pour cette évaluation, les captures totales de makaire bleu de l'Atlantique couvrant la période 1956-2022 incluaient 11 séries de CPUE standardisées du Japon (palangre historique et actuelle), du Taipei chinois (palangre avec trois séries divisées), des États-Unis (palangre), du Venezuela (palangre, filet maillant et canne et moulinet), du Brésil (palangre) et du Ghana (filet maillant), comme suit :

- Indice historique de la palangre japonaise : 1959 - 1993
- Palangre japonaise : 1994 - 2022
- Palangre du Taipei chinois : 1968 - 1989
- Palangre du Taipei chinois : 1990 - 1997
- Palangre du Taipei chinois : 1998 - 2022
- Palangre pélagique des États-Unis : 1993 - 2022
- Palangre du Venezuela : 1991 - 2018
- Pêcherie artisanale vénézuélienne au filet maillant dérivant : 1991 - 2022
- Pêcherie récréative vénézuélienne de canne et moulinet : 1961 - 2001
- Palangre du Brésil : 1978 - 2005
- Filet maillant du Ghana : 2000 - 2009

Au terme des discussions tenues par le Groupe sur les scénarios préliminaires de 2024 pour les plateformes JABBA et Stock Synthesis, il a été convenu que la principale source d'incertitude est liée aux postulats sur la pente dans les modèles. Dans le cas du modèle de production excédentaire (JABBA), le paramètre de pente est lié à l'estimation du paramètre r (productivité). Par conséquent, le Groupe a convenu d'utiliser une approche de grille avec un ensemble de valeurs de pente (h) tout aussi plausibles de 0,4, 0,5, 0,6 et 0,7 pour estimer les distributions a priori de r de JABBA. Sur cette base, le modèle JABBA étudiait quatre spécifications du type de modèle de Pella-Tomlinson avec différents ensembles de distributions a priori de r et des valeurs d'entrée fixes de B_{PME}/K (**tableau 6**). Les distributions a priori de r d'entrée pour ces quatre scénarios étaient déduites des simulations du modèle structuré par âge (Winker *et al.*, 2020) en utilisant les paramètres de croissance fournis par Krusic-Golub *et al.* (2024), chaque valeur de pente de la grille proposée et d'autres paramètres du cycle vital décrits au **tableau 7**.

Le **tableau 8** décrit les principales configurations et distributions a priori utilisées dans tous les scénarios de JABBA pour l'évaluation de 2024. Pour la biomasse non-pêchée en conditions d'équilibre K , les paramètres par défaut du progiciel R JABBA ont été utilisés sous forme de distribution a priori lognormale

vaguement informative avec un CV élevé de 100% et une valeur centrale qui correspond à huit fois la capture totale maximale, ce qui est en conformité avec d'autres plateformes telles que Catch-MSY (Martell and Froese, 2013). L'épuisement initial a été entré comme distribution a priori « bêta » ($\varphi = B_{1956}/K$) avec une moyenne = 0,99 et un CV de 1%. Tous les paramètres de capturabilité ont été formulés comme des distributions a priori uniformes non-informatives, tandis que les variances d'observation supplémentaires ont été estimées pour les indices en postulant des distributions a priori gamma inverses afin de pouvoir pondérer la variance interne du modèle. À la place, l'erreur de processus de $\log(B_y)$ de l'année y a été estimée « librement » par le modèle en utilisant une distribution gamma inverse non-informative avec les deux paramètres de mise à l'échelle fixés à 0,001. L'erreur d'observation pour les estimations de la CPUE a été fixée à 0,05. Tous les scénarios du modèle utilisaient une incertitude d'erreur de capture aléatoire avec un CV de 0,01.

4. Diagnostics des modèles

4.1 Stock Synthesis

Des diagnostics détaillés ont été initialement présentés pour le scénario avec la $M=0,148$ fixe et la $h=0,5$ fixe. Cette section commence donc par une discussion des diagnostics pour cette configuration du modèle. Les ajustements au $\log(\text{indices})$ de la CPUE ont été examinés visuellement et ont été considérés acceptables (**figure 8**). Les ajustements aux compositions des longueurs des flottilles, agrégées sur les années, étaient également raisonnables (**figure 9**). Les écarts annuels du recrutement estimés n'affichaient pas de tendance significative dans le temps (**figure 10**). Dans l'ensemble, le diagramme des valeurs résiduelles de l'indice conjoint (**figure 11**) indiquait seulement un ajustement « équitable », avec une racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) égale à 52,6% pour les données de CPUE. Un meilleur ajustement était obtenu pour les longueurs moyennes qui avaient une RMSE de 5,1%.

Les tests des scénarios (pour l'indépendance des valeurs résiduelles dans le temps) échouaient pour 8 des 11 séries de CPUE (**figure 12, panneau (b)**). Le Groupe a toutefois considéré que des échecs peuvent se produire pour diverses raisons et que le test des scénarios ne devrait pas être perçu comme un test définitif de la qualité ou de l'utilité des données d'entrée pour le modèle d'évaluation du stock.

Un profil de vraisemblance sur R_0 montrait des conflits dans les données mais un minimum de vraisemblance a pu être trouvé pour R_0 , indiquant la capacité du modèle à estimer ce paramètre (**figure 13, panneau (b)**).

Une analyse rétrospective indiquait un certain schéma de surestimation de SSB et de sous-estimation de F , mais les valeurs du ρ de Mohn (ρ_M) se situaient dans les limites considérées acceptables (**figure 14, panneau (b)**). Une « règle empirique » proposée par Hurtado-Ferro *et al.* (2015) suggère que des valeurs de ρ_M pour la SSB en dehors de -0,15 à 0,20 pour des espèces ayant une grande longévité indiqueraient un schéma rétrospectif indésirable. Les résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective pour les observations des CPUE étaient généralement acceptables, à l'exception de l'indice du Taipei chinois (**figure 15, panneau (b)**). Une analyse « jitter » a obtenu une solution stable (**figure 16, panneau (b)**).

Le retrait d'une série de CPUE à la fois (« Jackknife ») ne changeait pas les résultats (**figure 17**). Afin de comprendre quels jeux de données avaient le plus grand impact sur les résultats, en particulier sur l'augmentation de la SSB ces dernières années, détectée par l'évaluation, des scénarios ont été exécutés en excluant des groupes de données à la fois. Plus précisément, un scénario a été exécuté en incluant les données de CPUE seulement, un autre avec les données de composition des longueurs seulement et un autre avec les données de croissance seulement. Le scénario incluant les données de composition des longueurs seulement donnait lieu à la plus grande augmentation de la SSB ces dernières années. Les autres scénarios incluant ou excluant les données de composition des longueurs pour les différentes flottilles indiquaient que les données de longueurs de la flottille palangrière avaient la plus forte influence sur la récente augmentation estimée de la SSB. Le Groupe a discuté de cette conclusion mais n'est pas parvenu à l'expliquer car aucun changement notable dans les données de composition des longueurs de cette flottille n'était manifeste (voir, par exemple, Ortiz *et al.*, 2024, SCRS/2024/025, figure 10).

Le Groupe a ensuite étudié les diagnostics pour les scénarios correspondant aux modèles convenus pour la grille finale, c.-à-d. $M=0,148$ fixe et $h=0,4, 0,5, 0,6, 0,7$. Les **figures 12 à 16** présentent les diagnostics pour ces quatre scénarios. Bien que les diagnostics de la validation croisée de la simulation rétrospective et de l'analyse rétrospective étaient meilleurs pour les plus faibles valeurs de h de la grille, le Groupe a considéré que tous les scénarios étaient acceptables pour se conformer à la grille SS3 finale des 4 modèles.

4.2 Modèles de production excédentaire

Les diagnostics du modèle JABBA suivaient les directives de Carvalho *et al.* (2021) et incluaient l'examen des schémas au sein et entre les valeurs résiduelles des CPUE par le biais de diagrammes des valeurs résiduelles et de tests des scénarios. La qualité de l'ajustement a été évaluée en utilisant la racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE). La convergence du modèle a été évaluée par une évaluation visuelle des diagrammes de Monte-Carlo par chaînes de Markov (MCMC). Dans les quatre scénarios décrits à la section 3.b, les diagrammes de MCMC révélaient la convergence du modèle (**figures 18 et 19**).

Les modèles s'ajustaient mal à chaque indice de CPUE standardisée, les estimations de RMSE étant d'environ 51% dans tous les cas (**figure 20**). Les diagrammes des valeurs résiduelles de CPUE montraient des schémas indiquant des conflits dans les données, causés par les tendances contradictoires des indices de CPUE. Ces schémas et la situation de données contradictoires dans les CPUE ont déjà été notés dans l'évaluation précédente du stock de makaire bleu avec des valeurs de RMSE élevées (par ex. supérieures à 50%). Les tests des scénarios réalisés sur les valeurs logarithmiques résiduelles indiquaient que les valeurs résiduelles de CPUE pourraient ne pas être aléatoirement distribuées sur sept des onze indices quand on tient compte de tous les scénarios. Les diagnostics des tests des scénarios échouaient pour les indices Japan_LL_hist, Japan_LL, CTP_LL_early, CTP_LL_late, US_LL, VEN_GIL et VEN_Rec (**figures 21 et 22**).

Les diagrammes des écarts de l'erreur de processus de chaque modèle de la grille indiquaient un schéma stochastique aléatoire tout au long de la série temporelle avec une tendance centrale (médiane) fluctuant autour de zéro (**figure 23**). Les intervalles de crédibilité (CI) bayésiens de 95% incluaient toujours zéro dans l'ensemble des scénarios, ce qui peut être considéré comme une preuve statistique d'une tendance non-significative.

Les distributions marginales a posteriori ainsi que les densités a priori pour les modèles sont présentées aux **figures 24 et 25**. Le ratio de la médiane de la distribution a posteriori et a priori (PPMR) pour r était proche de 1 dans tous les scénarios, ce qui indique que la distribution a posteriori est fortement influencée par la distribution a priori. Ce résultat était attendu compte tenu des faibles CV qui avaient été estimés dans le développement des distributions a priori. Par ailleurs, les faibles rapports de variance de la distribution a priori par rapport à la distribution a posteriori (PPVR) en résultant, observés pour le paramètre K , indiquaient que les données d'entrée étaient informatives sur K , ce qui était escompté étant donné que les CV élevés étaient appliqués dans le développement de ces distributions a priori. Les distributions a posteriori marginales pour le paramètre ϕ (ϕ) d'épuisement initial présentaient un PPMR et un PPVR proches de 1, ce qui suggère que ce paramètre était également informé dans une grande mesure par les distributions a priori.

Les **figures 26 et 27** présentent les diagnostics de l'analyse rétrospective, qui montraient des écarts rétrospectifs minimaux par rapport aux modèles complets. Le **tableau 9** fournit la statistique du ρ de Mohn, calculée pour chaque modèle de la grille sur une période d'évaluation rétrospective de cinq ans. Le ρ de Mohn de tous les modèles s'inscrivait dans la fourchette acceptable de -0,15 et 0,20 pour tous les paramètres (B_{PME} , F_{PME} , PME , et l'erreur de processus (procB)), indiquant un schéma rétrospectif négligeable dans l'ensemble (Hurtado-Ferro *et al.*, 2015 ; Carvalho *et al.*, 2017). Les résultats du test de validation croisée de la simulation rétrospective indiquaient que les indices de CPUE JPN_LL, US_LL et VEN_GIL avaient des scores d'erreur moyenne absolue mise à l'échelle (MASE) d'environ un ou moins dans tous les scénarios, ce qui suggérait que ces indices ont de bonnes capacités de prédiction (**figures 28 et 29**). À l'inverse, l'indice CTP_LL_late présentait des valeurs supérieures à 1,4 dans tous les scénarios, ce qui indique une capacité de prédiction faible voire nulle.

5. Résultats du modèle

5.1 Modèles de Stock Synthesis

Le Groupe a convenu d'exprimer l'incertitude de l'évaluation de Stock Synthesis avec 4 niveaux différents de valeurs de pente ($h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$) à partir de l'approche du modèle de grille. Les résumés des estimations des points de référence sont présentés dans le **tableau 10**. Les tendances de la biomasse reproductrice, de la mortalité par pêche relative, des recrues et de la SSB/SSB_{PME} étaient similaires entre les scénarios (**figure 30**), bien que les valeurs absolues de la biomasse diffèrent d'un scénario à l'autre, avec une biomasse initiale plus élevée (1956) dans le cas d'une pente faible.

Les trajectoires de la SSB/SSB_{PME} ont montré une diminution au début de la série temporelle jusqu'au milieu des années 1980, avec une brève augmentation au début des années 1990, suivie d'une tendance à la baisse jusqu'en 2015. Depuis le début des années 2000, la biomasse relative est restée inférieure à SSB_{PME} jusqu'en 2022 ; après 2015, la tendance s'est modifiée et montre une augmentation ces dernières années dans tous les scénarios. La trajectoire de F/F_{PME} a montré une forte augmentation au milieu des années 1960, suivie d'une diminution et d'une tendance oscillante jusqu'aux années 1990, lorsque la mortalité par pêche a considérablement augmenté, bien au-delà de F_{PME} , atteignant un pic au début des années 2000 ; depuis lors, la tendance a changé et a diminué jusqu'en 2022. En 2022, la médiane de la mortalité par pêche des scénarios de Stock Synthesis se situait autour de F_{PME} .

Le diagramme de Kobe issu des scénarios combinés de la grille de Stock Synthesis a montré une tendance antihoraire, l'état du stock passant d'une phase de sous-exploitation à une phase de surexploitation depuis le milieu des années 1990, en passant par une période de pêche non durable (**figure 31**). En 2022, dans trois des quatre scénarios, la biomasse est restée inférieure à la SSB_{PME} , avec un taux de mortalité par pêche proche ou supérieur aux niveaux de la F_{PME} . L'état du stock pour 2022 dans la grille de Stock Synthesis a montré une probabilité postérieure de 15% d'être à la fois soumis à la surpêche et surexploité, une probabilité postérieure de 54% d'être surexploité mais non soumis à la surpêche et 31% du stock se trouvant dans le quadrant vert du diagramme de Kobe, c'est-à-dire non victime de surpêche et non surexploité.

5.2 Modèles de production excédentaire

Le Groupe a convenu d'exprimer l'incertitude de l'évaluation du stock JABBA avec quatre distributions a priori r différentes basées sur les valeurs de pente ($h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$) de l'approche du modèle de grille. Les résumés des quantiles postérieurs pour les paramètres et les quantités de gestion d'intérêt sont présentés dans le **tableau 11**.

Les trajectoires de la biomasse, de la mortalité par pêche, de B/B_{PME} , de F/F_{PME} et de B/B_0 étaient similaires pour tous les scénarios (**figure 32**). Les trajectoires de B/B_{PME} ont montré une forte diminution au début de la série temporelle jusqu'au milieu des années 1970 jusqu'à un état de surexploitation, suivi d'une tendance à la baisse jusqu'en 2000. Depuis le début des années 2000, la biomasse relative est restée stable à des niveaux inférieurs à B_{PME} jusqu'en 2022. La trajectoire F/F_{PME} présentait une tendance à la hausse depuis le début de la série temporelle, franchissant la F_{PME} au milieu des années 1980, suivie d'une tendance à la baisse après les années 2000, mais toujours supérieure à F_{PME} jusqu'en 2022.

Le diagramme de Kobe issu des scénarios combinés dans la grille JABBA a montré une tendance relativement antihoraire, l'état du stock passant d'une phase de sous-exploitation à une phase de surexploitation depuis le milieu des années 1980, en passant par une période de pêche non durable (**figure 33**). Dans tous les scénarios, la biomasse est restée inférieure à B_{PME} en 2022, avec un taux de mortalité par pêche proche ou supérieur aux niveaux de F_{PME} . L'état du stock pour 2022 dans la grille JABBA présentait une probabilité postérieure de 62 % d'être à la fois objet de surpêche et surexploité (quadrant rouge du diagramme de Kobe), une probabilité postérieure de 37 % d'être surexploité mais non soumis à la surpêche (quadrant jaune du diagramme de Kobe) et seulement 1 % de ne pas être victime de surpêche et non surexploité (quadrant vert du diagramme de Kobe).

5.3 Synthèse des résultats de l'évaluation

Une évaluation complète du stock a été réalisée pour le makaire bleu en 2024, en appliquant les données disponibles jusqu'en 2022, en utilisant une approche de grille pour les modèles de production excédentaire et les modèles structurés par âge afin de capturer l'incertitude entourant les paramètres biologiques.

Suite aux discussions au cours de la réunion, le Groupe a conclu que l'évaluation de l'état du stock de makaire bleu de l'Atlantique en 2024 est mieux représentée par les résultats de la grille conjointe des quatre scénarios de Stock Synthesis et des quatre scénarios de JABBA. Par conséquent, il a été recommandé que l'avis de gestion soit construit à partir des résultats combinés des deux plateformes de modèle de l'approche de la grille qui considère quatre scénarios de pente (0,4, 0,5, 0,6 et 0,7) comme l'axe principal de l'incertitude dans l'évaluation, et qui accorde une pondération égale à chaque scénario et plateforme.

Le Groupe a reconnu que toutes les sources potentielles d'incertitude n'étaient pas entièrement prises en compte dans les résultats de l'évaluation, soulevant des préoccupations particulières quant au peu d'informations disponibles sur les rejets et la mortalité associée. Il a également noté qu'il existait des différences entre les plates-formes des modèles d'évaluation. En outre, le Groupe a conclu qu'il est encore nécessaire de disposer de meilleures informations biologiques sur le makaire bleu de l'Atlantique et que les données actuelles ne permettent pas d'estimer la pente de Stock Synthesis.

La principale différence entre le modèle de Stock Synthesis et le modèle de production excédentaire (JABBA) est que Stock Synthesis prend en compte la structure d'âge du stock. Cela suffit à expliquer certaines des différences dans les résultats de l'évaluation des stocks entre les deux plateformes, mais il existe également d'autres postulats et différences de données qui doivent être prises en compte lors de la comparaison des résultats de chaque plateforme, notamment :

- Dans Stock Synthesis, la distribution des tailles des captures est utilisée pour informer à la fois la sélectivité des pêcheries et la dynamique de la structure des âges de la population ;
- Stock Synthesis tient compte des décalages dans le recrutement, qui peuvent se traduire directement dans le taux de changement de la projection des stocks ;
- Dans JABBA, les paramètres de croissance (modèle de von Bertalanffy de Krusic *et al.*, 2024) sont utilisés dans l'estimation de la distribution a priori r , tandis que dans Stock Synthesis, la croissance est estimée en interne dans le modèle par sexe, bien que les données de capture ou de taille n'aient pas été fournies par sexe. En outre, SS3 a utilisé deux sources d'information sur l'âge: la longueur moyenne par âge de Goodyear (2002) et les observations de l'âge par taille de Krusic *et al.* (2024) ;
- En outre, dans Stock Synthesis, des postulats ont été mis en œuvre concernant les changements dans la capturabilité pour la série de CPUE palangrière du début de la série temporelle, qui ont été explorés dans JABBA en tant qu'analyse de sensibilité, mais qui n'ont pas été inclus dans les scénarios finaux de JABBA.

Le Groupe a également discuté d'autres sources d'incertitude qui n'ont pas été prises en compte dans la présente évaluation, en soulignant en particulier le nombre limité de déclaration de rejets morts dans la tâche 1NC officielle.

Le Groupe a noté que dans les séries temporelles de la biomasse relative et de la mortalité par pêche, il y a des tendances différentes entre JABBA et Stock Synthesis (**figure 34**), en particulier du milieu des années 1960 au début des années 1990, lorsque SS3 indiquait que le stock était au-dessus de B_{PME} alors que JABBA montrait un stock déjà surexploité. Cette différence est en corrélation avec les postulats de changements dans la capturabilité pour les séries de CPUE des flottilles palangrières (Japon et Taïpei chinois) du début de la série temporelle qui ont été incluses dans Stock Synthesis mais non prises en compte dans le modèle JABBA.

Après 2000, les deux modèles s'accordent mieux sur les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche relatives, ce qui indique que le stock de makaire bleu a été surexploité et a fait l'objet d'une surpêche au cours de la période récente. À la fin de la période d'évaluation 2022, la biomasse relative du stock est

inférieure à B_{PME} et la mortalité par pêche est inférieure à F_{PME} (**figure 35**). Toutefois, les limites de confiance à 95 % sont larges et s'étendent à la fois au-dessus et au-dessous des points de référence relatifs de la biomasse et de la mortalité par pêche, respectivement.

Néanmoins, le Groupe a conclu que la combinaison des résultats des deux plates-formes d'évaluation reflète mieux l'incertitude globale de l'évaluation.

5.4 État du stock

Les résultats de l'évaluation du stock de 2024 indiquaient que le stock était actuellement surexploité, mais qu'il ne faisait pas l'objet de surpêche (**figure 36**). À la fin de 2022, il a été déterminé que le stock de makaire bleu se trouvait à une biomasse relative (B/B_{PME}) de 0,667 (0,301-1,353, limites de confiance à 95%) et à une mortalité par pêche relative (F/F_{PME}) de 0,906 (0,401-1,640, limites de confiance à 95%).

Il a été déterminé que la PME estimée s'élevait à 3.331 t avec des limites de confiance approximatives à 95% de 2.323 à 4.659 t. L'état actuel du stock de makaire bleu est présenté à la **figure 36**. La probabilité que le stock se trouve dans le quadrant rouge du diagramme de Kobe a été estimée à 39% jusqu'en 2022. La probabilité que le stock se situe dans le quadrant jaune du diagramme de Kobe a été estimée à 46% et celle de se trouver dans le quadrant vert à 16%.

6. Projections du stock

Le Groupe a demandé d'exécuter des projections du stock à partir du cas de base du modèle de production excédentaire bayésien JABBA et du modèle Stock Synthesis structuré par âge en postulant des scénarios de capture constante (c.-à-d. débarquements et rejets morts). Le Groupe a convenu de considérer les résultats combinés de l'état du stock et des projections des deux plateformes comme la base de la proposition sur l'avis de gestion pour le makaire bleu de l'Atlantique.

Les spécifications des projections étaient les suivantes :

- i) Il a été postulé que les prises (débarquements et rejets morts) pour 2023 et 2024 correspondaient à la moyenne des trois années précédentes (2020-2022) utilisées dans l'évaluation du stock, ce qui correspond aux débarquements, aux rejets morts, à la prise estimée de makaire bleu à partir de la prise « BIL non classifiée » et aux déclarations manquantes, comme convenu lors de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu (Anon., 2024a) ;
- ii) Les projections avec différents scénarios de capture (débarquements et rejets morts) commenceront en 2025 et s'étaleront sur 10 ans, pour se terminer en 2034 ;
- iii) 12 scénarios de capture différents (débarquements + rejets morts), capture zéro et captures allant de 1.000 à 4.000 t ;
- iv) 10.000 itérations stochastiques pour chaque scénario du modèle de grille et de la plate-forme ;
- v) Les captures par flottille pour les modèles de Stock Synthesis ont été calculées en utilisant le pourcentage moyen de capture par flottille entre 2020 et 2022 ;
- vi) Les projections postuleront une pondération égale pour chaque scénario et chaque plateforme.

Les résultats préliminaires ont été fournis au Groupe (**figure 37**). Après avoir examiné les résultats des projections préliminaires de JABBA, de Stock Synthesis et des deux méthodes, le Groupe a décidé de modifier les scénarios de capture présentés ci-dessus pour la réunion du Groupe d'espèces du mois de septembre. Le Groupe a souligné que la « prise » dans la projection comprend à la fois les débarquements et les rejets morts dans les deux plates-formes du modèle d'évaluation.

Le Groupe a recommandé des changements dans les scénarios de capture projetés qui seront finalisés pendant la période intersessions. Les projections finales seront soumises en tant que document du SCRS à la réunion du Groupe d'espèces de septembre 2024.

Les résultats des projections préliminaires indiquent qu'une prise constante de 2.250 t au cours des neuf prochaines années permettrait de rétablir la biomasse du stock au-dessus de B_{PME} et la mortalité par pêche

en dessous de F_{PME} . Toutefois, le Groupe a noté que les projections actuelles devraient être examinées avec prudence, étant donné qu'une partie des projections postule une tendance positive récente du recrutement, pour laquelle il n'y a pas d'informations ou d'indices d'abondance permettant de confirmer cette tendance.

Le Groupe a recommandé de surveiller attentivement ce stock, y compris des débarquements déclarés et des rejets morts, et, le cas échéant, de demander des mises à jour régulières des indices d'abondance afin de confirmer les tendances récentes indiquées dans l'évaluation.

7. Réponses à la Commission

7.1 Estimation des rejets morts et vivants

Un atelier de bêta-test de l'outil d'estimation des prises accessoires (BEYT) a été organisé en 2023 et un atelier de formation sur l'utilisation et l'application de l'outil aura lieu dans le courant de cette année 2024. L'outil est principalement conçu pour faciliter l'estimation des rejets pour les flottilles disposant d'observateurs à bord et les estimations de l'effort total.

Le Groupe a discuté de la question de savoir si cet outil renforcerait la capacité des CPC à améliorer la déclaration des captures d'istiophoridés. Il est encore trop tôt pour savoir si les scientifiques l'utiliseront, mais on espère qu'à l'avenir les scientifiques des CPC prépareront des documents du SCRS faisant état de l'utilisation de cet outil pour l'estimation des rejets. Cela améliorera les chances d'un soutien financier continu pour le développement ultérieur de l'outil et de toute activité future de renforcement des capacités. Actuellement, les ateliers consacrés à cet outil sont organisés en anglais, la documentation de l'outil n'est disponible qu'en anglais et les participants doivent maîtriser R pour utiliser l'outil.

Le Groupe a convenu que les initiatives les plus prometteuses pour faciliter l'apprentissage et l'utilisation de cette méthodologie seront les suivantes :

- traduire la documentation et les résultats de l'outil dans d'autres langues de l'ICCAT,
- organiser des ateliers spécifiques dans chacune des langues de l'ICCAT, avec des instructeurs s'exprimant dans la langue de chaque atelier, et
- élaborer une interface qui minimise la nécessité de maîtriser le langage R.

Le Groupe a noté que les CPC sont tenues de déclarer les débarquements totaux, les rejets morts et vivants de toutes les espèces de l'ICCAT.

Il a été noté que le BEYT n'est pas la seule façon pour les CPC d'estimer et de déclarer les rejets vivants et morts et que le fait de ne pas être familiarisé avec cet outil ne devrait pas empêcher les CPC de remplir leurs exigences en matière de déclaration.

Le Groupe a discuté de la question de savoir si les ateliers sur le renforcement des capacités des flottilles à petite échelle, organisés en Afrique de l'Ouest en 2023 et dans les Caraïbes en 2024, fournissaient des informations sur les rejets ou leur suivi par les CPC. Les informations présentées au cours de l'atelier sur les rejets d'istiophoridés étaient limitées, étant donné que les flottilles à petite échelle disposent rarement d'observateurs scientifiques à bord. Les ateliers ont toutefois fourni de nombreuses informations sur le suivi de la capture et de l'effort par ces flottilles. Des documents de synthèse des Rapports annuels présentés lors de ces ateliers sont en cours de préparation et seront présentés à la réunion du Sous-comité des statistiques de septembre 2024.

Le Groupe a recommandé que les activités de suivi de ces ateliers soient conçues pour améliorer les informations sur les rejets de poissons vivants et morts par les flottilles artisanales dans les zones des Caraïbes et de l'Afrique de l'Ouest.

7.2 Estimations de la mortalité par pêche par principales flottilles/principaux engins

Dans sa réponse de 2023 à la Commission à cette demande, le SCRS a convenu de fournir des estimations de la mortalité par pêche par engin pour chacun des deux stocks de voiliers en 2024, étant donné que cette analyse n'a pas été réalisée en 2023 lors de l'évaluation du voilier. Le Groupe a l'intention de fournir une réponse dans le cas du makaire bleu en se basant également sur l'évaluation de 2024.

Le Groupe a discuté de la demande de la Commission et du type d'information qui serait le plus approprié pour répondre à cette demande. La réponse devrait également décrire comment l'incertitude relative des données de capture par engin de pêche (y compris l'absence de déclaration sur les rejets) peut affecter les estimations de la mortalité par pêche par engin. En particulier, le Groupe a noté que la déclaration des rejets peut avoir différents niveaux d'incertitude en fonction de la flottille et de l'engin.

Stock Synthesis fournit des estimations annuelles du taux d'exploitation, du nombre et de la biomasse par flottille. Le Groupe a convenu de déclarer, le cas échéant, les deux, étant donné que toute différence entre les tendances correspondantes peut révéler les effets de la sélectivité des différents engins. JABBA fournit des estimations annuelles du taux de capture total. Les estimations du taux de capture annuel par engin peuvent être calculées en utilisant la proportion de la capture annuelle (en biomasse) de chaque engin comme mesure relative du taux de capture. Ce calcul est cohérent avec le postulat de JABBA selon lequel la prise relative de chaque engin est proportionnelle à la mortalité par pêche.

Le Groupe a convenu de travailler pendant la période intersessions afin de préparer cette réponse pour la réunion des Groupes d'espèces de 2024. Il a été convenu qu'un sous-groupe ad hoc, ouvert à tout membre du Groupe, travaillerait pendant la période intersessions afin d'élaborer un projet de réponse à la Commission, qui sera examiné par le Groupe d'espèces sur les istiophoridés lors de sa réunion de septembre 2024. La réponse devrait inclure, pour les stocks de voilier oriental, de voilier occidental et de makaire bleu, les données suivantes :

- des informations sur l'incertitude relative de la prise déclarée par groupe d'engins,
- les taux de capture annuels par groupe d'engins utilisés dans les évaluations pour JABBA et Stock Synthesis,
- le cas échéant, les estimations pour Stock Synthesis devraient porter sur la biomasse et le nombre,
- idéalement, les estimations des taux de capture annuels incluront des estimations de l'incertitude cohérentes avec la manière dont l'incertitude a été résumée au cours de l'évaluation des stocks (c'est-à-dire en décrivant l'incertitude globale entre les plates-formes de modèles et au sein de celles-ci), et
- un résumé des mesures de gestion historiques imposées par la Commission sur les stocks et le groupe d'engins concerné par chaque mesure.

8. Recommandations

8.1 Recherche et statistiques

Le Groupe a recommandé que les outils et les ressources, tels que le BEYT, soient disponibles dans les trois langues afin que tous les scientifiques des CPC de l'ICCAT puissent en bénéficier et y participer plus largement. Il a été proposé que les ateliers soient organisés dans les trois langues officielles, le cas échéant, et d'envisager la traduction des manuels, des directives et des présentations dans les trois langues de l'ICCAT.

Il a également été indiqué que le Plan stratégique du SCRS devrait inclure des alternatives pour les options multilingues dans le cadre de leurs objectifs de renforcement des capacités, de participation scientifique accrue et d'activités de sensibilisation.

Le Groupe a recommandé que les images numériques des épines du makaire bleu soient consolidées dans une bibliothèque numérique aux fins d'une analyse et d'une évaluation plus approfondies.

Le Groupe a recommandé que les études sur la biologie de la reproduction du makaire bleu soient menées dans le golfe du Mexique et soient étendues à la région des Caraïbes et à d'autres pêcheries.

Le Groupe a recommandé que les scientifiques nationaux accordent une attention particulière à la variation potentielle de la capturabilité de toutes les espèces d'istiophoridés dans le cadre de la standardisation des données de prise par unité d'effort (CPUE) à des fins d'évaluation.

Le Groupe a recommandé que l'état du stock au cours d'une année donnée (y_r) soit exprimé comme la « mortalité par pêche subie au cours d'une année donnée (F_{y_r}) et la biomasse du stock au début de cette année donnée plus un an (B_{y_r+1}) ». Il a également été suggéré que le Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation (WGSAM) pourrait examiner et fournir des lignes directrices générales afin d'assurer la cohérence de la déclaration de l'état des stocks de toutes les espèces de l'ICCAT.

Le Groupe a recommandé qu'un petit groupe travaille pendant la période intersessions afin de préparer un projet de réponse à la demande de la Commission concernant la mortalité par pêche par flottille/engins principaux pour le makaire bleu et le voilier, en utilisant les derniers résultats de l'évaluation des stocks. Ce projet de réponse sera examiné par le Groupe lors de la prochaine réunion du Groupe d'espèces du SCRS de 2024.

Le Groupe a recommandé que les activités de suivi des ateliers de renforcement des capacités soient conçues pour améliorer les informations sur les rejets d'istiophoridés vivants et morts par les flottilles artisanales dans les zones des Caraïbes et de l'Afrique de l'Ouest.

Le Groupe a recommandé un cours de formation au renforcement des capacités sur les méthodes d'évaluation des stocks, en mettant l'accent sur les modèles bayésiens de production excédentaire (BSP). Le cours devrait se concentrer sur les données d'entrée, les paramètres du modèle, les postulats du modèle, les diagnostics, l'interprétation des résultats du modèle et les projections des stocks.

8.2 Recommandations de gestion

Étant donné que certains travaux supplémentaires sur les projections seront réalisés pendant la période intersessions, et que les matrices finales de la stratégie de Kobe n'étaient donc pas disponibles pour examen lors de cette réunion, les discussions sur l'avis de gestion ont été reportées à la réunion du Groupe d'espèces du mois de septembre 2024. L'avis de gestion consensuel qui en résultera sera reflété dans le Résumé exécutif sur le makaire bleu.

9. Programme de recherche intensive sur les istiophoridés : mise à jour des activités en cours et planification future

9.1 Biologie de la reproduction

Il a été demandé au coordinateur pour l'Ouest de compléter les termes de référence pour les activités du Programme de recherche intensive sur les istiophoridés (EPBR) dans le golfe du Mexique. Le coordinateur de l'Ouest a présenté le projet de Termes de référence aux fins de discussion par le Groupe. Le Groupe a approuvé les activités de recherche décrites dans les Termes de référence et a recommandé de les envoyer au Secrétariat de l'ICCAT afin qu'il révise les questions administratives.

Un nouveau contrat a été signé avec un consortium dirigé par le Sénégal afin de poursuivre la collecte d'échantillons de petite taille et de taille adulte pour les études sur l'âge et la croissance des trois espèces de makaires: le makaire bleu, le voilier et le makaire blanc dans l'Atlantique Nord-Est. L'équipe a indiqué qu'il avait été difficile d'obtenir les échantillons demandés par le Groupe. Il est plus facile d'obtenir des épines que des otolithes. Le Secrétariat de l'ICCAT a indiqué que des contacts ont été établis avec les scientifiques travaillant à bord de la flottille de senneurs de l'UE pour aider à obtenir ces échantillons.

Il a également été noté qu'une réunion intersessions de cette année (SCRS/2024/108) a recommandé d'envisager d'autres méthodes de détermination de l'âge, telles que l'épigénétique, afin de surmonter certaines des limitations de la détermination de l'âge à partir d'otolithes ou d'épines.

9.2 Autres

Dans le cadre d'une campagne de marquage des requins, un seul grand makaire bleu a été marqué, mais il est mort peu après avoir été relâché. Une autre campagne de marquage a débuté en juin 2024 et des tentatives seront faites pour marquer les istiophoridés capturés au cours de la campagne.

10 Autres questions

10.1 Financement de la recherche

Le Président du SCRS a rappelé au Groupe qu'il a été demandé à tous les Groupes de travail et Sous-comités de développer des plans de recherche à long terme (6 ans), afin de faciliter la planification stratégique de la recherche, d'informer sur le calendrier et la durée probable des projets de recherche et de leur programmation, et de contribuer ainsi à une planification coordonnée au sein du SCRS. En outre, des demandes spécifiques de financement de la recherche devraient être élaborées pour des périodes de deux ans, afin de coïncider avec le cycle de budgétisation de la Commission, afin de les soumettre à l'examen de la Plénière du SCRS et de les inclure dans le rapport annuel du SCRS.

Le Secrétariat de l'ICCAT a informé le Groupe que le budget scientifique pour 2024 doit être utilisé en stricte conformité avec le budget approuvé par la Commission, qui est détaillé dans le tableau 1 du document « Activités de recherche du SCRS nécessitant un financement pour 2024 et 2025 » [STF-208B/2023]. Aucune prolongation ni aucun changement entre les postes budgétaires ne sera autorisé.

Le Secrétariat de l'ICCAT a souligné l'importance de recevoir tous les Termes de référence pour le financement de la Science peu de temps après la plénière du SCRS. Ainsi, le Secrétariat disposerait de plus de temps pour achever ses processus administratifs en vue de l'émission de contrats. De cette façon, les appels d'offres pourraient être lancés plus tôt. Le Président du SCRS a souligné que ces lignes directrices, et en particulier la date limite pour l'élaboration des Termes de référence, étaient cohérentes avec l'élaboration de plans de recherche à plus long terme et de demandes budgétaires détaillées sur deux ans. Cela facilitera également la discussion des demandes de budget scientifique proposées en vue de leur soumission à la réunion plénière du SCRS. Le fait que tous les Termes de référence soient préparés avant la réunion annuelle de la Commission devrait aider cette dernière à examiner les demandes de financement scientifique et devrait également permettre aux projets de démarrer plus rapidement. Compte tenu des nouvelles lignes directrices sur l'utilisation des fonds, cette efficacité est cruciale.

Le Président du SCRS a souligné que le processus optimal pour l'élaboration des Termes de référence serait que les projets de Termes de référence soient présentés aux réunions du Groupe, après avoir été élaborés en collaboration avec le Groupe par correspondance, dans la mesure du possible. Le plan de recherche à long terme peut servir de guide pour l'élaboration de ces projets de termes de référence. Cela permettra au Groupe de finaliser l'examen et d'adopter les Termes de référence dans le temps limité dont il dispose lors de la réunion. Toutefois, il est admis que de nouvelles propositions de recherche peuvent émerger au cours de la réunion, sans qu'il soit possible d'élaborer les Termes de référence pendant la réunion. Si ce processus ne peut pas être appliqué, les Termes de référence pourraient être élaborés par le rapporteur du Groupe d'espèces sur les istiophoridés et/ou le Président du SCRS, ou un Sous-groupe identifié. L'élaboration des Termes de référence de cette façon est un processus habituel et établi au sein du SCRS.

Le Groupe a pris note des nouvelles lignes directrices et de l'importance de fournir les Termes de référence avant la réunion annuelle de la Commission.

10.2 Plan de travail

Le Groupe a discuté du plan de travail de 2025 sur les istiophoridés qui sera finalisé lors de la réunion du Groupe d'espèces de septembre 2024.

11. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté pendant la réunion. Le Président du Groupe a remercié tous les participants pour leurs efforts, ainsi que le Secrétariat et les interprètes pour leur travail. La réunion a été levée.

Bibliographie

- Anon. 2018. Report of the 2018 ICCAT Blue Marlin Stock Assessment (Miami, United States 18-22 June 2018). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 75(5): 813-888.
- Anon. 2024. Report of the 2024 ICCAT Blue Marlin Data Preparatory Meeting (Miami, United States, 11-15 March 2024). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 81(1): 1-86.
- Carvalho, F., Punt, A.E., Chang, Y.J., Maunder, M.N., Piner, K.R., 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? Fish. Res. 192, 28–40.
- Carvalho, F., Winker, H., Courtney, D., Kapur, M., Kell, L., Cardinale, M., Schirripa, M., Kitakado, T., Yemane, D., Piner, K. R., Maunder, M. N., Taylor, I., Wetzell, C. R., Doering, K., Johnson, K. F., Methot, R. D. 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. Fisheries Research, 240: 105959.
- Goodyear, C.P. 2002. Simulated responses of the size distribution of blue marlin to fishing mortality. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54 (3): 869-881.
- Hoolihan J.P., Luo J., and Arocha F. 2019. Age and growth of blue marlin *Makaira nigricans* from the central western Atlantic Ocean. Fisheries Research, Vol. 220, 105346.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105346>
- Hurtado-Ferro F., Szuwalski C.S., Valero J.L., Anderson S.C., Cunningham C.J., Johnson K.F., Licandeo R., McGilliard C.R., Monnahan C.C., Muradian M.L, Ono K., Vert-Pre K.A, Whitten A.R., and Punt A.E. 2015. Looking in the rear-view mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models. ICES Journal of Marine Science, Volume 72, Issue 1, January 2015, Pages 99–110, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>.
- ICCAT. 2024. Statistical Bulletin Vol. 49 (1950-2022).
- Krusic-Golub K., Sutrovic A., Rosa D., Ngom F., Andrews A., and Coelho R. 2024. Update on Age Estimation from Atlantic Blue Marlin otoliths. SCRS/P/2024/007
- Martell, S., Froese, R., 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience 504–514. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00485.x>
- Shimose, T., Yokawa, K. and Tachihara, K., 2015. Age determination and growth estimation from otolith micro-increments and fin spine sections of blue marlin (*Makaira nigricans*) in the western North Pacific. Marine and Freshwater Research, 66(12), pp.1116-1127
- Winker, H., Mourato, B., Chang, Y., 2020. Unifying parameterizations between age-structured and surplus production models: An application to Atlantic white marlin (*Kajika albida*) with simulation testing. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 76, 219–234.

Tableaux

Tableau 1. Paramètres biologiques du makaire bleu de l'Atlantique pris en compte pour les données d'entrée de l'évaluation du stock.

Tableau 2. Captures estimées (débarquements + rejets morts, t) de makaire bleu de l'Atlantique (*Makaira nigricans*) en 1984 – 2023 par engin principal et pavillon (source T1NC).

Tableau 3. Ponctions annuelles totales de makaire bleu (débarquements, rejets morts) par ID de flottille et scénarios de sensibilité de la capture (1-3) basés sur trois postulats différents de mortalité des rejets vivants déclarés.

Tableau 3. Suite.

Tableau 4. Résultats des scénarios exploratoires SS3, estimant la mortalité naturelle (M) et/ou la pente (h). Les modèles sont illustrés dans la **figure 5**.

Tableau 5. Indice original d'abondance à partir des séries historiques palangrières du Japon (1959-1993) et du Taipei chinois (1968-1989) et des séries de « CPUE corrigées » estimées en utilisant le ratio YFT/BET (CPUE corrigée 2) ou la capturabilité estimée q du modèle de Stock Synthesis (CPUE corrigée 3).

Tableau 5. Suite.

Tableau 6. Les résultats pour les distributions a priori de r et la médiane du paramètre de forme avec les valeurs B_{PME}/K correspondantes ont été générés à partir d'un modèle structuré par âge en conditions d'équilibre (ASEM) sur la base des niveaux de la grille d'incertitude de la pente.

Tableau 7. Paramètres du cycle vital utilisés pour estimer les distributions a priori de r et la médiane du paramètre de forme avec les valeurs B_{PME}/K correspondantes de l'évaluation JABBA du makaire bleu de l'Atlantique Nord. Les distributions a priori sont générées au moyen d'un modèle structuré par âge en conditions d'équilibre (ASEM). Les paramètres de croissance proviennent du modèle de von Bertalanffy de Krusic *et al.* (2024).

Tableau 8. Paramètres utilisés dans la configuration JABBA 2024 pour tous les scénarios.

Tableau 9. Résumé des modèles statistiques du rho de Mohn de la période d'évaluation rétrospective de cinq ans pour chaque scénario basé sur la grille d'incertitude de la pente (h).

Tableau 10. Estimations des points de référence par Stock Synthesis avec 4 scénarios de pente (h) dans la grille, y compris la moyenne et les intervalles de confiance de 95 %.

Tableau 11. Résumé des quantiles postérieurs présentés sous la forme de médianes marginales a posteriori et intervalles de crédibilité de 95% associés des paramètres pour la grille finale JABBA du makaire bleu de l'Atlantique de 2024 (pente $h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$).

Figures

Figure 1. Diagrammes des observations de la taille par âge du makaire bleu pour les femelles (en haut) et les mâles (en bas) à partir d'échantillons d'épines de l'Atlantique (petits points violets), d'échantillons d'otolithes de l'Atlantique (points jaunes) et d'échantillons d'otolithes du Pacifique (points verts). Les lignes continues représentent les modèles de croissance de von Bertalanffy estimés. Les échantillons de taille par âge ou le modèle de croissance estimé du Pacifique (Shimose *et al.* 2015) n'ont pas été utilisés dans l'évaluation du stock de makaire bleu de 2024.

Figure 2. Biomasse reproductrice annuelle du makaire bleu, t (en haut) et SSB/SSB_{PME} (en bas) des modèles Stock Synthesis dans lesquels les paramètres de croissance ont été estimés à partir : a) de la taille par âge

moyenne de Goodyear 2002 (2015) et des échantillons d'otolithes de l'Atlantique (lignes 2018_conv, Step_1, Step_2, Step_3) par rapport à b) les paramètres de croissance estimés en utilisant uniquement les échantillons d'épines de l'Atlantique (Holligan *et al.*, 2019) (ligne rouge Step_4).

Figure 3. Évaluation du stock de 2018 avec SS3 et quatre scénarios exploratoires initiaux avec des captures jusqu'en 2022 : Étape 1 : mise à jour uniquement des données de CPUE, Étape 2 : mise à jour des données de CPUE et de composition des longueurs, Étape 3: identique à l'étape 2 et estimation de la croissance à partir des données d'otolithes, Étape 4 : identique à l'étape 2 et estimation de la croissance à partir des données des épines.

Figure 4. Résultats des premiers scénarios SS3 avec les 4 scénarios de capture convenus lors de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu.

Figure 5. Résultats des scénarios exploratoires de SS3. Dans les deux panneaux, les modèles 1-4 ont une M fixe de 0,148 et une h fixe de 0,5 (modèle 1), 0,4 (modèle 2), 0,7 (modèle 3), et une h estimée (modèle 4). Dans le panneau supérieur, les modèles 5 à 8 estiment librement M , alors que h est fixée à 0,4 (modèle 5), 0,5 (modèle 6) ou 0,7 (modèle 7), et h est estimée (modèle 8). Les modèles 5 à 8 du panneau inférieur sont configurés comme dans le panneau supérieur, à la seule différence que M est estimée en appliquant une moyenne a priori de 0,148 et un écart type de 0,018.

Figure 6. Trajectoires dérivées d'une analyse de sensibilité comparant les modèles de base JABBA 2018 et 2024 (voir le texte pour plus de détails).

Figure 7. Analyse de sensibilité des « corrections » dans la capturabilité des CPUE JPN_LL_early et CTP_early. Le « base_model » représente les trajectoires du modèle de référence préliminaire issu du document SCRS/2024/106.

Figure 8. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Ajustements aux indices logarithmiques de CPUE. USA LL, Ven LL, Ven Art, Ven RR, CTP early, CTP mid, CTP late, Brazil LL, JPN late, Ghana Gillnet, JPN early.

Figure 9. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Ajustements aux compositions des longueurs des flottilles, agrégées au fil des ans. Note : les données relatives à la composition des longueurs de la flottille 5 (« DCP ») n'ont pas été utilisées pour ajuster le modèle.

Figure 10. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Écarts logarithmiques estimés du recrutement.

Figure 11. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Diagramme conjoint des valeurs résiduelles pour les indices et la longueur moyenne des différentes flottilles. Note : les données relatives à la composition des longueurs de la flottille 5 (« mDCP ») n'ont pas été utilisées pour ajuster le modèle.

Figure 12. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à 0,148 et h fixée à 0,4, 0,5, 0,6 et 0,7. Test des scénarios sur les CPUE.

Figure 13. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à 0,148 et h fixée à 0,4, 0,5, 0,6 et 0,7. Profil de vraisemblance de R_0 .

Figure 14. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à 0,148 et h fixée à 0,4, 0,5, 0,6 et 0,7. Résultats d'une analyse rétrospective, en retirant jusqu'à 5 années de données à la fin de la série temporelle.

Figure 15. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à 0,148 et h fixée à 0,4, 0,5, 0,6 et 0,7. Résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective pour les observations de CPUE, en retirant jusqu'à 5 années de données à la fin de la série temporelle.

Figure 16. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à 0,148 et h fixée à 0,4, 0,5, 0,6 et 0,7. Analyse de jitter avec 100 itérations.

Figure 17. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Sensibilité des résultats obtenus par *Jackknife* à l'exclusion de certains jeux de données. Dans tous les panneaux (a)-(c), la mention « All (Tous) » fait référence à la série incluant toutes les données, c'est-à-dire toutes les séries de CPUE et les données de composition des longueurs de toutes les flottilles et les données utilisées pour estimer la croissance au sein de SS3.

Figure 18. Diagrammes MCMC pour les scénarios des modèles JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique avec une pente de 0,4 et 0,5.

Figure 19. Diagrammes MCMC pour les scénarios des modèles JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique avec une pente de 0,6 et 0,7.

Figure 20. Diagrammes de diagnostic des valeurs résiduelles de JABBA pour les indices de CPUE utilisés pour le makaire bleu de l'Atlantique pour chaque scénario basé sur la grille d'incertitude de la pente. Les diagrammes en boîte à moustaches indiquent la médiane et les quantiles de toutes les valeurs résiduelles disponibles pour une année donnée, et les lignes noires continues indiquent un lissage de loess plus lisse pour toutes les valeurs résiduelles.

Figure 21. Tests des scénarios pour évaluer le caractère aléatoire des séries temporelles des valeurs résiduelles de la CPUE par flottille pour les scénarios ayant une pente de 0,4 et de 0,5. Les panneaux verts n'indiquent pas de preuve de l'absence de caractère aléatoire des valeurs résiduelles des séries temporelles ($p>0,05$), tandis que les panneaux rouges indiquent une possible auto-corrélation. La zone ombrée intérieure montre trois erreurs standard par rapport à la moyenne générale et les cercles rouges identifient une année spécifique dont les valeurs résiduelles sont supérieures à cette valeur seuil (règle des 3x sigma).

Figure 22. Tests des scénarios pour évaluer le caractère aléatoire des séries temporelles des valeurs résiduelles de la CPUE par flottille pour les scénarios ayant une pente de 0,6 et de 0,7. Les panneaux verts n'indiquent pas de preuve de l'absence de caractère aléatoire des valeurs résiduelles des séries temporelles ($p>0,05$), tandis que les panneaux rouges indiquent une possible auto-corrélation. La zone ombrée intérieure montre trois erreurs standard par rapport à la moyenne générale et les cercles rouges identifient une année spécifique dont les valeurs résiduelles sont supérieures à cette valeur seuil (règle des 3x sigma).

Figure 23. Écarts d'erreur de processus (médiane : ligne continue) pour le makaire bleu de l'Atlantique pour chaque scénario basé sur la grille d'incertitude de la pente au moyen du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien (JABBA). La zone ombrée grise indique les intervalles de crédibilité de 95%.

Figure 24. Distributions a posteriori par rapport aux distributions a priori de divers paramètres de modèle et de gestion du modèle bayésien de production excédentaire (JABBA) pour les scénarios concernant le makaire bleu de l'Atlantique avec une pente de 0,4 et 0,5. PPMR : ratio de la distribution a posteriori/a priori des médianes ; PPVR : ratio de la distribution a posteriori/a priori des variances.

Figure 25. Distributions a posteriori par rapport aux distributions a priori de divers paramètres de modèle et de gestion du modèle bayésien de production excédentaire (JABBA) pour les scénarios concernant le makaire bleu de l'Atlantique avec une pente de 0,6 et 0,7. PPMR : ratio de la distribution a posteriori/a priori des médianes ; PPVR : ratio de la distribution a posteriori/a priori des variances.

Figure 26. Analyse rétrospective réalisée pour les scénarios de JABBA avec des valeurs de pente de 0,4 et 0,5 pour le makaire bleu de l'Atlantique en retirant séquentiellement une année à la fois ($n=5$) et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à la PME (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche par rapport à la PME (F/F_{PME}) (panneaux centraux), ainsi que les écarts de l'erreur de processus et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs).

Figure 27. Analyse rétrospective réalisée pour les scénarios de JABBA avec des valeurs de pente de 0,6 et 0,7 pour le makaire bleu de l'Atlantique en retirant séquentiellement une année à la fois ($n=5$) et en

prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à la PME (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche par rapport à la PME (F/F_{PME}) (panneaux centraux), ainsi que les écarts de l'erreur de processus et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs).

Figure 28. Résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective pour les scénarios des modèles JABBA avec des valeurs de pente de 0,4 et 0,5 pour le makaire bleu de l'Atlantique, montrant les prévisions à un an d'avance des valeurs de CPUE (2018-2022), au moyen de cinq scénarios du modèle de simulation rétrospective par rapport à la CPUE escomptée. Les observations de la CPUE, utilisées pour la validation croisée, sont mises en évidence par des cercles pleins codés par couleur avec un intervalle de confiance associé de 95%, ombré en gris clair. L'année de référence du modèle se réfère aux points finaux de chaque prévision à un an et à l'observation correspondante (c'est-à-dire l'année de l'élimination + 1).

Figure 29. Résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective pour les scénarios des modèles JABBA avec des valeurs de pente de 0,6 et 0,7 pour le makaire bleu de l'Atlantique, montrant les prévisions à un an d'avance des valeurs de CPUE (2018-2022), au moyen de cinq scénarios du modèle de simulation rétrospective par rapport à la CPUE escomptée. Les observations de la CPUE, utilisées pour la validation croisée, sont mises en évidence par des cercles pleins codés par couleur avec un intervalle de confiance associé de 95%, ombré en gris clair. L'année de référence du modèle se réfère aux points finaux de chaque prévision à un an et à l'observation correspondante (c'est-à-dire l'année de l'élimination + 1).

Figure 30. Biomasse du stock reproducteur (t), SSB/SSB_{PME} , recrues (âge 0) et mortalité par pêche relative (F/F_{PME}) pour la grille finale de Stock Synthesis du makaire bleu de l'Atlantique 2024 avec une pente (h) de 0,4 (Model_1_h4), 0,5 (Model_2_h5), 0,6 (Model_4_h6) et 0,7 (Model_3_h7).

Figure 31. Diagramme de Kobe conjoint pour le modèle final de la grille de Stock Synthesis du makaire bleu de l'Atlantique 2024 (pente $h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$). Le camembert inséré indique la proportion de résultats stochastiques dans chaque quadrant de Kobe : 15 % dans le quadrant rouge, 54 % dans le quadrant jaune et 31 % dans le quadrant vert.

Figure 32. Biomasse par rapport à la PME (B/B_{PME}), mortalité par pêche par rapport à la PME (F/F_{PME}), biomasse, mortalité par pêche (panneaux supérieurs), biomasse par rapport à K (B/B_0) et courbe de production excédentaire pour la grille finale de JABBA du makaire bleu de l'Atlantique 2024 (pente $h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$). La ligne rouge en pointillé indique une B_{PME} à 50%, et les zones ombrées illustrent les intervalles de crédibilité de 95% du modèle bayésien de production excédentaire.

Figure 33. Diagramme de Kobe conjoint pour les modèles finaux de la grille de JABBA du makaire bleu de l'Atlantique 2024 (distributions a priori de r reposant sur une pente $h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$). Le camembert inséré indique la proportion de résultats stochastiques dans chaque quadrant de Kobe : 62% dans le quadrant rouge, 37% dans le quadrant jaune et 1% dans le quadrant vert.

Figure 34. Tendances annuelles de la biomasse (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche (F/F_{PME}) relatives des scénarios finaux des modèles combinés de la grille pour le makaire bleu de l'Atlantique. La ligne sombre indique la moyenne de tous les scénarios, les lignes de couleur plus claire indiquent les tendances des scénarios individuels, et la zone ombrée les limites de confiance globales de 95 % des résultats. Les résultats des modèles JABBA commencent en 1956, tandis que ceux de Stock Synthesis commencent en 1958.

Figure 35. Tendances annuelles de la biomasse (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche (F/F_{PME}) relatives des scénarios finaux des modèles combinés de la grille pour le makaire bleu de l'Atlantique. La ligne sombre indique la moyenne de tous les scénarios, les lignes de couleur plus claire indiquent les tendances des scénarios individuels, et la zone ombrée les limites de confiance globales de 95 % des résultats.

Figure 36. Diagramme de Kobe illustrant l'état du stock de makaire bleu de l'Atlantique en 2024 (à la fin de l'année de pêche 2022) estimé à partir des modèles combinés de la grille. La ligne indique la trajectoire de l'état du stock à partir de 1965, le grand point bleu indique l'état du stock en 2022.

Figure 37. Résultats préliminaires des projections. Tendances de la biomasse (panneau supérieur, B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche (panneau inférieur, F/F_{PME}) relatives et projetées du makaire bleu de l'Atlantique, selon différents scénarios de capture fixe de 0 à 4.000 t sur la base des projections des grilles de JABBA et de Stock Synthesis. Chaque ligne représente la médiane de 80.000 itérations de chaque scénario de la grille et des projections des stocks de la plateforme à partir de 2025.

Appendices

Appendice 1. Ordre du jour

Appendice 2. Liste des participants

Appendice 3. Liste des documents présentés pendant la réunion

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

RÉUNION D'ÉVALUATION DU STOCK DE BUM - HYBRIDE, MADRID, 2024

Table 1. Biological parameters of Atlantic blue marlin considered for the stock assessment inputs.

	Growth -Otolith based (Krusic et al. 2024)		Growth -Spine based (Hoolihan et al. 2019)	
Gender	Female	Male	Female	Male
L _{inf} (cm)	279.99		302.20	209.60
k	0.427		0.052	0.222
t ₀	-1.78		-15.10	-6.50
L ₅₀ (cm)	206		206	
M	0.148		0.148	
t _{max} (y)	42		42	
LW parameter a	1.90e-06	2.47e-06	1.90e-06	2.47e-06
LW parameter b	3.2842	3.2243	3.2842	3.2243

Table 2. Estimated catches (landings + dead discards, t) of Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*) 1984 – 2023¹ by main gear and flag (source T1NC).

[illegible]

¹ 2023 values are provisional and partial, as reported until June 17, 2024.

Table 3. Annual blue marlin total catch removals (landing, dead discards) by fleet ID and catch sensitivity scenarios (1-3) based three different assumptions of mortality of reported live discards.

Blue marlin Catch																
Landings + dead discards, PLUS included BUM from the BIL unclassified split, allocated among fleet according to annual proportions																
Catch t	FleetSS3					JABBA	SENSITIVITY 1									
YearC	ART	LL	mFAD	OTH	SPT	Grand Total	Catch t	FleetSS3	LL	mFAD	OTH	SPT	JABBA	Grand Total		
							YearC	ART	LL	mFAD	OTH	SPT				
1956	-	39	-	-	-	39	1956	-	39	-	-	-		39		
1957	-	764	-	-	-	764	1957	-	764	-	-	-		764		
1958	-	772	-	-	-	772	1958	-	772	-	-	-		772		
1959	-	841	-	-	-	841	1959	-	841	-	-	-		841		
1960	-	2,712	-	-	103	2,815	1960	-	2,712	-	-	103		2,815		
1961	-	3,961	-	-	122	4,083	1961	-	3,961	-	-	122		4,083		
1962	-	7,187	-	-	121	7,308	1962	-	7,187	-	-	121		7,308		
1963	-	8,906	-	1	131	9,038	1963	-	8,906	-	1	131		9,038		
1964	-	7,846	-	1	164	8,011	1964	-	7,846	-	1	164		8,011		
1965	-	5,990	-	1	165	6,156	1965	-	5,990	-	1	165		6,156		
1966	-	3,703	-	4	156	3,863	1966	-	3,703	-	4	156		3,863		
1967	-	2,037	-	6	203	2,246	1967	-	2,037	-	6	203		2,246		
1968	-	2,341	-	12	174	2,527	1968	-	2,341	-	12	174		2,527		
1969	-	2,877	-	15	214	3,106	1969	-	2,877	-	15	214		3,106		
1970	-	2,653	-	22	211	2,886	1970	-	2,653	-	22	211		2,886		
1971	-	3,184	-	31	183	3,398	1971	-	3,184	-	31	183		3,398		
1972	-	2,173	-	48	193	2,414	1972	-	2,173	-	48	193		2,414		
1973	-	2,967	-	49	210	3,226	1973	-	2,967	-	49	210		3,226		
1974	-	2,597	-	262	236	3,095	1974	-	2,597	-	262	236		3,095		
1975	-	2,792	-	236	243	3,271	1975	-	2,792	-	236	243		3,271		
1976	-	1,911	-	240	268	2,419	1976	-	1,911	-	240	268		2,419		
1977	-	1,615	-	267	299	2,181	1977	-	1,615	-	267	299		2,181		
1978	-	1,079	-	260	303	1,642	1978	-	1,079	-	260	303		1,642		
1979	-	970	-	257	300	1,527	1979	-	970	-	257	300		1,527		
1980	119	1,142	-	283	303	1,848	1980	119	1,142	-	283	303		1,848		
1981	140	1,268	-	386	313	2,107	1981	140	1,268	-	386	313		2,107		
1982	60	1,996	-	351	301	2,708	1982	60	1,996	-	351	301		2,708		
1983	216	1,360	-	367	199	2,142	1983	216	1,360	-	367	199		2,142		
1984	403	1,915	-	363	207	2,888	1984	403	1,915	-	363	207		2,888		
1985	337	2,595	11	285	170	3,399	1985	337	2,595	11	285	170		3,399		
1986	193	1,420	11	260	215	2,100	1986	193	1,420	11	260	215		2,100		
1987	202	1,558	36	301	181	2,279	1987	202	1,558	36	301	181		2,279		
1988	201	2,186	36	229	215	2,868	1988	201	2,186	36	229	215		2,868		
1989	677	3,236	46	198	168	4,324	1989	677	3,236	46	198	168		4,324		
1990	429	3,778	64	252	68	4,592	1990	429	3,778	64	252	68		4,592		
1991	240	3,605	74	195	82	4,196	1991	240	3,605	74	195	82		4,196		
1992	244	2,465	88	168	111	3,077	1992	244	2,465	88	168	111		3,077		
1993	374	2,309	140	192	140	3,156	1993	374	2,309	140	192	140		3,156		
1994	658	3,077	149	176	157	4,216	1994	658	3,077	149	176	157		4,216		
1995	746	2,999	154	177	110	4,187	1995	746	2,999	154	177	110		4,187		
1996	1,084	3,835	197	145	105	5,366	1996	1,084	3,835	197	145	105		5,366		
1997	916	4,209	232	147	167	5,670	1997	916	4,209	232	147	167		5,670		
1998	1,394	3,515	257	308	164	5,637	1998	1,394	3,515	257	308	164		5,637		
1999	1,501	3,311	285	127	102	5,326	1999	1,501	3,311	285	127	102		5,326		
2000	1,790	3,028	307	206	102	5,432	2000	1,790	3,028	307	206	102		5,432		
2001	1,443	2,300	331	165	160	4,398	2001	1,443	2,300	331	165	160		4,398		
2002	1,421	1,622	340	143	282	3,808	2002	1,421	1,622	340	143	282		3,808		
2003	1,536	1,909	341	150	388	4,324	2003	1,536	1,909	341	150	388		4,324		
2004	837	1,525	348	175	246	3,130	2004	837	1,525	348	175	246		3,130		
2005	1,224	1,668	369	154	141	3,556	2005	1,224	1,668	369	154	141		3,556		
2006	693	1,618	360	197	202	3,070	2006	693	1,622	360	197	202		3,075		
2007	1,275	2,064	353	248	332	4,272	2007	1,275	2,070	353	248	332		4,278		
2008	440	2,141	383	217	433	3,613	2008	440	2,143	383	217	433		3,615		
2009	317	1,864	259	376	326	3,143	2009	317	1,870	259	376	326		3,149		
2010	307	1,772	241	400	311	3,031	2010	307	1,775	241	400	311		3,034		
2011	572	1,285	270	341	391	2,859	2011	572	1,296	270	341	391		2,870		
2012	495	1,231	231	400	498	2,855	2012	495	1,242	231	400	498		2,866		
2013	456	903	146	323	321	2,148	2013	456	917	146	323	321		2,162		
2014	734	1,082	273	287	393	2,770	2014	734	1,092	273	287	393		2,779		
2015	222	1,218	158	295	184	2,077	2015	222	1,232	158	295	184		2,092		
2016	344	1,167	119	158	381	2,169	2016	344	1,174	119	158	381		2,176		
2017	376	1,501	166	286	458	2,788	2017	376	1,511	166	286	458		2,797		
2018	180	1,224	121	222	387	2,134	2018	180	1,231	121	222	387		2,140		
2019	145	1,329	141	264	240	2,118	2019	145	1,336	141	264	240		2,125		
2020	457	1,010	265	211	229	2,172	2020	457	1,013	265	211	229		2,175		
2021	640	981	102	284	240	2,247	2021	640	984	102	284	240		2,249		
2022	230	859	135	265	254	1,743	2022	230	862	135	265	254		1,746		

Table 3. Continuation...

SENSITIVITY 2							SENSITIVITY 3						
Catch t	FleetSS3					JABBA	Catch t	FleetSS3					JABBA
YearC	ART	LL	mFAD	OTH	SPT	Grand Total	YearC	ART	LL	mFAD	OTH	SPT	Grand Total
1956	-	39	-	-	-	39	1956	-	39	-	-	-	39
1957	-	764	-	-	-	764	1957	-	764	-	-	-	764
1958	-	772	-	-	-	772	1958	-	772	-	-	-	772
1959	-	841	-	-	-	841	1959	-	841	-	-	-	841
1960	-	2,712	-	-	103	2,815	1960	-	2,712	-	-	103	2,815
1961	-	3,961	-	-	122	4,083	1961	-	3,961	-	-	122	4,083
1962	-	7,187	-	-	121	7,308	1962	-	7,187	-	-	121	7,308
1963	-	8,906	-	1	131	9,038	1963	-	8,906	-	1	131	9,038
1964	-	7,846	-	1	164	8,011	1964	-	7,846	-	1	164	8,011
1965	-	5,990	-	1	165	6,156	1965	-	5,990	-	1	165	6,156
1966	-	3,703	-	4	156	3,863	1966	-	3,703	-	4	156	3,863
1967	-	2,037	-	6	203	2,246	1967	-	2,037	-	6	203	2,246
1968	-	2,341	-	12	174	2,527	1968	-	2,341	-	12	174	2,527
1969	-	2,877	-	15	214	3,106	1969	-	2,877	-	15	214	3,106
1970	-	2,653	-	22	211	2,886	1970	-	2,653	-	22	211	2,886
1971	-	3,184	-	31	183	3,398	1971	-	3,184	-	31	183	3,398
1972	-	2,173	-	48	193	2,414	1972	-	2,173	-	48	193	2,414
1973	-	2,967	-	49	210	3,226	1973	-	2,967	-	49	210	3,226
1974	-	2,597	-	262	236	3,095	1974	-	2,597	-	262	236	3,095
1975	-	2,792	-	236	243	3,271	1975	-	2,792	-	236	243	3,271
1976	-	1,911	-	240	268	2,419	1976	-	1,911	-	240	268	2,419
1977	-	1,615	-	267	299	2,181	1977	-	1,615	-	267	299	2,181
1978	-	1,079	-	260	303	1,642	1978	-	1,079	-	260	303	1,642
1979	-	970	-	257	300	1,527	1979	-	970	-	257	300	1,527
1980	119	1,142	-	283	303	1,848	1980	119	1,142	-	283	303	1,848
1981	140	1,268	-	386	313	2,107	1981	140	1,268	-	386	313	2,107
1982	60	1,996	-	351	301	2,708	1982	60	1,996	-	351	301	2,708
1983	216	1,360	-	367	199	2,142	1983	216	1,360	-	367	199	2,142
1984	403	1,915	-	363	207	2,888	1984	403	1,915	-	363	207	2,888
1985	337	2,595	11	285	170	3,399	1985	337	2,595	11	285	170	3,399
1986	193	1,420	11	260	215	2,100	1986	193	1,420	11	260	215	2,100
1987	202	1,558	36	301	181	2,279	1987	202	1,558	36	301	181	2,279
1988	201	2,186	36	229	215	2,868	1988	201	2,186	36	229	215	2,868
1989	677	3,236	46	198	168	4,324	1989	677	3,236	46	198	168	4,324
1990	429	3,778	64	252	68	4,592	1990	429	3,778	64	252	68	4,592
1991	240	3,605	74	195	82	4,196	1991	240	3,605	74	195	82	4,196
1992	244	2,465	88	168	111	3,077	1992	244	2,465	88	168	111	3,077
1993	374	2,309	140	192	140	3,156	1993	374	2,309	140	192	140	3,156
1994	658	3,077	149	176	157	4,216	1994	658	3,077	149	176	157	4,216
1995	746	2,999	154	177	110	4,187	1995	746	2,999	154	177	110	4,187
1996	1,084	3,835	197	145	105	5,366	1996	1,084	3,835	197	145	105	5,366
1997	916	4,209	232	147	167	5,670	1997	916	4,209	232	147	167	5,670
1998	1,394	3,515	257	308	164	5,637	1998	1,394	3,515	257	308	164	5,637
1999	1,501	3,311	285	127	102	5,326	1999	1,501	3,311	285	127	102	5,326
2000	1,790	3,028	307	206	102	5,432	2000	1,790	3,028	307	206	102	5,432
2001	1,443	2,300	331	165	160	4,398	2001	1,443	2,300	331	165	160	4,398
2002	1,421	1,622	340	143	282	3,808	2002	1,421	1,622	340	143	282	3,808
2003	1,536	1,909	341	150	388	4,324	2003	1,536	1,909	341	150	388	4,324
2004	837	1,525	348	175	246	3,130	2004	837	1,525	348	175	247	3,130
2005	1,224	1,668	369	154	141	3,556	2005	1,224	1,668	369	154	141	3,556
2006	693	1,625	360	197	202	3,078	2006	693	1,618	360	197	202	3,070
2007	1,275	2,074	353	248	332	4,282	2007	1,275	2,064	353	248	332	4,272
2008	440	2,144	383	217	433	3,616	2008	440	2,141	383	217	433	3,613
2009	317	1,874	259	376	326	3,153	2009	317	1,864	259	376	326	3,143
2010	307	1,777	241	400	311	3,036	2010	307	1,772	241	400	311	3,031
2011	572	1,303	270	341	391	2,877	2011	572	1,285	270	341	391	2,859
2012	495	1,250	231	400	498	2,873	2012	495	1,231	231	400	498	2,855
2013	456	926	146	323	321	2,172	2013	456	903	146	323	321	2,148
2014	734	1,098	273	287	393	2,785	2014	734	1,082	273	287	393	2,770
2015	222	1,242	158	295	184	2,101	2015	222	1,218	158	295	184	2,077
2016	344	1,179	119	158	381	2,181	2016	344	1,167	119	158	381	2,169
2017	376	1,517	166	286	458	2,803	2017	376	1,501	166	286	459	2,789
2018	180	1,235	121	222	387	2,145	2018	180	1,224	121	222	390	2,137
2019	145	1,340	141	264	240	2,129	2019	145	1,329	141	264	240	2,118
2020	457	1,015	265	211	229	2,177	2020	457	1,010	265	211	230	2,173
2021	640	985	102	284	240	2,251	2021	640	981	102	284	240	2,247
2022	230	863	135	265	254	1,748	2022	230	859	135	265	255	1,744

Table 4. Results of exploratory SS3 runs, estimating natural mortality (M) and/or steepness (h). Models are labelled as in **Figure 5**.

Model	M	h	M result	h result
4	0.148	Estimated	0.148	<i>0.43</i>
5 (top)	Estimated freely	0.4	<i>0.115</i>	0.4
6 (top)	Estimated freely	0.5	<i>0.107</i>	0.5
7 (top)	Estimated freely	0.7	<i>0.095</i>	0.7
8 (top)	Estimated freely	Estimated	<i>0.098</i>	<i>0.63</i>
5 (bottom)	Estimated (prior mean=0.148, SD=0.018)	0.5	<i>0.117</i>	0.5
6 (bottom)	Estimated (prior mean=0.148, SD=0.018)	0.4	<i>0.109</i>	0.4
7 (bottom)	Estimated (prior mean=0.148, SD=0.018)	0.7	<i>0.095</i>	0.7
8 (bottom)	Estimated (prior mean=0.148, SD=0.018)	Estimated	<i>0.101</i>	<i>0.60</i>

Table 5. Original index of abundance from Japan (1959-1993) and Chinese Taipei (1968-1989) longline historical series and the estimated “corrected CPUE” series using the YFT/BET ratio (CPUE corrected 2) or the estimated catchability q from Stock synthesis model (CPUE corrected 3).

Use in 2024	Use 1959-1993		JPN LL catch ratio YFT/(BET+YFT)						
Name	JPN_LL_hist								
Fleet	Japan								
Gear	LL					exponent			
Docs	SCRS/2000/081					0.5			
Catch definition	Retained								
Year	Index Number	CV	YearC	%YFT	proxy	proxy2	CPUE corrected 2	q SS3 scaled	CPUE corrected 3
1956			1956	0.98388645					
1957			1957	0.9667448					
1958			1958	0.98359409					
1959	2.221	0.125	1959	0.96755143	2.649	1.628	2.649	1.80E+00	1.232
1960	1.964	0.125	1960	0.94594796	2.590	1.609	2.590	1.77E+00	1.111
1961	3.820	0.125	1961	0.79415876	2.174	1.475	2.174	1.54E+00	2.478
1962	3.456	0.125	1962	0.73258835	2.006	1.416	2.006	1.46E+00	2.371
1963	2.777	0.125	1963	0.72683101	1.990	1.411	1.990	1.45E+00	1.917
1964	1.776	0.125	1964	0.68417415	1.873	1.369	1.873	1.40E+00	1.273
1965	1.216	0.125	1965	0.5784481	1.584	1.258	1.584	1.26E+00	0.963
1966	1.005	0.125	1966	0.61130398	1.674	1.294	1.674	1.30E+00	0.772
1967	0.974	0.125	1967	0.6822621	1.868	1.367	1.868	1.39E+00	0.700
1968	1.176	0.125	1968	0.67466735	1.847	1.359	1.847	1.38E+00	0.851
1969	1.299	0.125	1969	0.57082499	1.563	1.250	1.563	1.25E+00	1.036
1970	1.048	0.125	1970	0.47889023	1.311	1.145	1.311	1.15E+00	0.910
1971	0.652	0.125	1971	0.40576961	1.111	1.054	1.111	1.08E+00	0.606
1972	0.747	0.125	1972	0.38805041	1.062	1.031	1.062	1.05E+00	0.708
1973	0.579	0.125	1973	0.34433358	0.943	0.971	0.943	1.01E+00	0.571
1974	0.966	0.125	1974	0.35261257	0.965	0.983	0.965	1.02E+00	0.944
1975	0.699	0.125	1975	0.24767417	0.678	0.823	0.678	9.26E-01	0.755
1976	0.485	0.125	1976	0.50415731	1.380	1.175	1.380	1.18E+00	0.412
1977	0.558	0.125	1977	0.28558349	0.782	0.884	0.782	9.57E-01	0.583
1978	0.590	0.125	1978	0.25461004	0.697	0.835	0.697	9.30E-01	0.634
1979	0.601	0.125	1979	0.19525765	0.535	0.731	0.535	8.77E-01	0.685
1980	0.733	0.125	1980	0.13745053	0.376	0.613	0.376	7.27E-01	1.009
1981	0.651	0.125	1981	0.20925654	0.573	0.757	0.573	7.27E-01	0.896
1982	0.827	0.125	1982	0.19470877	0.533	0.730	0.533	7.27E-01	1.138
1983	0.741	0.125	1983	0.21957726	0.601	0.775	0.601	7.27E-01	1.020
1984	0.828	0.125	1984	0.17768814	0.486	0.697	0.486	7.27E-01	1.140
1985	0.873	0.125	1985	0.1981667	0.543	0.737	0.543	7.27E-01	1.202
1986	0.605	0.125	1986	0.19907697	0.545	0.738	0.545	7.27E-01	0.833
1987	0.663	0.125	1987	0.24545346	0.672	0.820	0.672	7.27E-01	0.913
1988	0.640	0.125	1988	0.2037152	0.558	0.747	0.558	7.27E-01	0.881
1989	0.674	0.125	1989	0.18641975	0.510	0.714	0.510	7.27E-01	0.928
1990	0.524	0.125	1990	0.17784467	0.487	0.698	0.487	7.27E-01	0.721
1991	0.358	0.125	1991	0.16880699	0.462	0.680	0.462	7.27E-01	0.493
1992	0.366	0.125	1992	0.11590365	0.317	0.563	0.317	7.27E-01	0.504
1993	0.479	0.125	1993	0.08115547	0.222	0.471	0.222	7.27E-01	0.659
1994	0.503	0.125	1994	0.11049762	0.303	0.550	0.303	7.27E-01	0.692
1995	0.472	0.125	1995	0.1284149	0.352	0.593	0.352	7.27E-01	0.650
1996	0.513	0.125	1996	0.13664402	0.374	0.612	0.374	7.27E-01	0.706
1997	0.459	0.125	1997	0.11785274	0.323	0.568	0.323	7.27E-01	0.632
1998	0.475	0.125	1998	0.1753381	0.480	0.693	0.480	7.27E-01	0.654

Table 5. Continued.

	Use 1968-1989		CTP LL catch ratio							
	CTP LL_early									
	Chinese Taipei									
	LL					exponent				
	SCRS/2024/030					0.5				
	Retained									
Year	Num.	CV	YearC	%YFT	proxy	proxy2	CPUE corrected	CPUE corrected 2	q SS3 scaled	CPUE corrected 3
1956										
1957										
1958										
1959										
1960										
1961										
1962			1962	0.933						
1963			1963	0.895						
1964			1964	0.880						
1965			1965	1.000						
1966			1966	0.649						
1967			1967	0.545						
1968	0.304	0.095	1968	0.595	1.545	1.243	0.197	0.245	2.46	0.123
1969	0.334	0.083	1969	0.591	1.533	1.238	0.218	0.270	2.43	0.137
1970	0.231	0.080	1970	0.483	1.255	1.120	0.184	0.206	1.80	0.128
1971	0.185	0.087	1971	0.444	1.152	1.073	0.161	0.172	1.61	0.115
1972	0.149	0.102	1972	0.485	1.260	1.122	0.118	0.133	1.81	0.082
1973	0.159	0.122	1973	0.410	1.065	1.032	0.149	0.154	1.46	0.109
1974	0.115	0.100	1974	0.429	1.114	1.055	0.103	0.109	1.54	0.075
1975	0.065	0.111	1975	0.374	0.971	0.986	0.067	0.066	1.31	0.049
1976	0.120	0.127	1976	0.346	0.899	0.948	0.133	0.127	1.21	0.099
1977	0.032	0.130	1977	0.100	0.258	0.508	0.124	0.063	0.57	0.056
1978	0.029	0.134	1978	0.114	0.297	0.545	0.098	0.053	0.60	0.049
1979	0.044	0.142	1979	0.295	0.765	0.874	0.058	0.050	1.04	0.042
1980	0.057	0.100	1980	0.212	0.549	0.741	0.104	0.077	0.41	0.138
1981	0.049	0.096	1981	0.315	0.817	0.904	0.060	0.054	0.41	0.118
1982	0.042	0.094	1982	0.221	0.574	0.758	0.073	0.055	0.41	0.101
1983	0.029	0.111	1983	0.249	0.647	0.804	0.045	0.036	0.41	0.070
1984	0.033	0.102	1984	0.411	1.067	1.033	0.031	0.032	0.41	0.080
1985	0.025	0.101	1985	0.432	1.120	1.058	0.022	0.024	0.41	0.060
1986	0.034	0.102	1986	0.556	1.444	1.202	0.024	0.028	0.41	0.082
1987	0.059	0.114	1987	0.377	0.980	0.990	0.060	0.060	0.41	0.142
1988	0.088	0.162	1988	0.557	1.446	1.203	0.061	0.073	0.41	0.212
1989	0.083	0.154	1989	0.477	1.239	1.113	0.067	0.075	0.41	0.200

Table 6. Results for r prior distributions and median shape parameter with corresponding B_{MSY}/K values generated from the Age-Structured Equilibrium Model (ASEM) based on the steepness uncertainty grid levels.

<i>Steepness</i>	<i>0.4</i>	<i>0.5</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>
MEAN R	0.076	0.092	0.105	0.112
SD OF LOG (R)	0.217	0.222	0.231	0.228
B_{MSY}/K	0.42	0.38	0.36	0.33

Table 7. Life history parameters used to estimate r prior distributions and median shape parameter with corresponding B_{MSY}/K values of the Atlantic blue marlin assessment. The priors are generated using an Age-Structured Equilibrium Model (ASEM). Growth parameters are from the Krusic *et al.* (2024) von Bertalanffy model.

SEX	Female	Male
L_{INF} (CM)	279.99	
K	0.427	
T_0	-1.78	
L_{50} (CM)	206	
M	0.148	
T_{MAX} (Y)	42	
A (LENGTH-WEIGHT)	1.90e-06	2.47e-06
B (LENGTH-WEIGHT)	3.2842	3.2243

Table 8. Settings used in the 2024 JABBA settings for all scenarios.

<i>Settings</i>	<i>2024 assessment</i>
PERIOD	1956-2022
MODEL TYPE	Pella
CATCH CV	0.01
CATCH ERROR	Random
PSI.PRIOR	C(0.99,0.01)
PSI.DIST	Beta
INVERSE GAMMA	(0.001,0.001)
FIXED OBSERVATION ERROR MODEL	0.05
K (T)	Ln(72303,1)

Table 9. Summary of models Mohn's rho statistic from the retrospective evaluation period of five years for each scenario based on the steepness (h) uncertainty grid.

<i>Steepness (h) scenario</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>B_{MSY}</i>	<i>F_{MSY}</i>	<i>process error</i>	<i>MSY</i>
0.4	-0.040	0.04	-0.07	0.08	-0.01	0.001
0.5	-0.004	0.005	0.006	0.003	-0.005	-0.011
0.6	-0.01	0.01	-0.03	0.02	0.001	0.02
0.7	0.02	-0.01	0.01	-0.02	0.01	0.01

Table 10. Estimates of benchmark by Stock Synthesis with 4 steepness (h) scenarios in the grid, including the mean and the 95% confidence intervals.

<i>Estimates</i>	<i>Mean</i>	<i>2.50%</i>	<i>97.50%</i>	<i>Mean</i>	<i>2.50%</i>	<i>97.50%</i>
Steepness (h)=0.4				h=0.5		
Unfished SSB t	70,808	64,372	77,244	59,796	54,966	64,626
F _{MSY}	0.052	0.052	0.053	0.078	0.078	0.079
SSB _{MSY} t	27,416	24,896	29,937	20,674	18,963	22,384
MSY t	2,519	2,323	2,715	2,900	2,706	3,094
SSB _{MSY} /K	0.387	0.386	0.389	0.346	0.344	0.348
h=0.6				h=0.7		
Unfished SSB t	52,521	48,484	56,558	47,590	43,733	51,447
F _{MSY}	0.106	0.106	0.107	0.139	0.138	0.140
SSB _{MSY} t	16,170	14,874	17,465	12,885	11,779	13,990
MSY t	3,150	2,959	3,341	3,365	3,162	3,568
SSB _{MSY} /K	0.308	0.305	0.310	0.271	0.268	0.274

Table 11. Summary of posterior quantiles presented in the form of marginal posterior medians and associated 95% credibility intervals of parameters for the 2024 Atlantic blue marlin final JABBA grid (steepness $h = 0.4, 0.5, 0.6$, and 0.7).

Estimates	Median	2.50%	97.50%	Median	2.50%	97.50%
h 04 (r prior based on steepness 0.4)				h_05 (r prior based on steepness 0.5)		
K	100,895	69,279	165,154	83,602	57,878	133,430
r	0.102	0.067	0.148	0.115	0.079	0.165
ψ (psi)	0.993	0.964	1.000	0.993	0.965	1.000
σ_{proc}	0.126	0.084	0.185	0.130	0.087	0.188
m	1.32	1.32	1.32	1.068	1.068	1.068
F_{MSY}	0.077	0.051	0.112	0.108	0.074	0.155
B_{MSY}	42,371	29,094.	69,357	31,772	21,996	50,709
MSY	3,297	2,346	4,659	3,422	2,653	4,648
B_{MSY}/K	0.420	0.420	0.420	0.380	0.380	0.380
h 06 (r prior based on steepness 0.6)				h 07 (r prior based on steepness 0.7)		
K	70,845	50,030	106,834	66,562	47,020	98,674
r	0.127	0.088	0.181	0.125	0.088	0.176
ψ (psi)	0.993	0.963	1.000	0.993	0.964	1.000
σ_{proc}	0.131	0.088	0.187	0.135	0.090	0.191
m	0.958	0.958	0.958	0.811	0.811	0.811
F_{MSY}	0.133	0.091	0.189	0.155	0.108	0.217
B_{MSY}	25,505	18,012	38,462	21,971	15,521	32,571
MSY	3,408	2,744	4,243	3,407	2,813	4,159
B_{MSY}/K	0.360	0.360	0.360	0.330	0.330	0.330

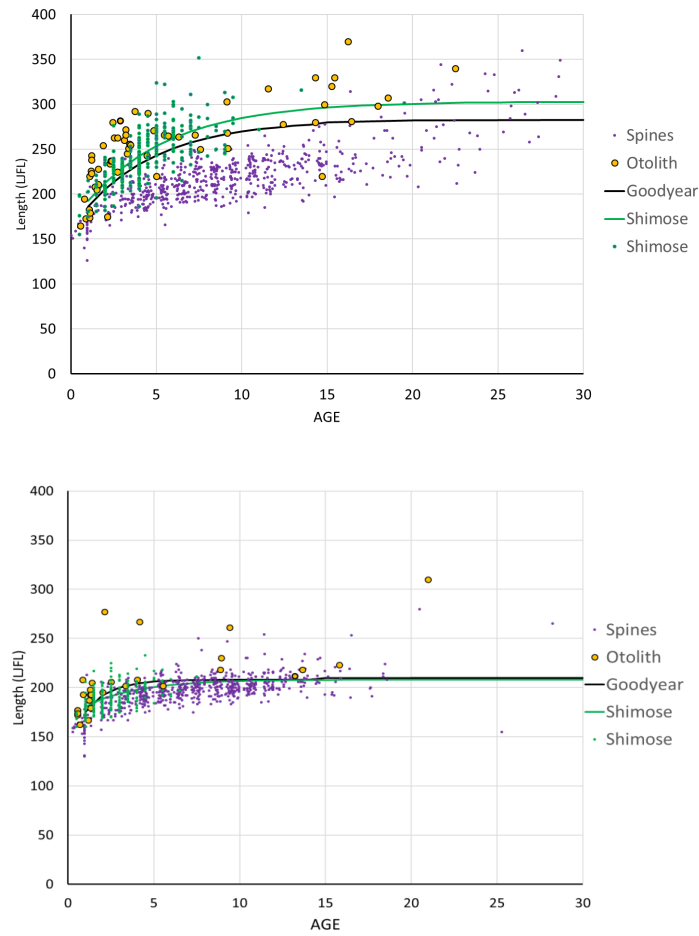


Figure 1. Plots of size at age observations for blue marlin for females (top) and males (bottom) from Atlantic spine samples (purple small dots), Atlantic otolith samples (yellow dots), and Pacific otolith samples (green dots). The solid lines represent the estimated von Bertalanffy growth models. The size at age samples or estimated growth model from the Pacific (Shimose *et al.* 2015) were not used in the 2024 blue marlin stock assessment.

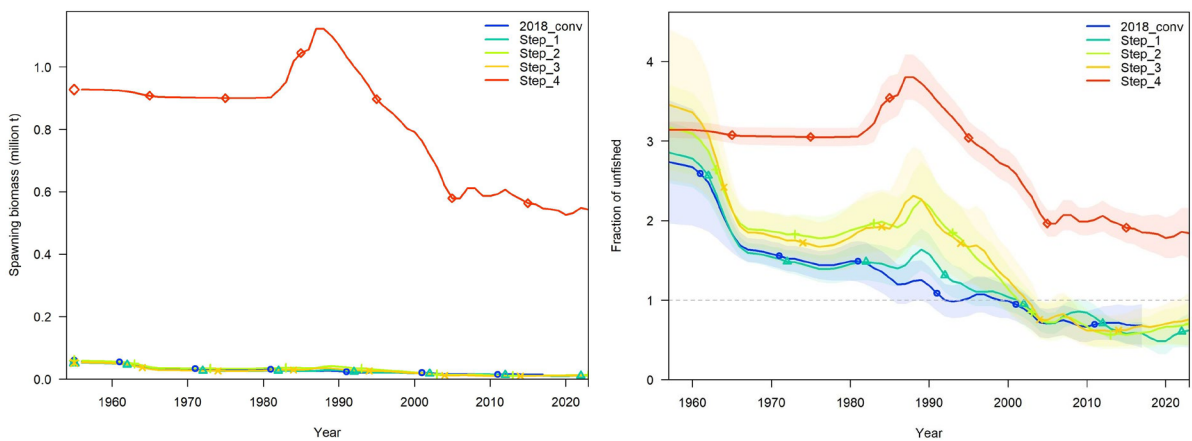


Figure 2. Annual blue marlin spawning biomass t (top) and SSB/SSB_{MSY} (bottom) from the Stock Synthesis models in which growth parameters were estimated from a) the mean size at age Goodyear 2002 (2015) and Atlantic otolith samples (lines 2018_conv, Step_1, Step_2, Step_3) versus b) the growth parameters estimated using only the Atlantic spine samples (Holligan *et al.*, 2019) (Step_4 red line).

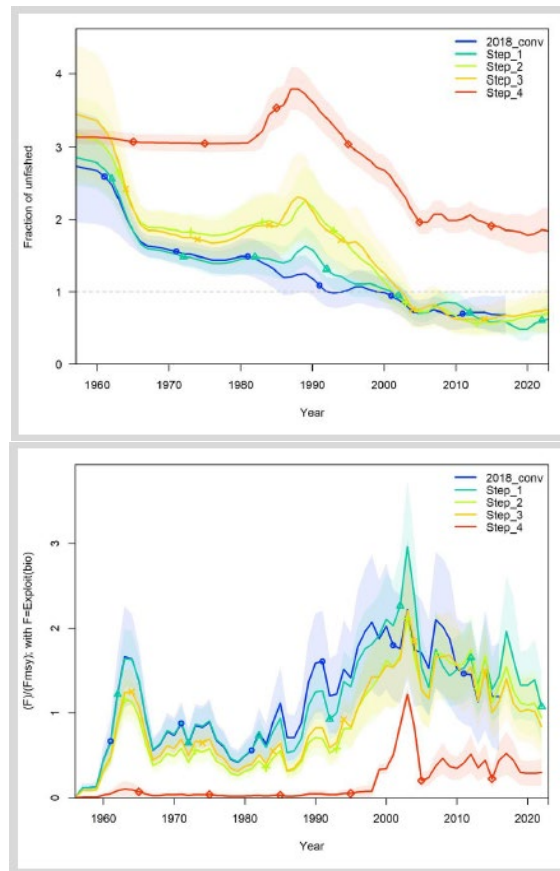


Figure 3. 2018 stock assessment with SS3 and four initial exploratory runs with catch until 2022: Step 1 updating only CPUE data, Step 2 updating both CPUE and length composition data, Step 3 as Step 2 and estimating growth from otolith data, Step 4 as Step 2 and estimating growth from spine data.

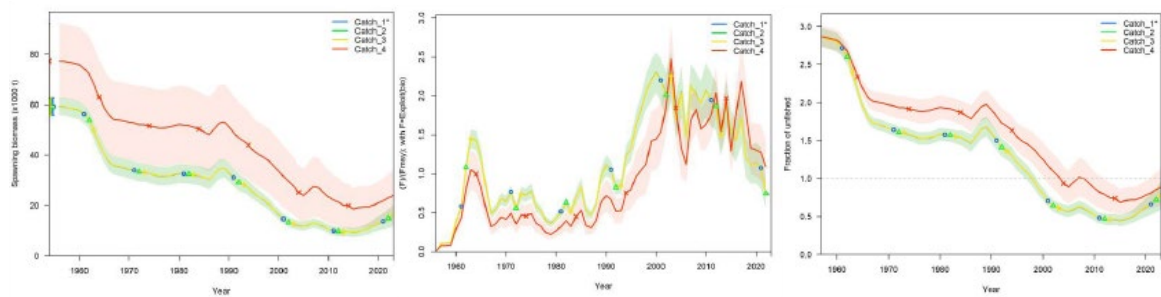


Figure 4. Results of initial SS3 runs with the 4 catch scenarios agreed at the Blue marlin Data Preparatory meeting.

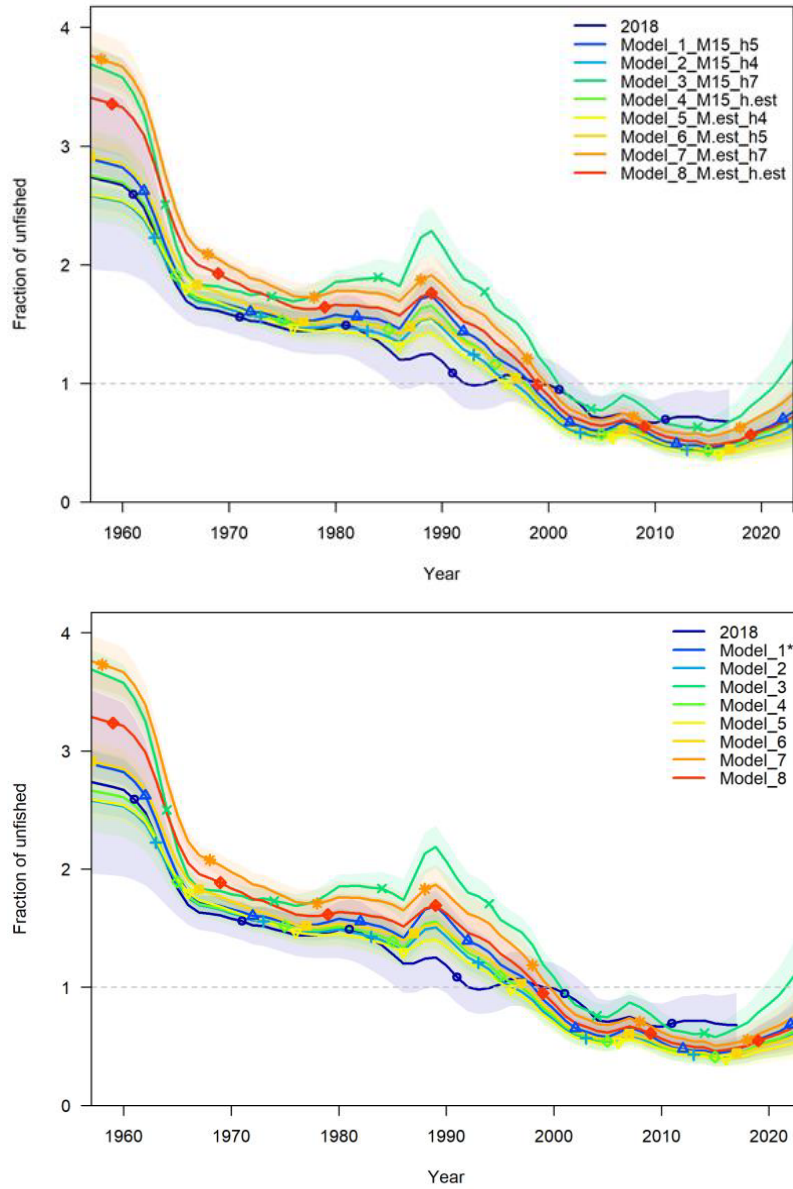


Figure 5. Results of exploratory SS3 runs. In both panels, Models 1-4 have fixed $M=0.148$ and h fixed at 0.5 (Model 1), 0.4 (Model 2), 0.7 (Model 3), and h estimated (Model 4). In top panel, Models 5-8 estimate M freely, whereas h is fixed at 0.4 (Model 5), 0.5 (Model 6), or 0.7 (Model 7), h estimated (Model 8). Models 5-8 in the bottom panel are configured as in the top panel, with the only difference that M is estimated applying a prior mean of 0.148 and a standard deviation of 0.018.

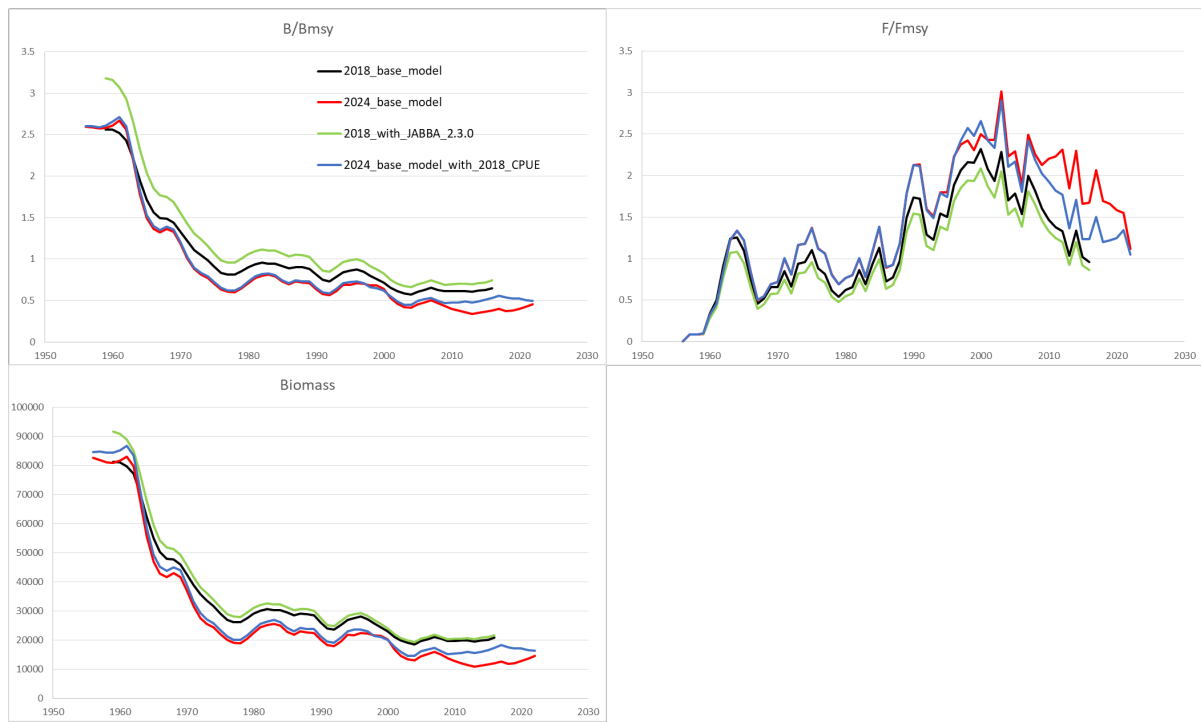


Figure 6. Trajectories derived from a sensitivity analysis comparing the 2018 and 2024 JABBA base models (see text for further details).

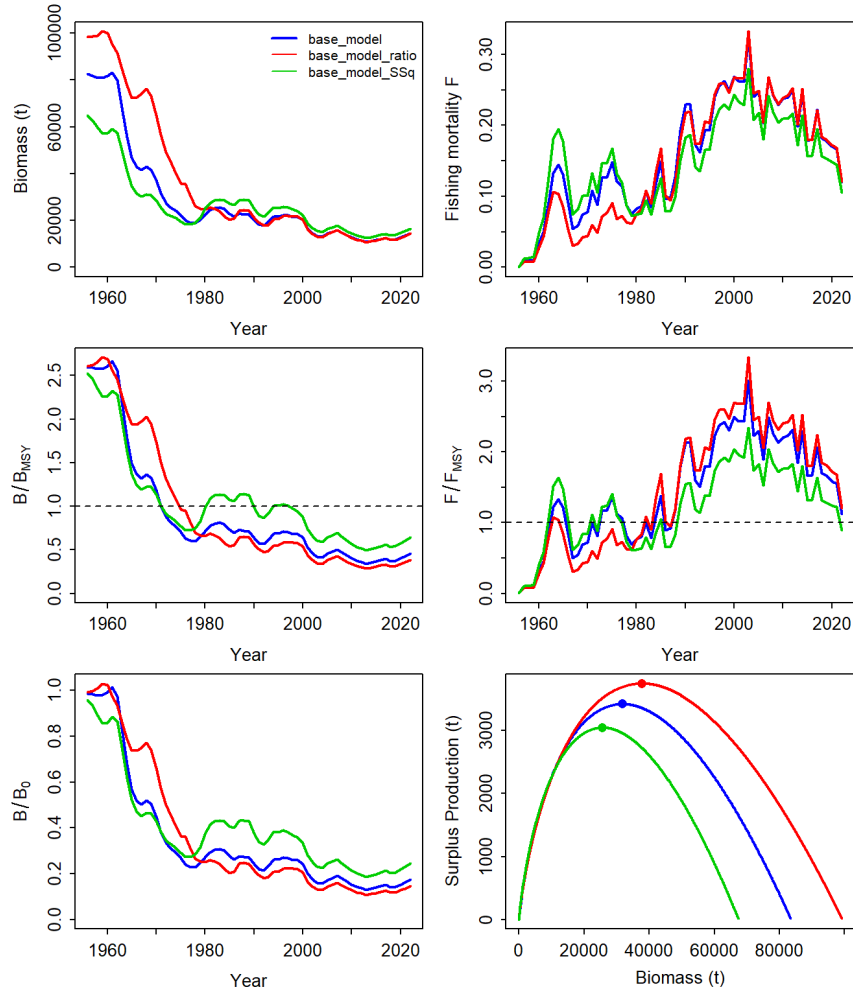
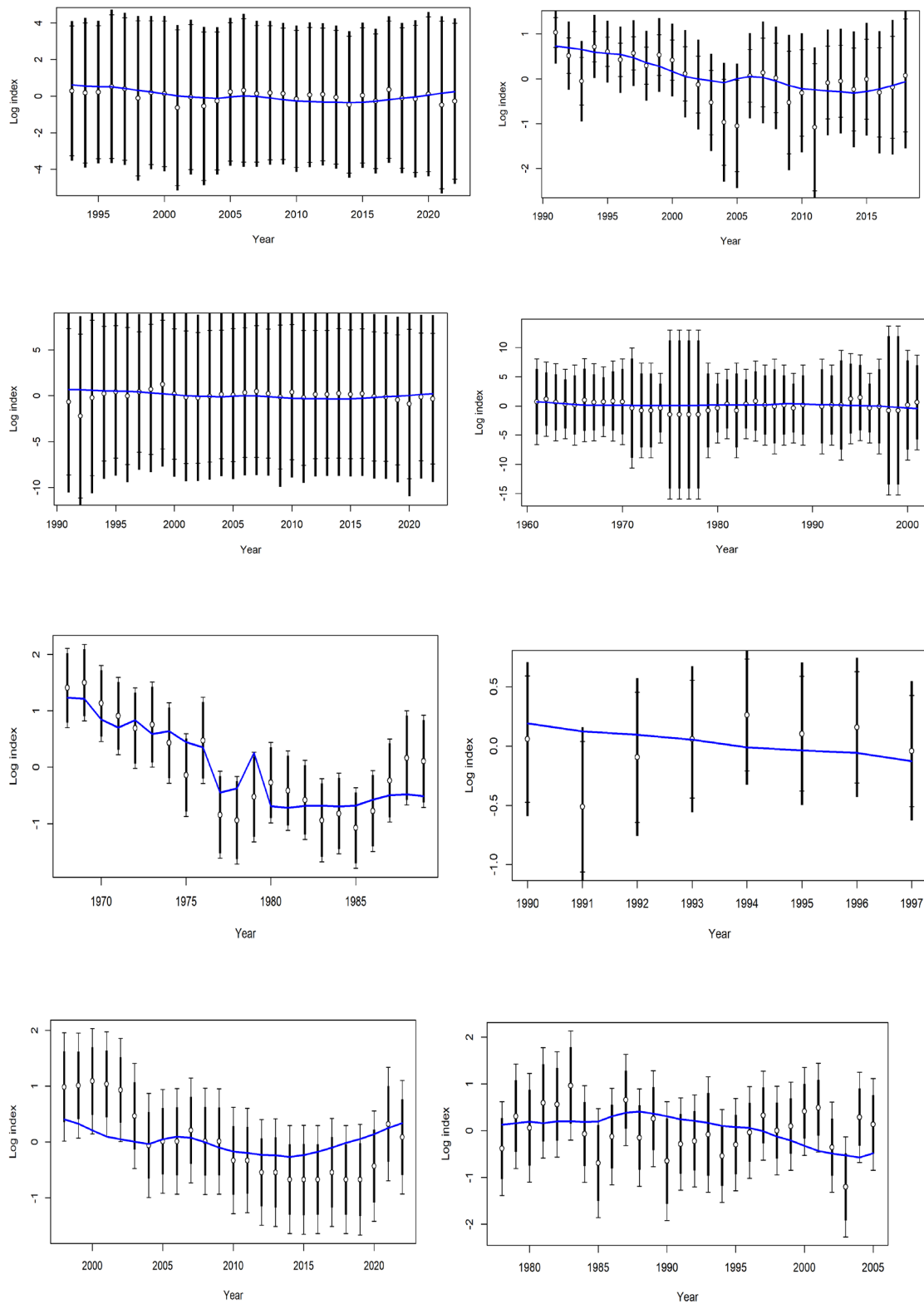


Figure 7. Sensitivity analysis of "corrections" in the catchability of JPN_LL_early and CTP_early CPUEs. "base_model" represents the trajectories of the SCRS/2024/106 preliminary reference model.

RÉUNION D'ÉVALUATION DU STOCK DE BUM - HYBRIDE, MADRID, 2024



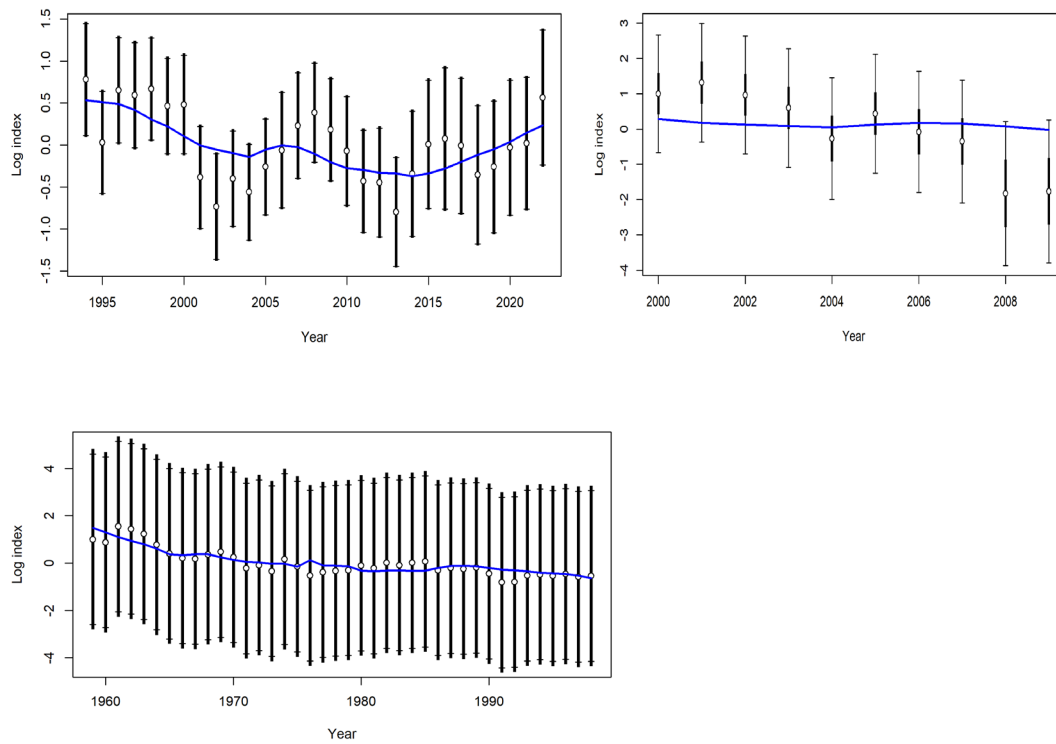


Figure 8. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Fits to log CPUE indices. USA LL, Ven LL, Ven Art, Ven RR, CTP early, CTP mid, CTP late, Brazil LL, JPN late, Ghana Gillnet, JPN early.

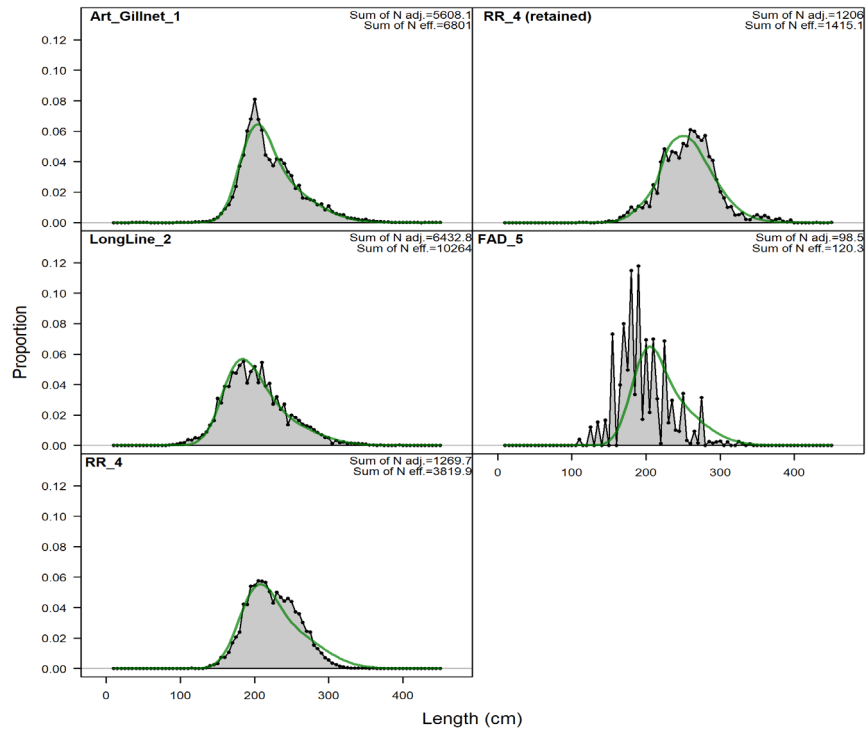


Figure 9. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Fits to the length compositions of the fleets, aggregated over the years. Note: length composition data of Fleet 5 ("FAD") was not used to fit the model.

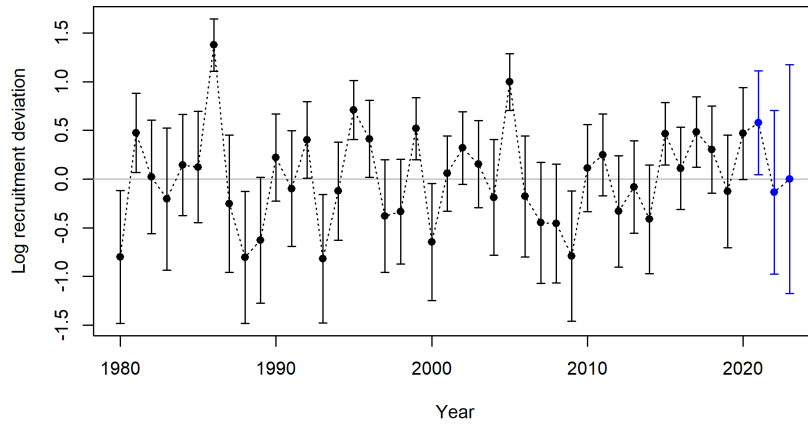


Figure 10. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Estimated log recruitment deviations.

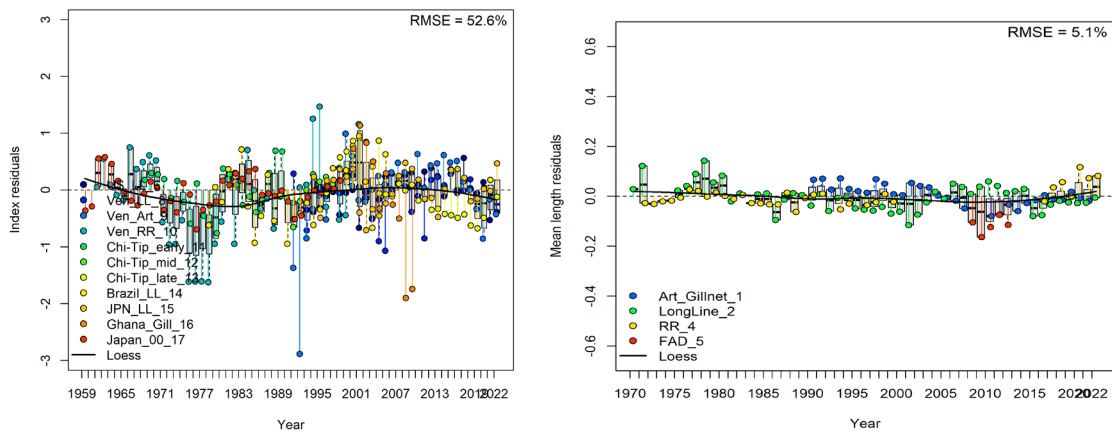
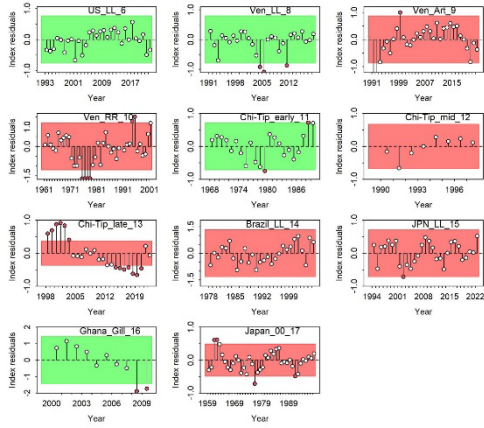
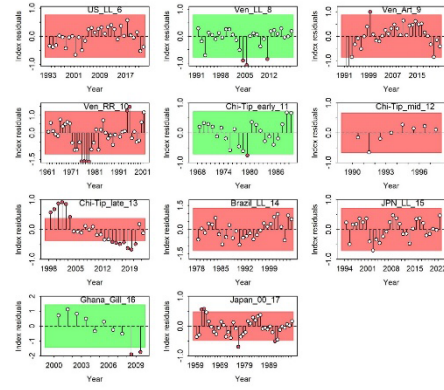


Figure 11. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Joint residual plot for indices and mean length of the different fleets. Note: length composition data of Fleet 5 ("mFAD") was not used to fit the model.

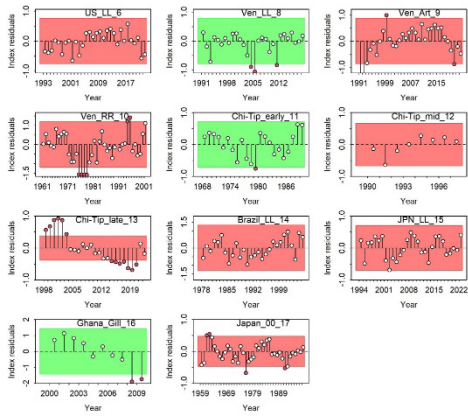
(a) $h=0.4$



(b) $h=0.5$



(c) $h=0.6$



(d) $h=0.7$

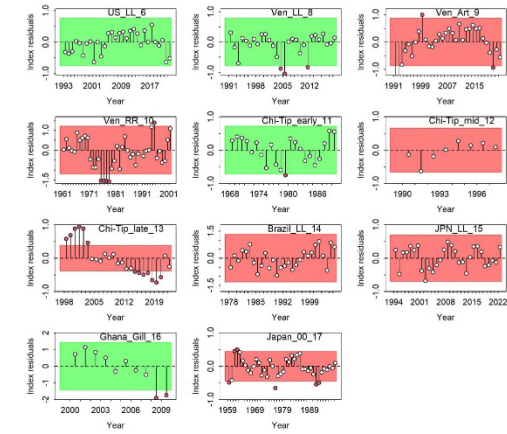
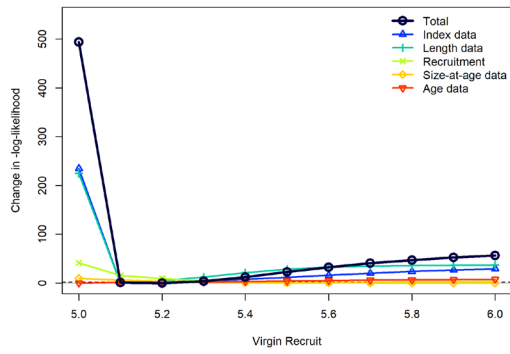
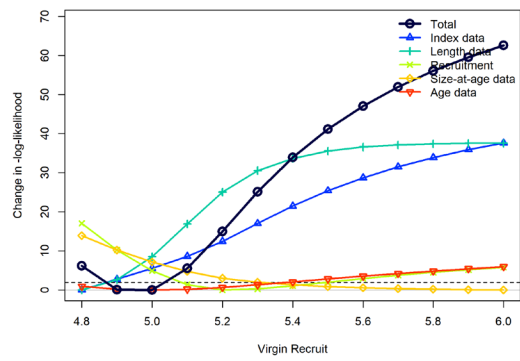


Figure 12. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4, 0.5, 0.6, 0.7$. Runs test on CPUEs.

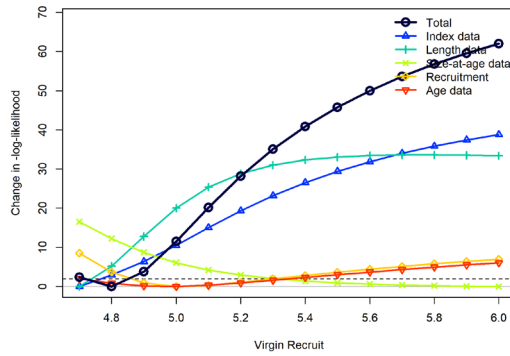
(a) $h=0.4$



(b) $h=0.5$



(c) $h=0.6$



(d) $h=0.5$

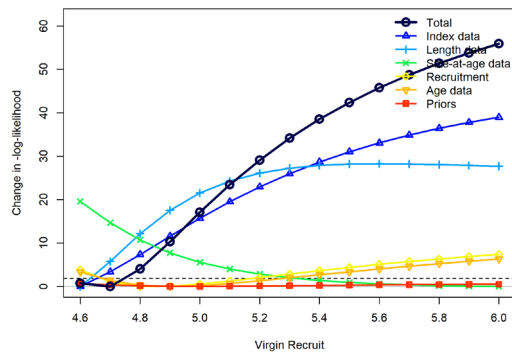
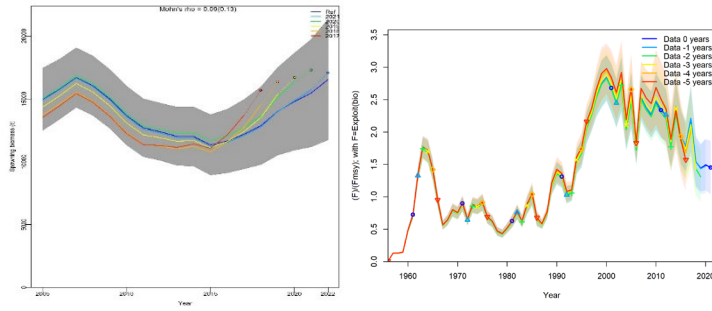
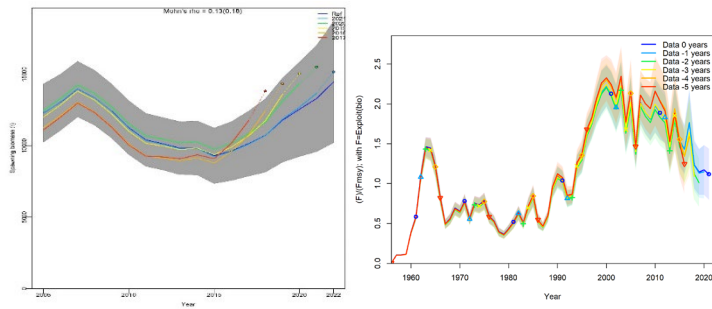


Figure 13. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4, 0.5, 0.6, 0.7$. Likelihood profile on R0.

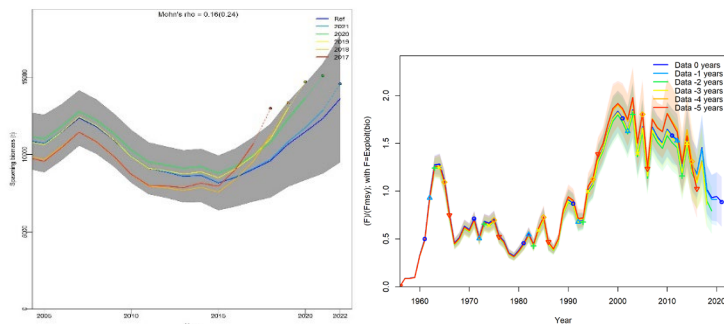
(a) $h=0.4$ (Mohn's rho on SSB = 0.09 (0.13), final assessment year and hindcast rho)



(b) $h=0.5$ (Mohn's rho on SSB = 0.13(0.18), final assessment year and hindcast rho)



(c) $h=0.6$ (Mohn's rho on SSB = 0.16(0.24), final assessment year and hindcast rho)



(d) $h=0.7$ (Mohn's rho on SSB = 0.19(0.28), final assessment year and hindcast rho)

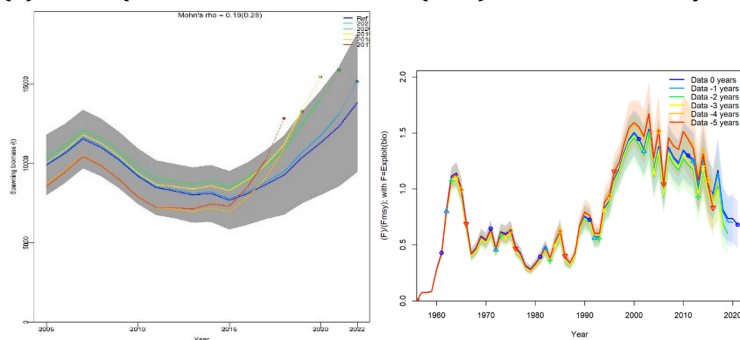
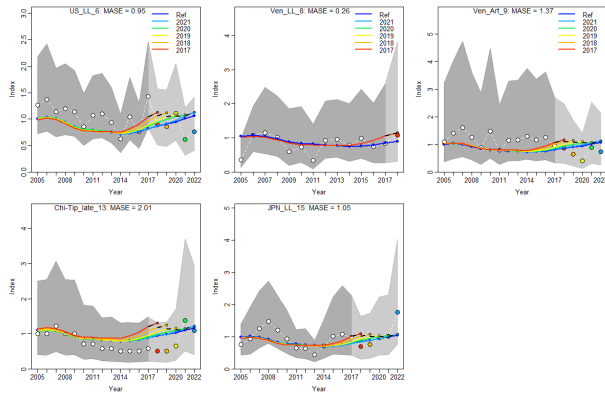
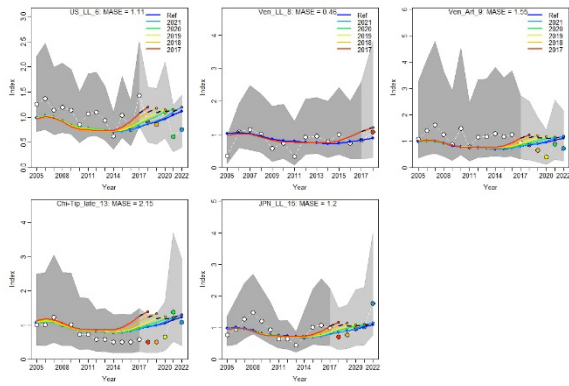


Figure 14. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4, 0.5, 0.6, 0.7$. Results from retrospective analysis, removing up to 5 years of data from the end of the time series.

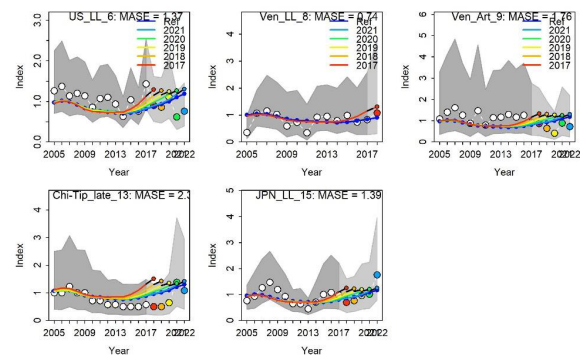
(a) $h=0.4$ (MASE for US LL=0.95, Ven LL=0.26, Ven Art=1.37, CTP late=2.01, JPN late=1.05)



(b) $h=0.5$ (MASE for US LL=1.11, Ven LL=0.46, Ven Art=1.55, CTP late=2.15, JPN late=1.2)



(c) $h=0.6$ (MASE for US LL=1.37, Ven LL=0.74, Ven Art=1.76, CTP late=2.30, JPN late=1.39)



(d) $h=0.7$ (MASE for US LL=1.66, Ven LL=1.06, Ven Art=2.02, CTP late=2.60, JPN late=1.61)

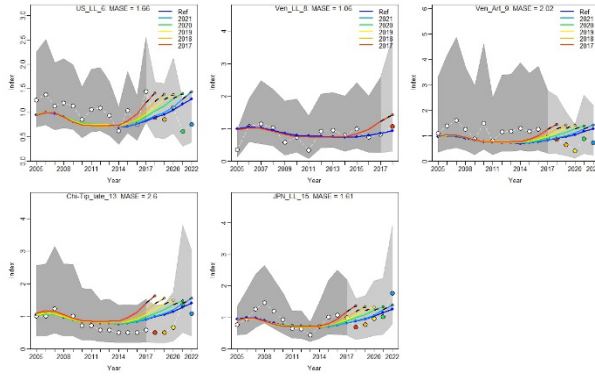
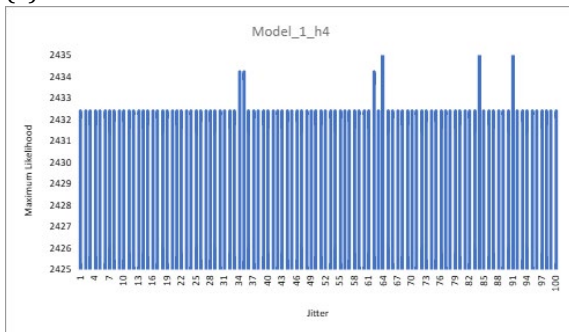
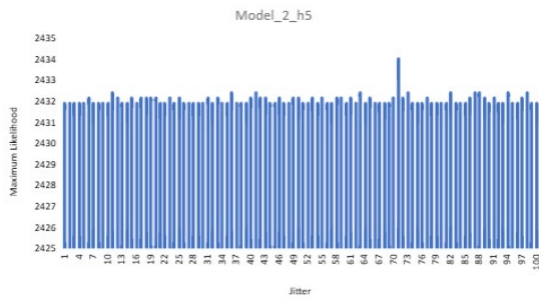


Figure 15. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4,0.5,0.6,0.7$. Hindcast cross-validation results for CPUE observations, removing up to 5 years of data from the end of the time series.

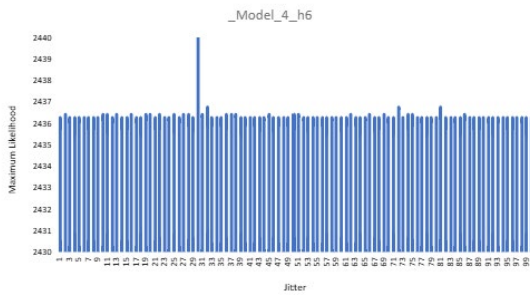
(a) $h=0.4$



(b) $h=0.5$



(c) $h=0.6$



(d) $h=0.7$

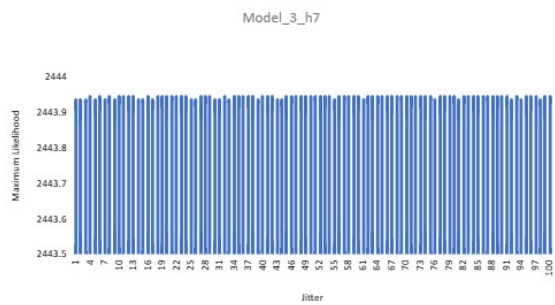
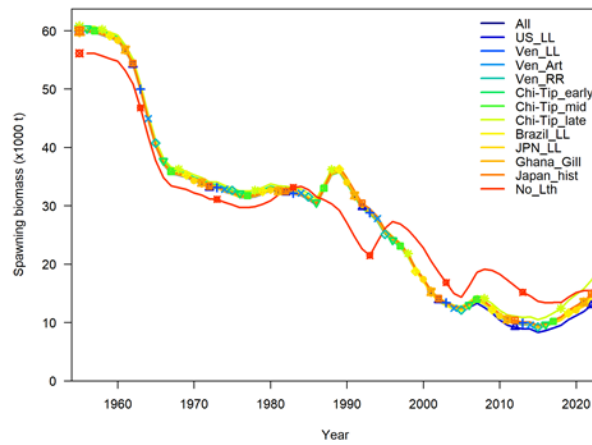
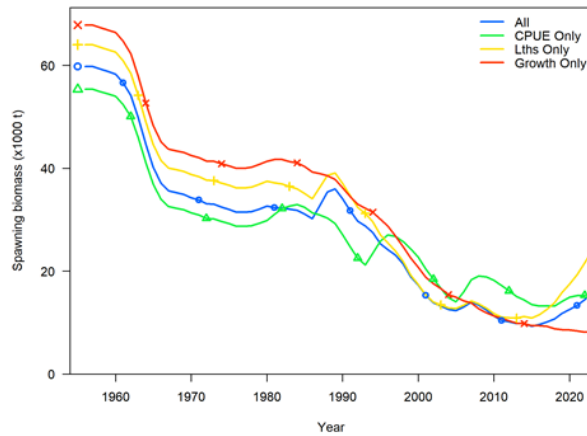


Figure 16. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4,0.5,0.6,0.7$. Jitter with 100 iterations.

- (a) Results of runs excluding 1 CPUE series at a time, and a run excluding all the length composition data (but including all CPUE series).



- (b) Results of runs including only 1 type of data (CPUE only, length composition data only, growth data only).



- (c) Excluding the length composition data from one fleet at a time

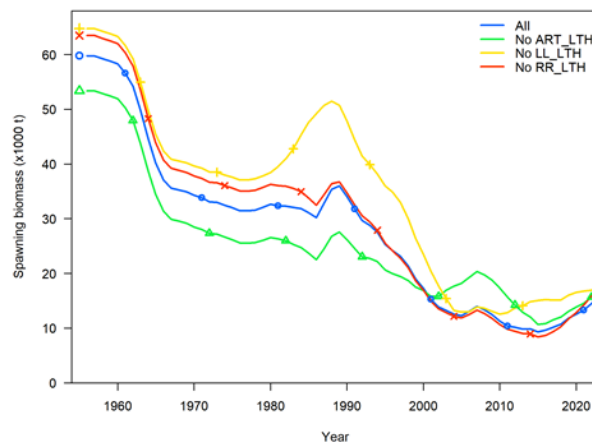


Figure 17. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Jackknife sensitivity of results to the exclusion of certain datasets. In all panels (a)-(c), the label “All” refers to the run including all data, i.e. all CPUE series and the length composition data of all fleets and the data used to estimate growth within SS3.



Figure 18. MCMC trace plots for the Atlantic blue marlin JABBA models scenarios with steepness in 0.4 and 0.5.

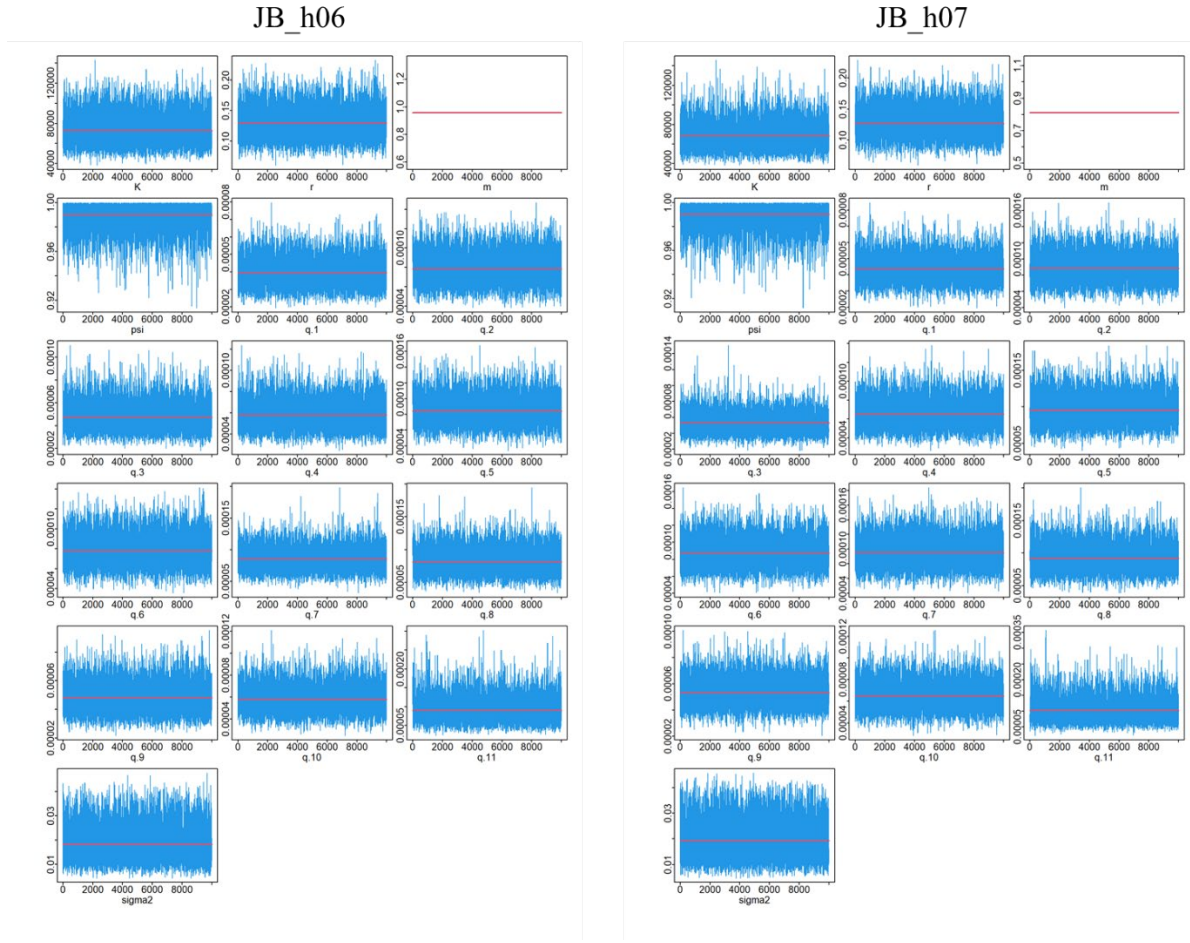


Figure 19. MCMC trace plots for the Atlantic blue marlin JABBA models scenarios with steepness in 0.6 and 0.7.

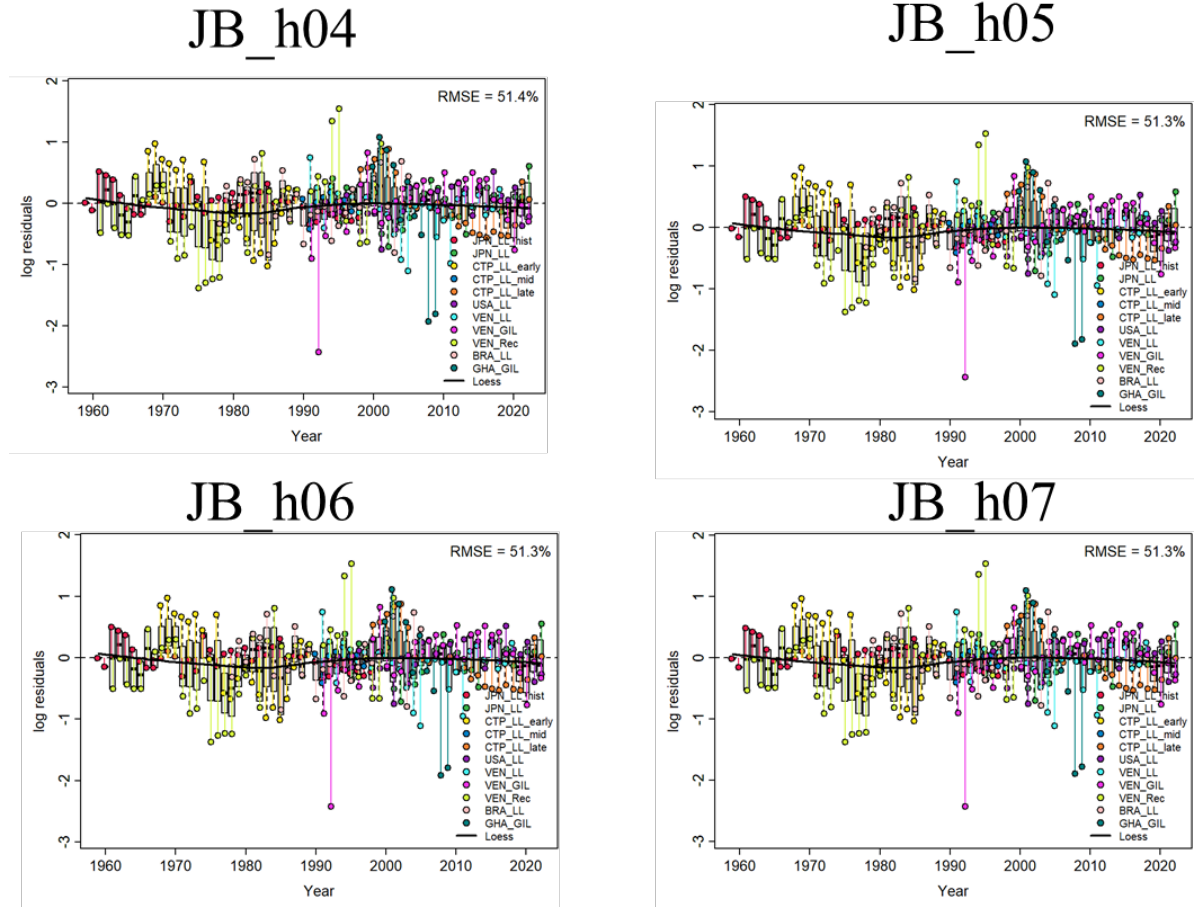


Figure 20. JABBA residual diagnostic plots for the CPUE indices used in the Atlantic blue marlin for each scenario based on the steepness uncertainty grid. Boxplots indicate the median and quantiles of all residuals available for any given year, and solid black lines indicate loess smoother through all residuals.

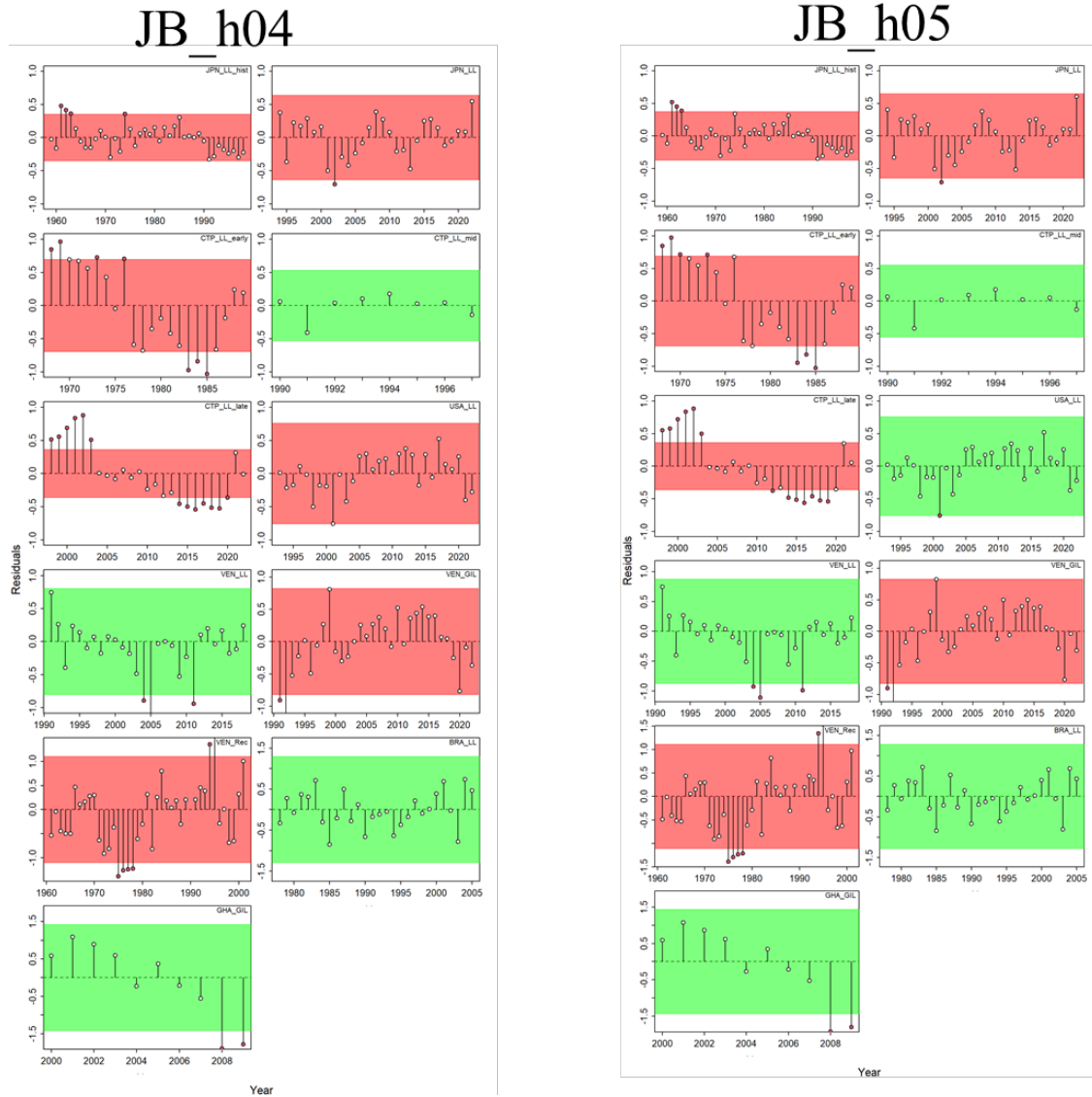
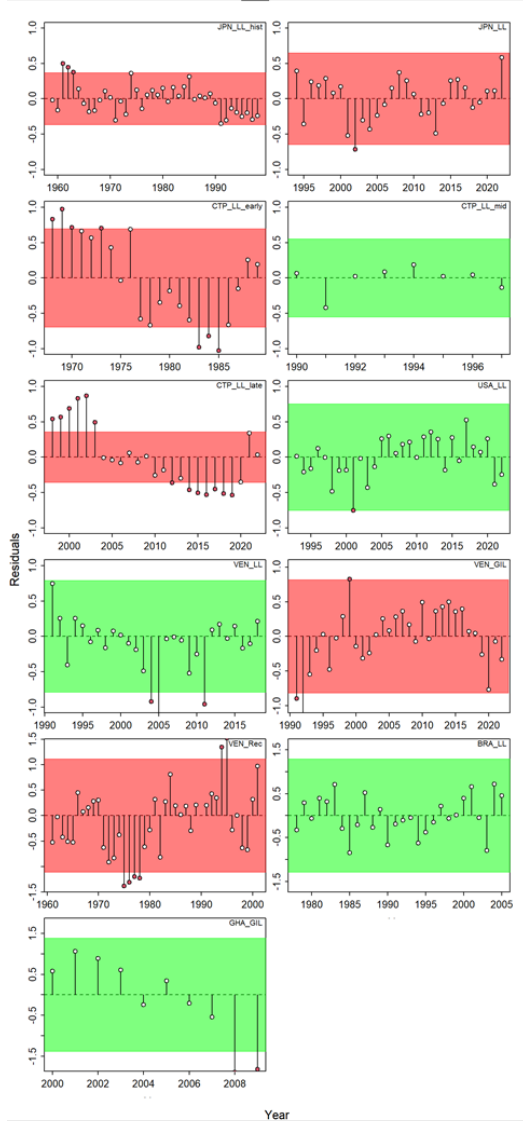


Figure 21. Runs tests to evaluate the randomness of the time series of CPUE residuals by fleet for scenarios with steepness in 0.4 and 0.5. Green panels indicate no evidence of lack of randomness of time-series residuals ($p > 0.05$), while red panels indicate possible autocorrelation. The inner shaded area shows three standard errors from the overall mean, and red circles identify a specific year with residuals greater than this threshold value (3x sigma rule).

JB_h06



JB_h07

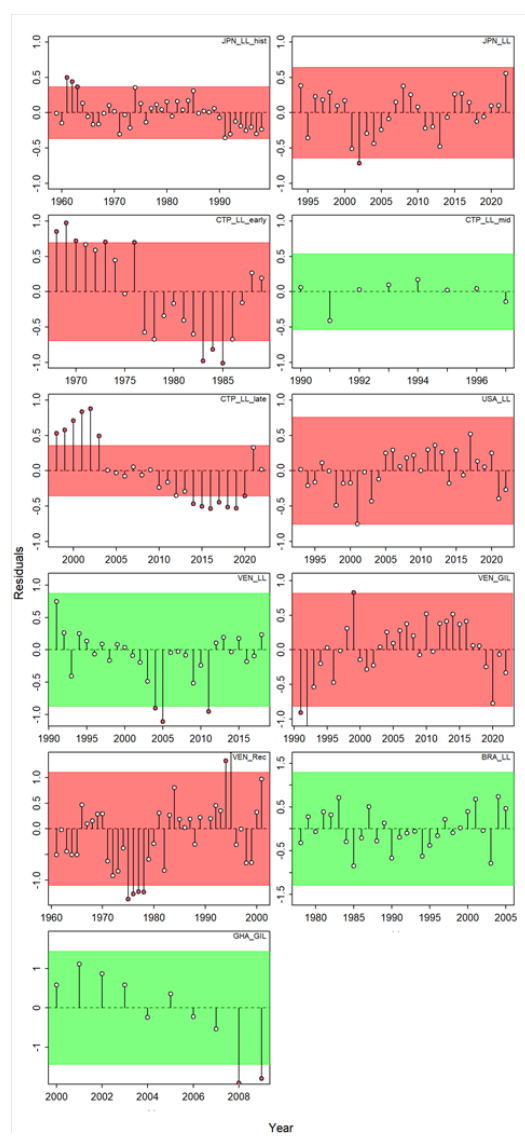


Figure 22. Runs tests to evaluate the randomness of the time series of CPUE residuals by fleet for scenarios with steepness in 0.6 and 0.7. Green panels indicate no evidence of lack of randomness of time-series residuals ($p > 0.05$), while red panels indicate possible autocorrelation. The inner shaded area shows three standard errors from the overall mean, and red circles identify a specific year with residuals greater than this threshold value (3x sigma rule).

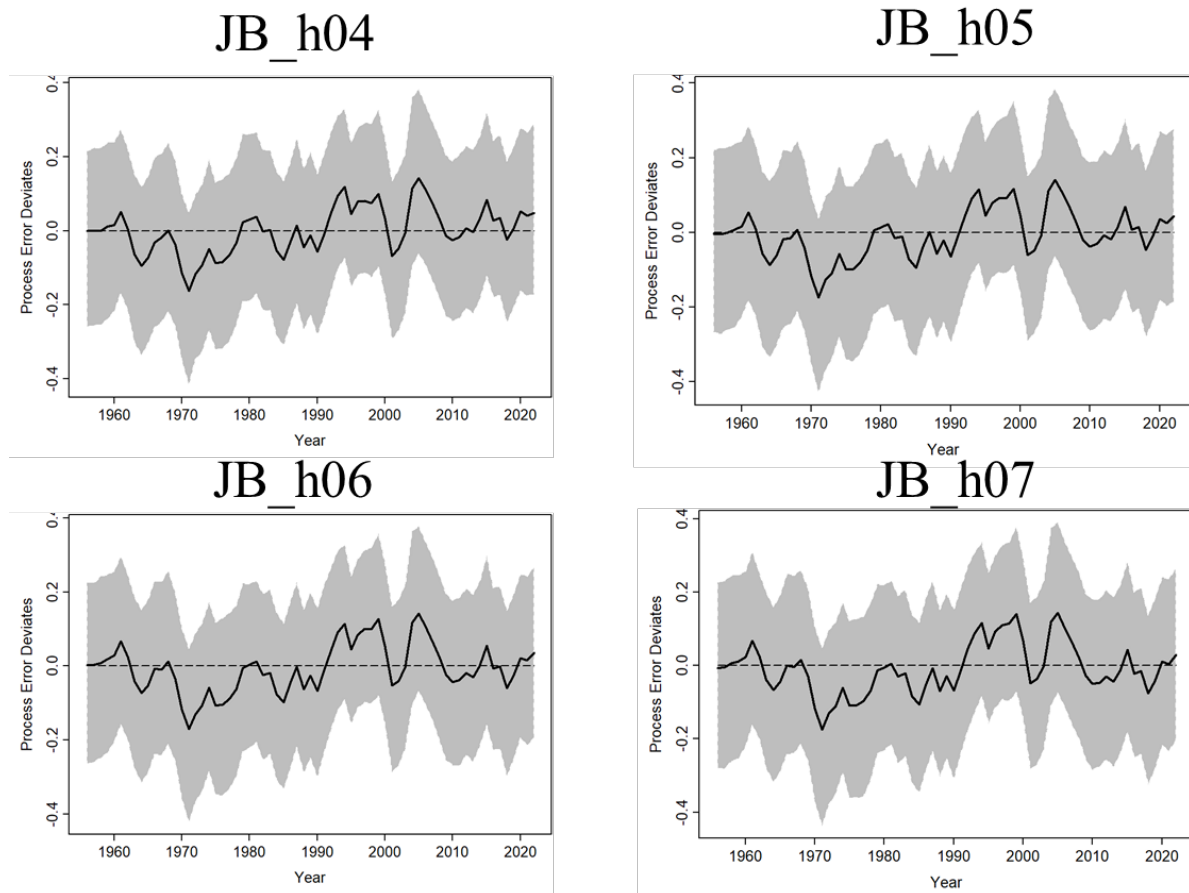


Figure 23. Process error deviates (median: solid line) for the Atlantic blue marlin for each scenario based on the steepness uncertainty grid using the Bayesian state-space surplus production model JABBA. The shaded grey area indicates 95% credibility intervals.

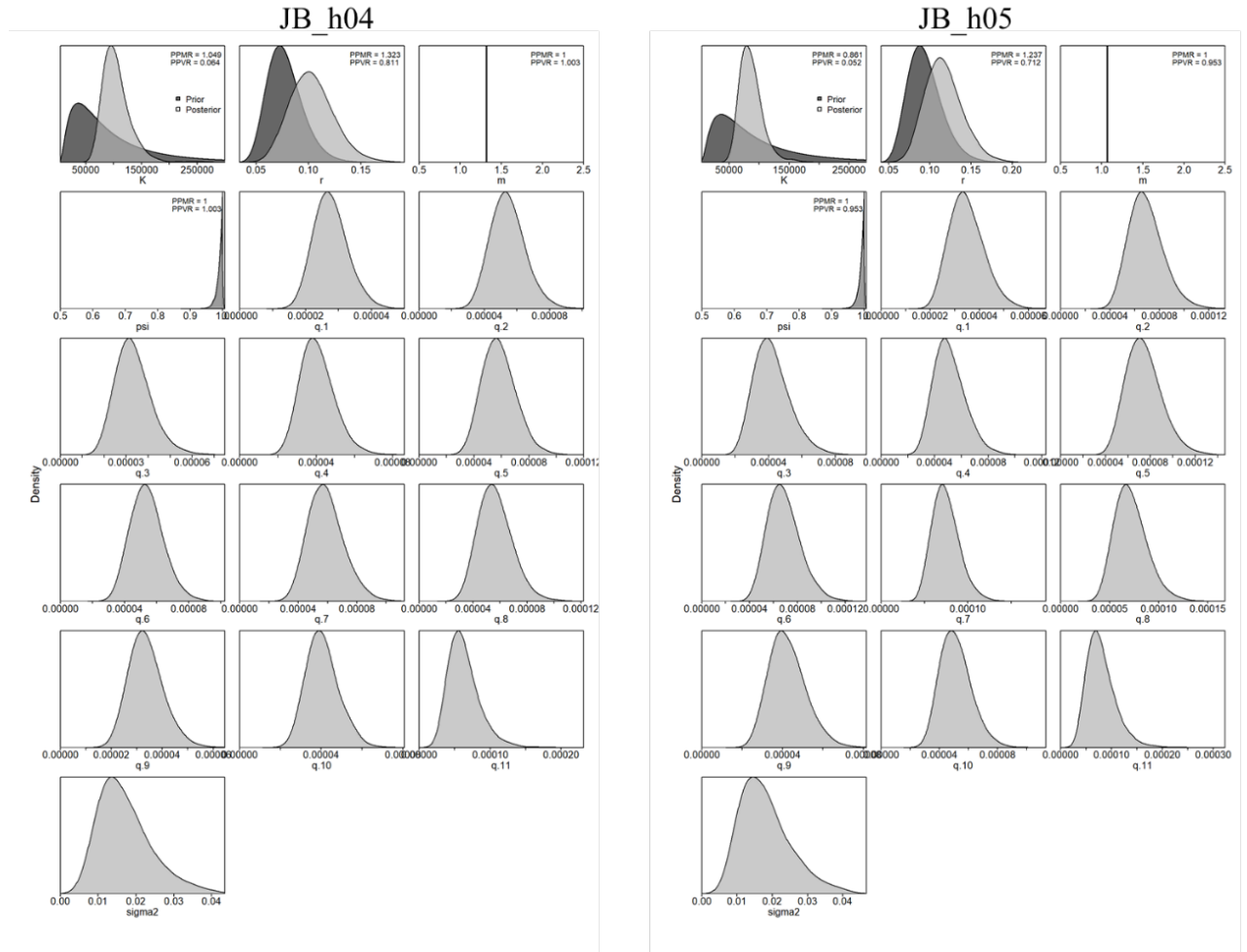


Figure 24. Posterior to prior distributions of various model and management parameters for the Bayesian state-space surplus production model (JABBA) for the Atlantic blue marlin scenarios with steepness in 0.4 and 0.5. PPMR: Posterior to Prior Ratio of Median; PPVRM: Posterior to Prior Ratio of Variances.

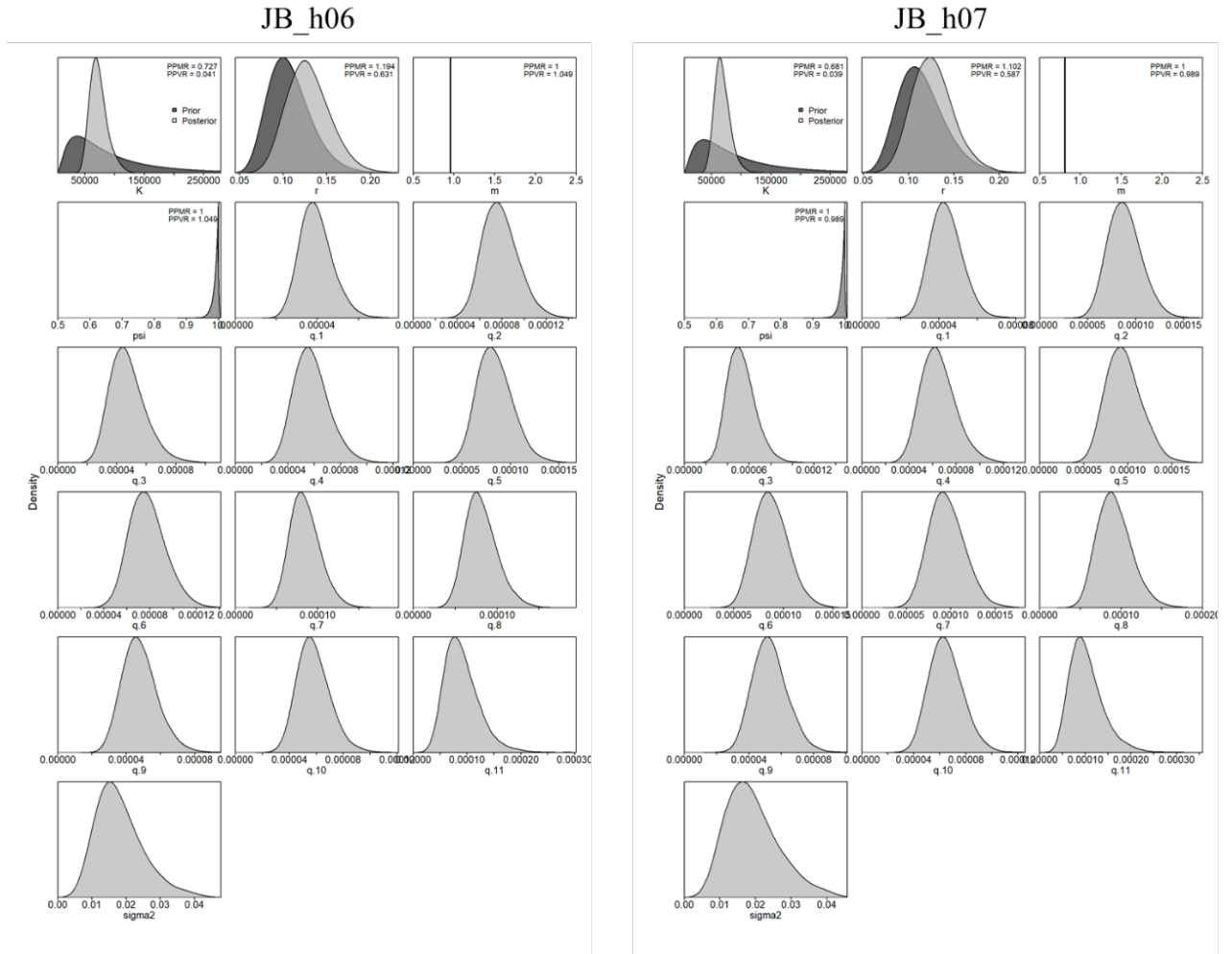


Figure 25. Posterior to prior distributions of various model and management parameters for the Bayesian state-space surplus production model (JABBA) for the Atlantic blue marlin scenarios with steepness in 0.6 and 0.7. PPMR: Posterior to Prior Ratio of Medians; PPVR: Posterior to Prior Ratio of Variances.

JB_h04

JB_h05

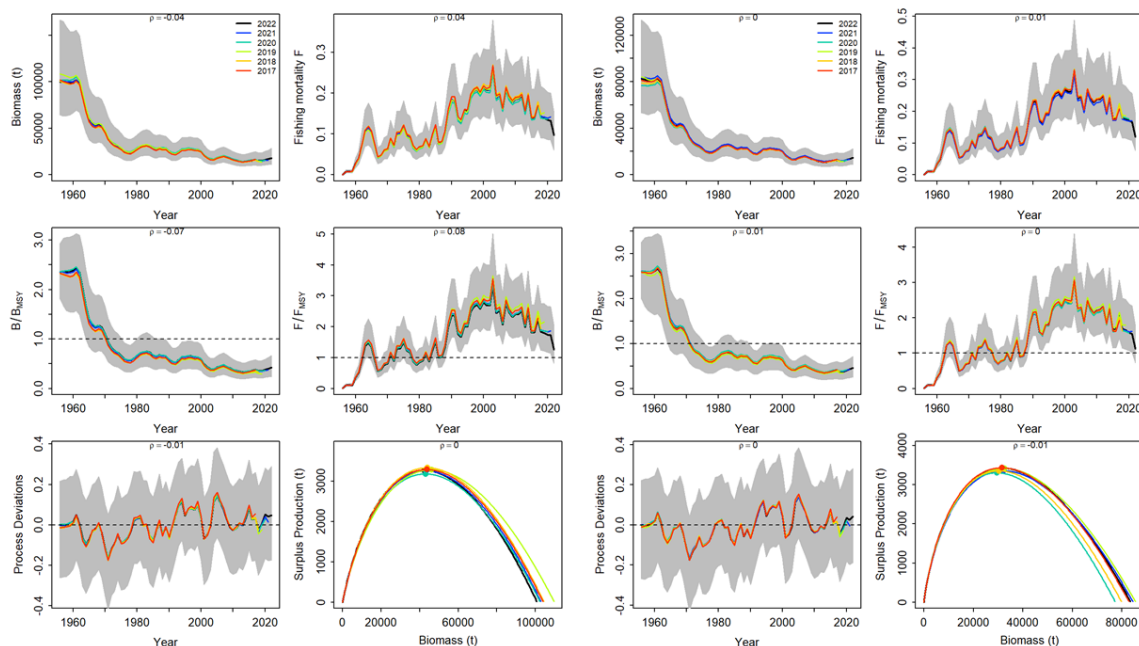


Figure 26. Retrospective analysis performed on the JABBA scenarios with steepness 0.4 and 0.5 for the Atlantic blue marlin by removing one year at a time sequentially (n=5) and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}), fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels), and process error deviations and surplus production curve (bottom panels).

JB_h06

JB_h07

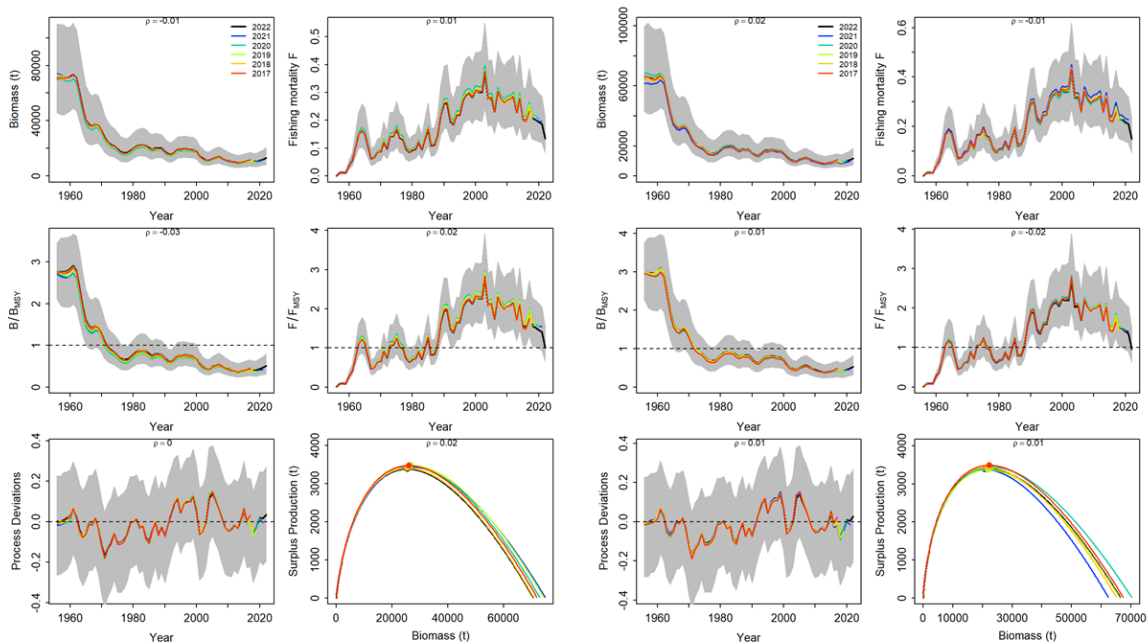


Figure 27. Retrospective analysis performed on the JABBA scenarios with steepness 0.6 and 0.7 for the Atlantic blue marlin by removing one year at a time sequentially (n=5) and predicting the trends in biomass

and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}), fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and process error deviations and surplus production curve (bottom panels).

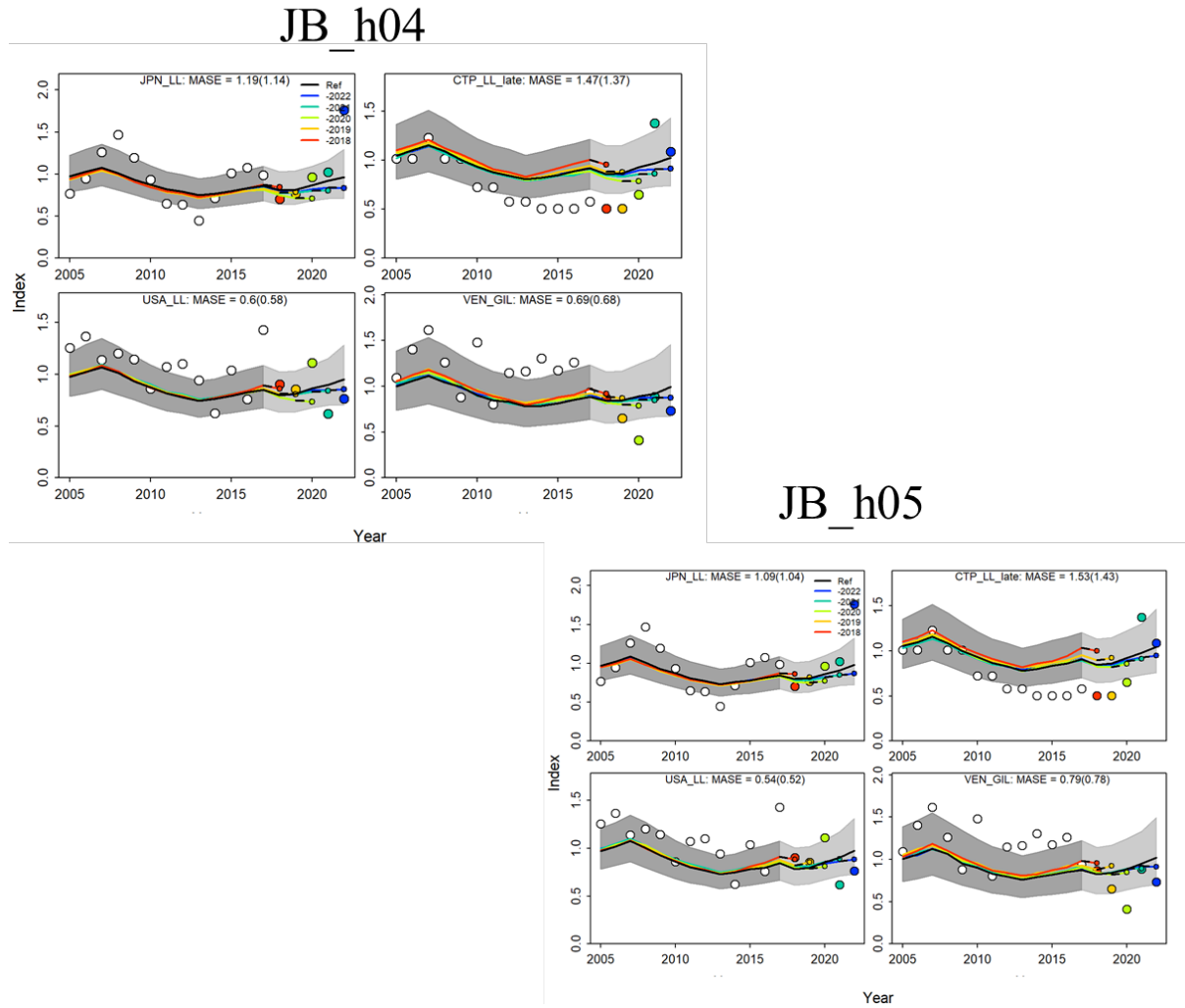


Figure 28. Hindcasting cross-validation results for the JABBA models scenarios with steepness 0.4 and 0.5 for the Atlantic blue marlin, showing one-year-ahead forecasts of CPUE values (2018-2022), performed with five hindcast model runs relative to the expected CPUE. The CPUE observations, used for cross-validation, are highlighted as color-coded solid circles with associated light-grey shaded 95% confidence interval. The model reference year refers to the endpoints of each one-year-ahead forecast and the corresponding observation (i.e., year of peel + 1).

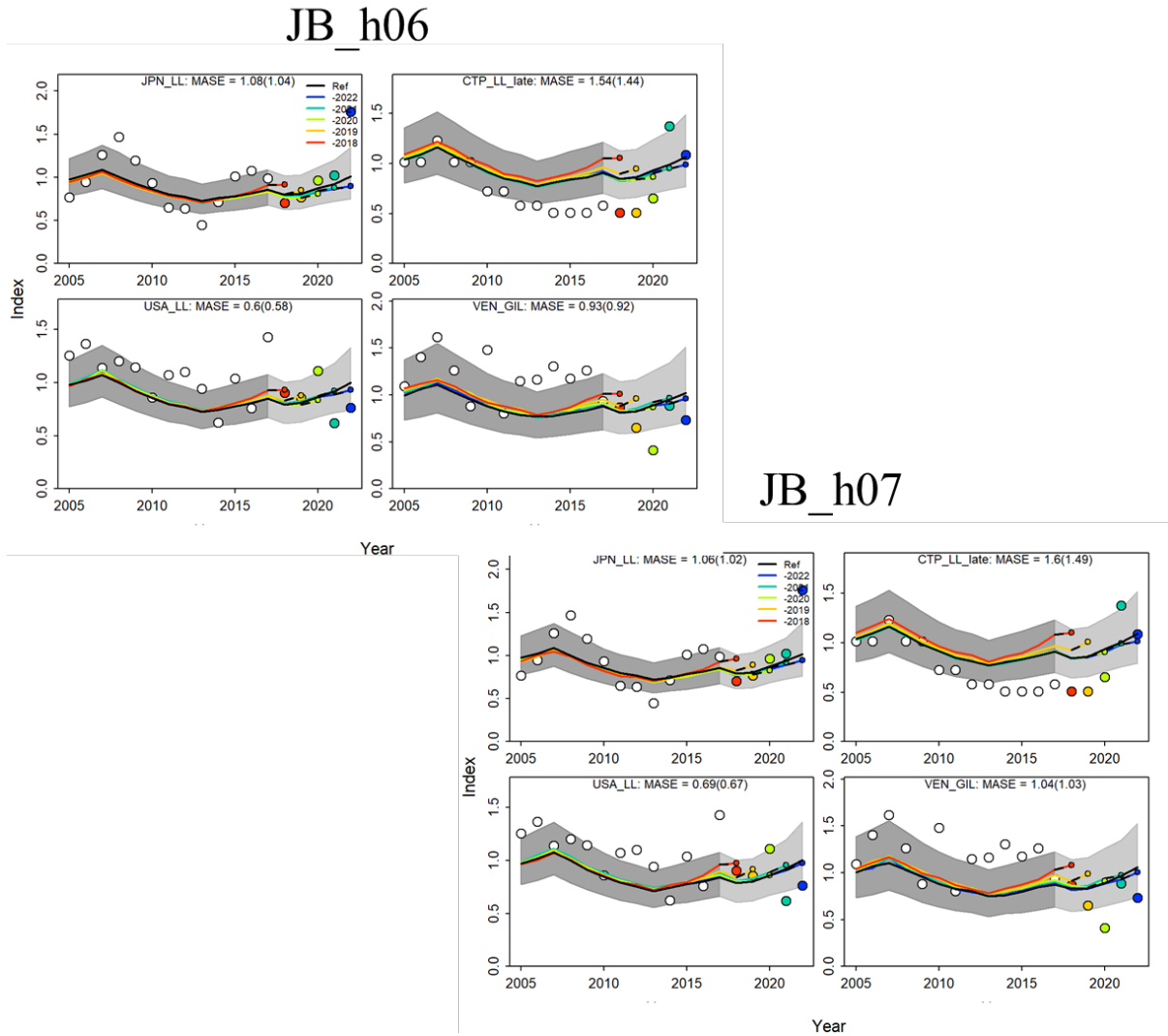


Figure 29. Hindcasting cross-validation results for the JABBA models scenarios with steepness 0.6 and 0.7 for the Atlantic blue marlin, showing one-year-ahead forecasts of CPUE values (2018-2022), performed with five hindcast model runs relative to the expected CPUE. The CPUE observations, used for cross-validation, are highlighted as color-coded solid circles with associated light-grey shaded 95% confidence interval. The model reference year refers to the endpoints of each one-year-ahead forecast and the corresponding observation (i.e., year of peel + 1).

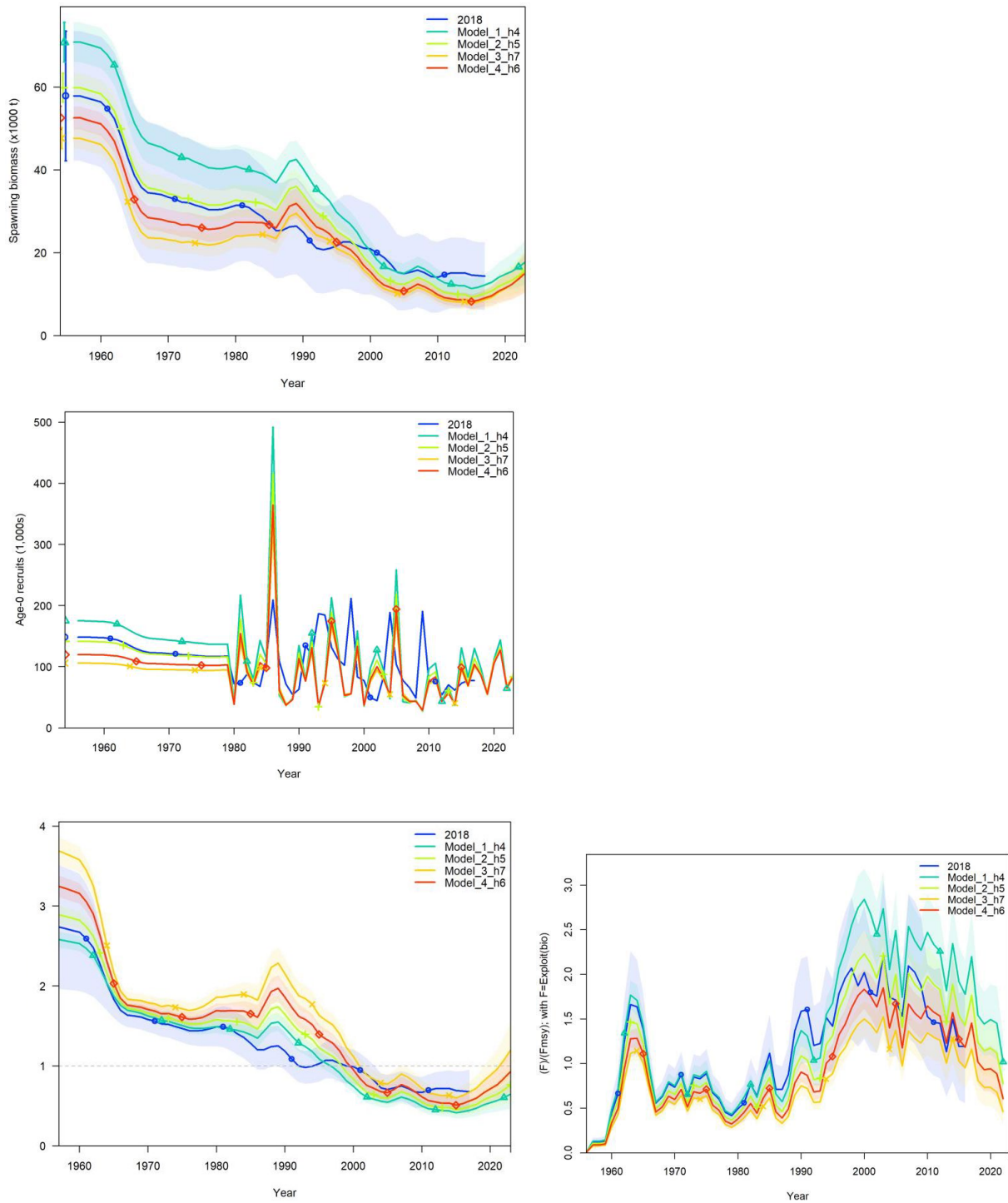


Figure 30. Spawning biomass (t), SSB/SSB_{MSY}, recruits (age 0), and relative fishing mortality (F/F_{MSY}) for the 2024 Atlantic blue marlin final Stock Synthesis grid with steepness $h = 0.4$ (Model_1_h4), 0.5 (Model_2_h5), 0.6 (Model_4_h6), and 0.7 (Model_3_h7).

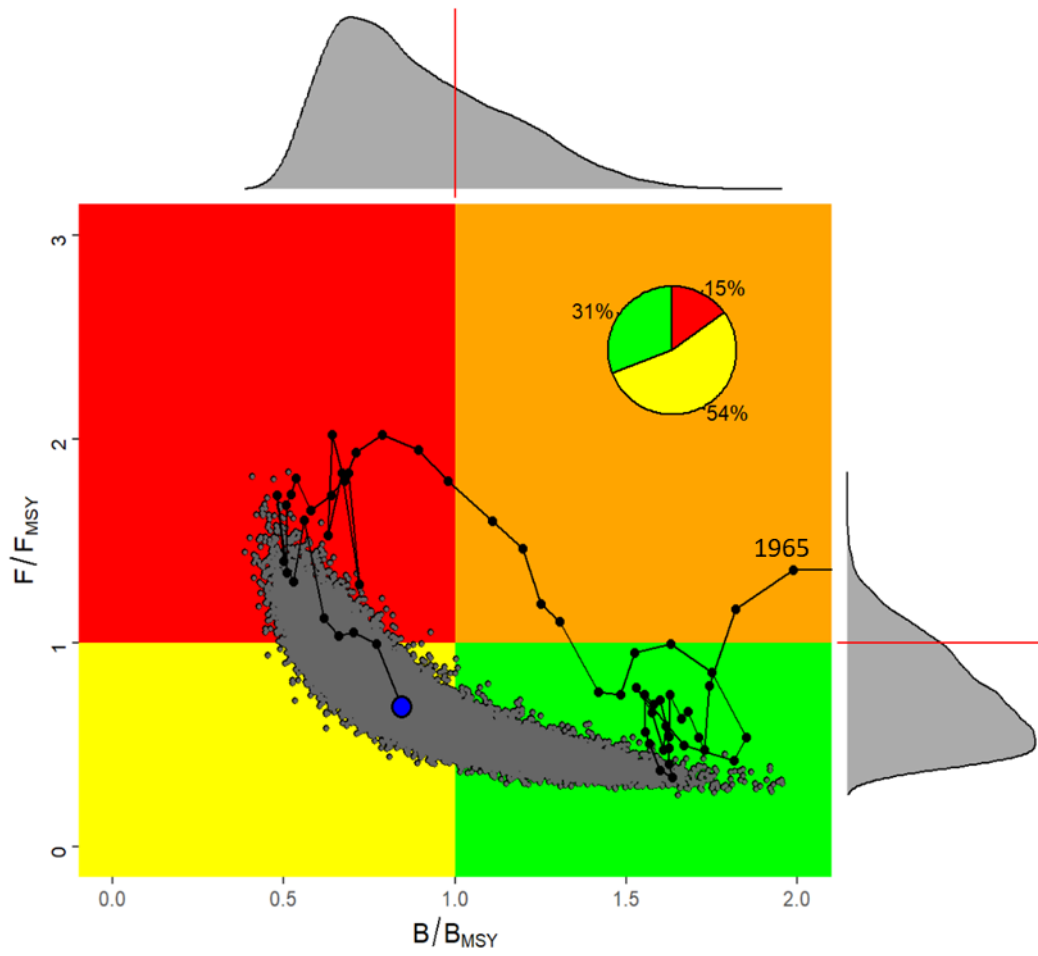


Figure 31. Joint Kobe plot for the 2024 Atlantic blue marlin final Stock Synthesis grid model (steepness $h = 0.4, 0.5, 0.6$, and 0.7). The inserted pie indicates the proportion of stochastic results within each Kobe color quadrant, 15% in the red quadrant, 54% in the yellow quadrant, and 31% in the green quadrant.

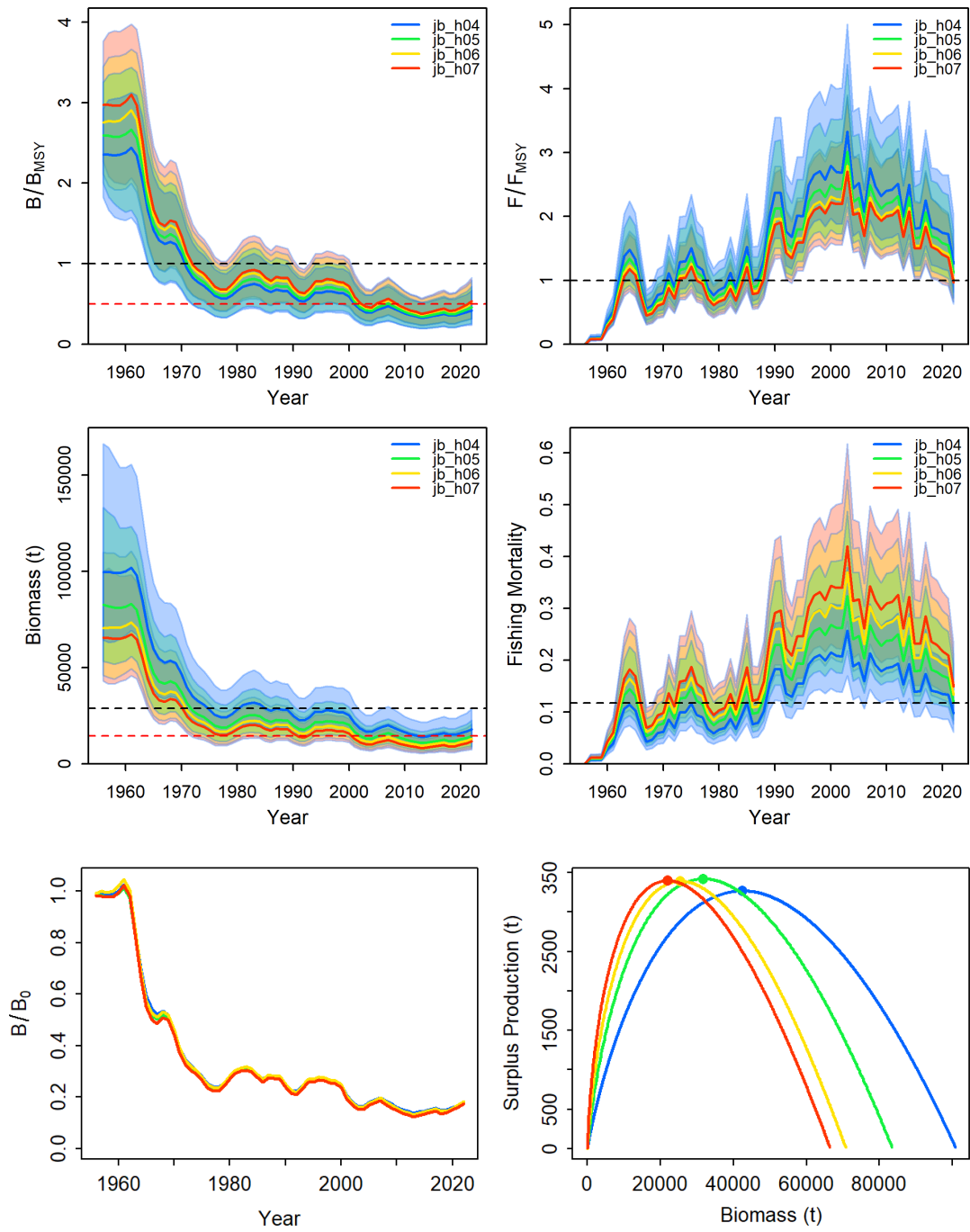


Figure 32. Biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}), fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}), biomass, fishing mortality (upper panels), biomass relative to K (B/B_0) and surplus production curve for the 2024 Atlantic blue marlin final JABBA grid (steepness $h = 0.4, 0.5, 0.6, \text{ and } 0.7$). The dashed red line indicates the 50% B_{MSY} , and the shade areas in color indicate the 95% credibility intervals from the Bayesian SPM.

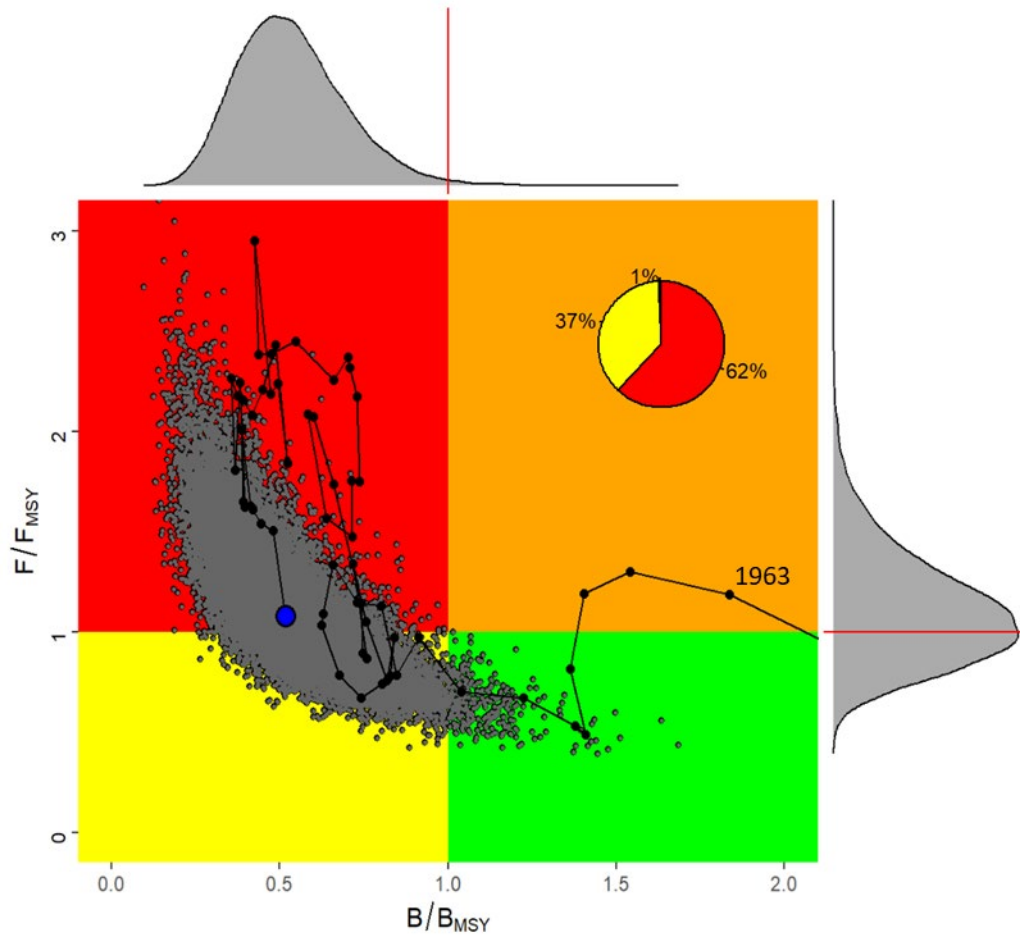


Figure 33. Joint Kobe plot for the 2024 Atlantic blue marlin final JABBA grid models (r priors based on steepness $h = 0.4, 0.5, 0.6$, and 0.7). The inserted pie indicates the proportion of stochastic results within each Kobe color quadrant, 62% in the red quadrant, 37% in the yellow quadrant, and 1% in the green quadrant.

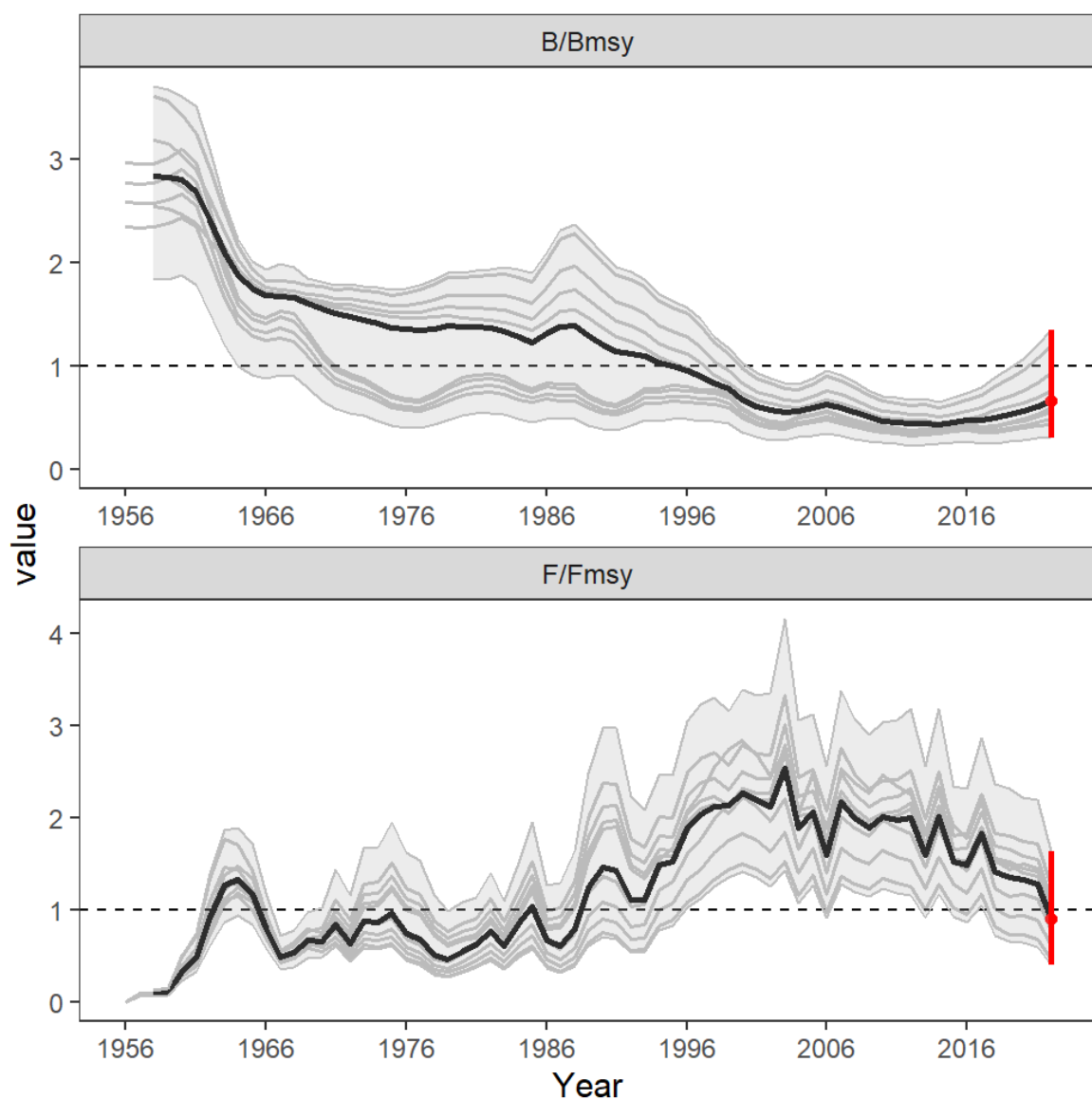


Figure 34. Annual trends of relative biomass (B/B_{MSY}) and fishing mortality (F/F_{MSY}) from the final combined grid model scenarios for Atlantic blue marlin. The dark line indicates the mean of all scenarios, lighter color lines indicate the individual scenario trends, and the shaded area is the overall 95% confidence bounds of the results. The results from the JABBA models started in 1956, while the ones for Stock Synthesis in 1958.

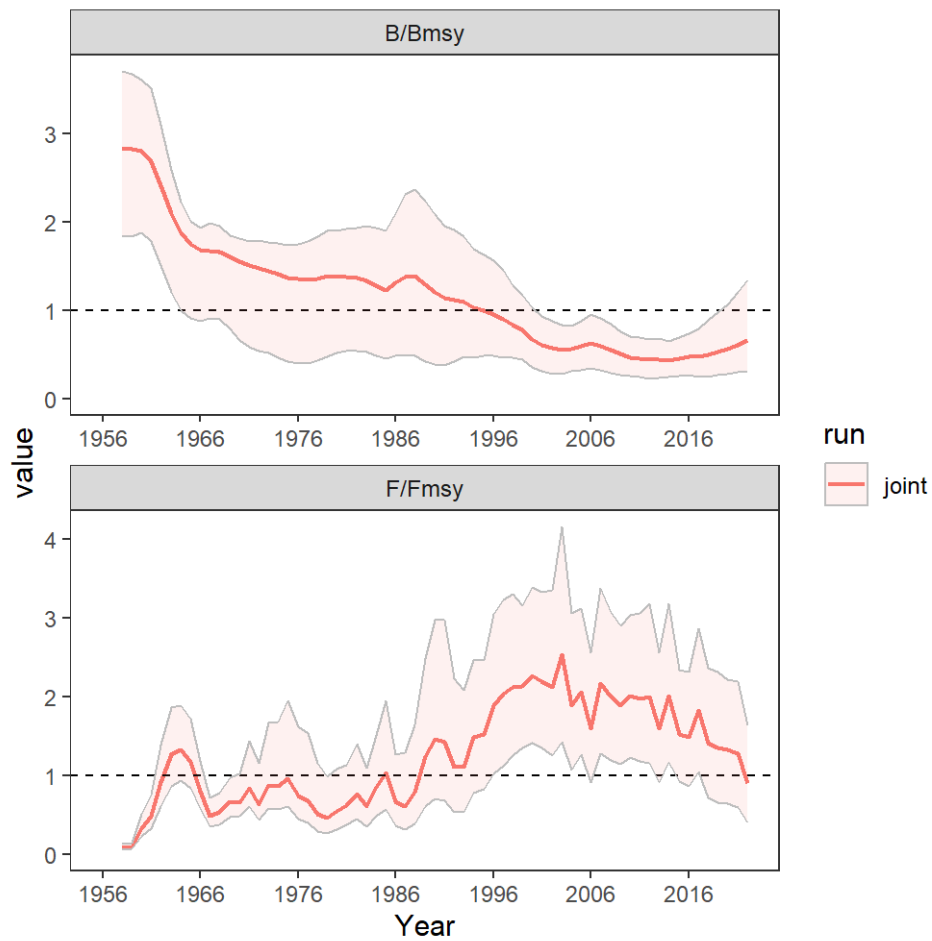


Figure 35. Annual trends of relative biomass (B/B_{MSY}) and fishing mortality (F/F_{MSY}) from the final combined grid model scenarios for Atlantic blue marlin. The dark line indicates the mean of all scenarios, lighter color lines indicate the individual scenarios trends, and the shaded area the overall 95% confidence bounds of the results

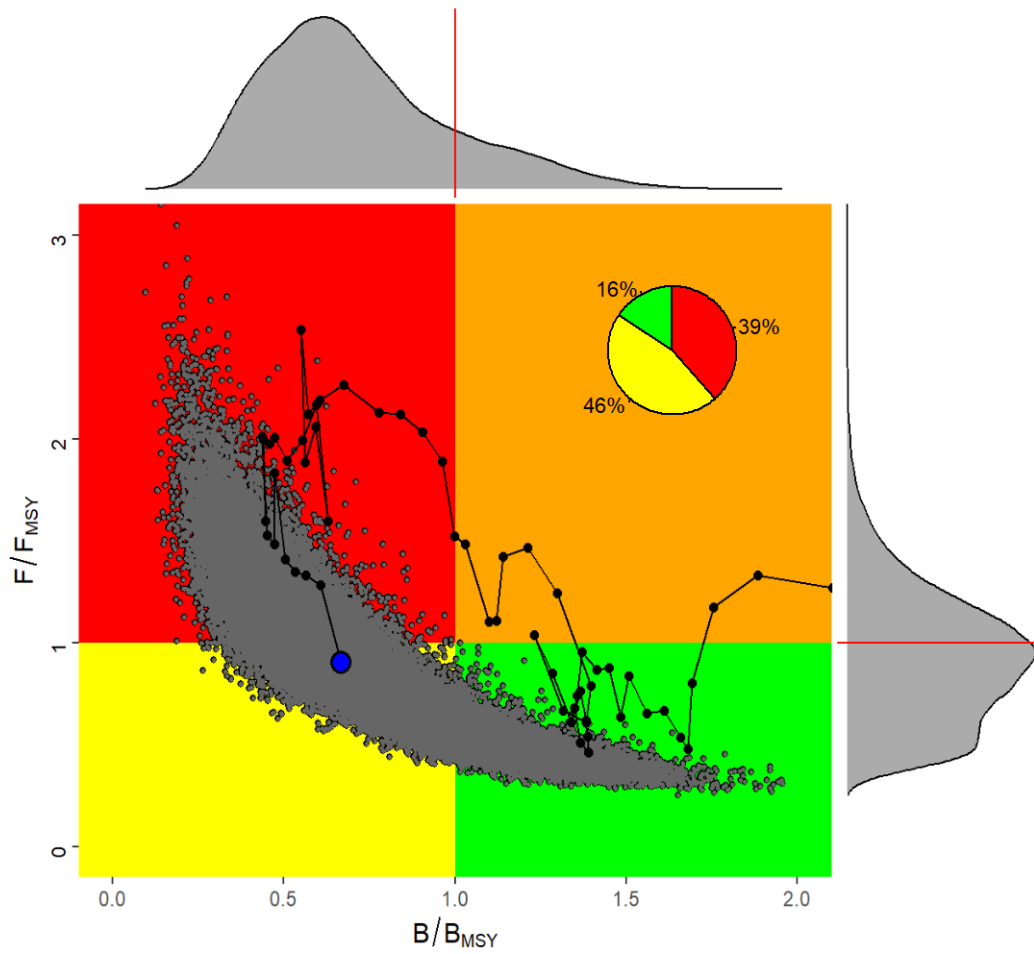


Figure 36. Kobe plot for the 2024 Atlantic blue marlin stock status (as of the end of 2022 fishing year) estimated from the combined grid models. The line indicates the stock status trajectory starting in 1965, the large blue dot indicates the stock status in 2022.

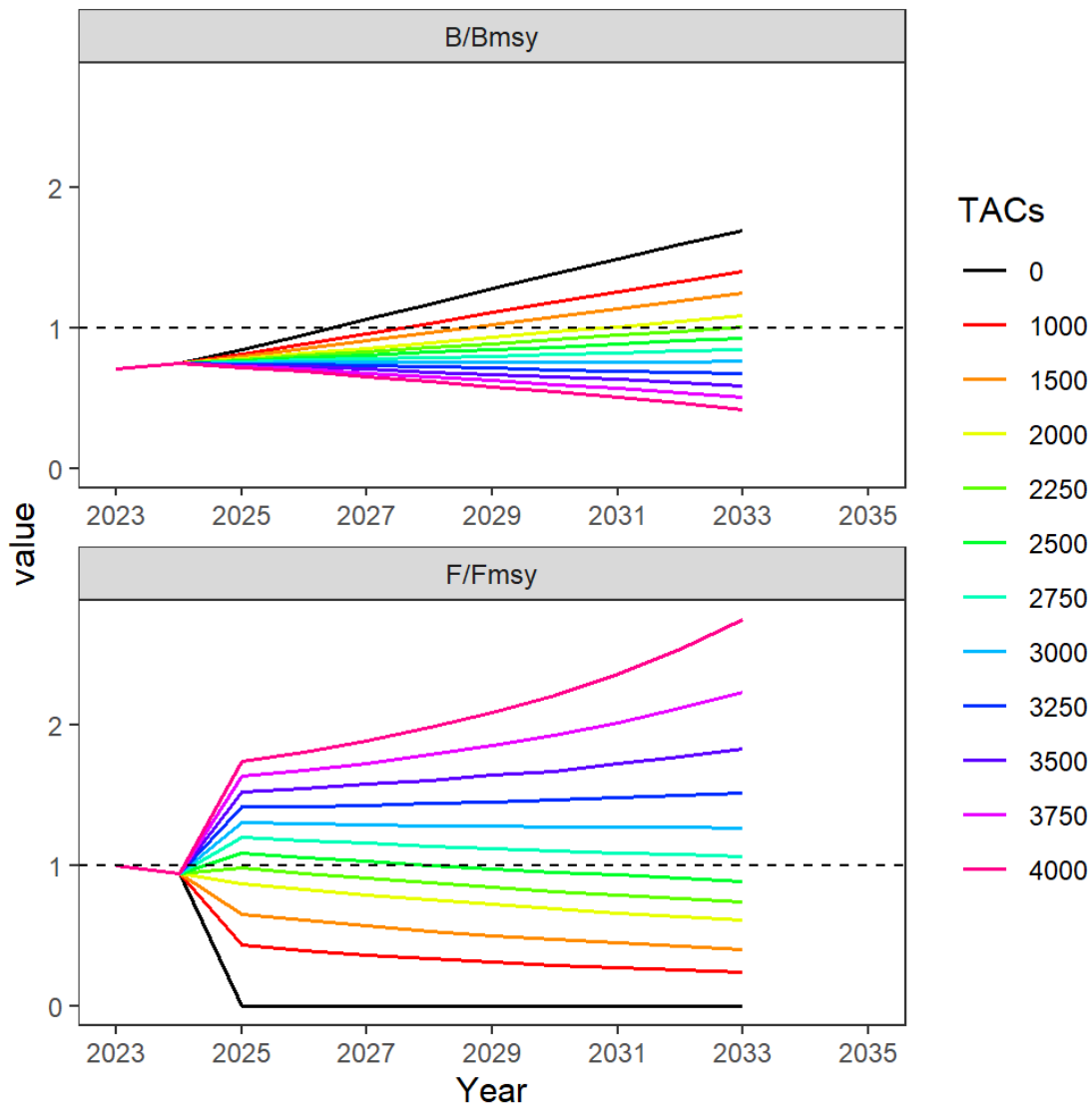


Figure 37. Preliminary projection results. Trends of projected relative stock biomass (upper panel, B/B_{MSY}) and fishing mortality (bottom panel, F/F_{MSY}) for Atlantic blue marlin under different fixed catch scenarios of 0–4,000 t, based upon the projections of both JABBA and Stock Synthesis grids. Each line represents the median of 80,000 iterations of each grid scenario and platform stock projections starting in 2025.

Appendix 1

Agenda Blue Marlin Stock Assessment

3. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements
4. Summary of input data for stock assessment
 - a. Biology
 - b. Catches
 - c. Size
 - d. Indices of abundance
 - e. Fleet structure
5. Methods and Model Settings
 - a. Stock Synthesis
 - b. Surplus Production models
6. Model diagnostics
 - a. Stock Synthesis
 - b. Surplus Production models
7. Model results
 - a. Stock Synthesis
 - b. Surplus Production models
 - c. Synthesis of assessment results
8. Stock projections
9. Responses to the Commission:
 - a. Estimation of live and dead discards
 - b. Fishing mortality estimates by main fleet/gears
10. Recommendations
 - a. Research and statistics
 - b. Management
11. Enhance Billfish Research Program update on ongoing activities and future planning.
 - a. Reproductive biology
 - b. Others
12. Other matters
 - a. Research Funding
 - b. Workplan BIL Group
13. Adoption of the report and closure

Appendix 2

List of participants² *

CONTRACTING PARTIES

BRAZIL

Leite Mourato, Bruno

Profesor Adjunto, Laboratório de Ciências da Pesca - LabPesca Instituto do Mar - IMar, Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, Rua Carvalho de Mendonça, 144, Encruzilhada, 11070-100 Santos, São Paulo
Tel: +55 1196 765 2711, Fax: +55 11 3714 6273, E-Mail: bruno.mourato@unifesp.br; bruno.pesca@gmail.com; mourato.br@gmail.com

Kikuchi Santos, Eidi

Federal University of Rio Grande - Institute of Oceanography, 96201-900 Rio Grande
Tel: +55 53 991 641 561, E-Mail: eidikikuchi@hotmail.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; fji13_shou@yeah.net; 276828719@qq.com; f52e@qq.com

CÔTE D'IVOIRE

Konan, Kouadio Justin

Chercheur Hydrobiologiste, Centre de Recherches Océanologiques (CRO), 29 Rue des Pêcheurs, BP V 18, Abidjan 01
Tel: +225 07 625 271, Fax: +225 21 351155, E-Mail: konankouadjustin@yahoo.fr

EUROPEAN UNION

Báez Barrionuevo, José Carlos

Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Málaga, Puerto Pesquero de Fuengirola s/n, 29640, España
Tel: +34 669 498 227, E-Mail: josecarlos.baez@ieo.csic.es

Fernández Costa, Jose Ramón

Instituto Español de Oceanografía, Ministerio de Ciencia e Innovación - CSIC, Centro Costero de A Coruña, Paseo Marítimo Alcalde Francisco Vázquez, 10 - P.O. Box 130, 15001 A Coruña, España
Tel: +34 981 218 151, Fax: +34 981 229 077, E-Mail: jose.costa@ieo.csic.es

Fernández Llana, Carmen

Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas, C/ Corazón de María, 8, 28002 Madrid, España
Tel: +34 91 342 11 32, E-Mail: carmen.fernandez@ieo.csic.es

Liniers Terry, Gonzalo

Instituto Español de Oceanografía (IEO, CSIC), Calle Corazón de María 8, 28002 Madrid, España
Tel: +34 915 107 540, E-Mail: gonzalo.liniers@ieo.csic.es; g7linierst@gmail.com

GABON/GABÓN

Angueko, Davy

Chargé d'Etudes du Directeur Général des Pêches, Direction Générale des Pêche et de l'Aquaculture, BP 9498, Libreville Estuaire
Tel: +241 6653 4886, E-Mail: davyangueko83@gmail.com; davyangueko@yahoo.fr

GHANA

Kwame Dovlo, Emmanuel

Director, Fisheries Scientific Survey Division, Fisheries Commission, P.O. Box GP 630, Accra, Tema
Tel: +233 243 368 091, E-Mail: emmanuel.dovlo@fishcom.gov.gh

* Head Delegate

¹ Some delegate contact details have not been included following their request for data protection.

Addi, Ebenezer Adinortey

Research Manager, Fisheries Scientific Survey Division, P.O. Box BT 62, Tema

Tel: +233 573 542 608; +233 245 538 962, E-Mail: ebenezer.addi@fishcom.gov.gh; addiebenezer@yahoo.com

Baah Essel, Peter

Assitant Research Manager, Accra, Tema

Tel: +233 501 588 024, E-Mail: Peter.essel@fishcom.gov.gh

Tigyimah, Benedicta

Assistant Fisheries Manager, Fisheries Commission, Post Office Box BT 62, Tema, Accra

Tel: +233 550 035 728, E-Mail: benedicta.tigyimah@fishcom.gov.gh

GUINEA REP.

Kolié, Lansana

Chef de Division Aménagement, Ministère de la Pêche et de l'Economie maritime, 234, Avenue KA 042 - Commune de Kaloum BP: 307, Conakry

Tel: +224 624 901 068, E-Mail: klansana74@gmail.com

Soumah, Mohamed

Centre National des Sciences Halieutiques de Boussoura (CNSHB), 814, Rue MA 500, Corniche Sud Madina, Boussoura, 3738 Conakry

Tel: +224 622 01 70 85, E-Mail: soumahmohamed2009@gmail.com

JAPAN

Kawano, Masataka

Technical Official, Fisheries Agency, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, International Affairs Division, Tokyo Kasumigaseki, Chiyoda-ku 100-8907

Tel: +81 335 028 460, Fax: +81 335 042 649, E-Mail: masataka_kawano320@maff.go.jp

Uozumi, Yuji

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

MEXICO

Ramírez López, Karina

Instituto Mexicano de Pesca y Acuicultura Sustentables (IMIPAS), Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera - Veracruz, Av. Ejército Mexicano No.106 - Colonia Exhacienda, Ylang Ylang, C.P. 94298 Boca de Río, Veracruz

Tel: +52 5538719500, Ext. 55756, E-Mail: karina.ramirez@imipas.gob.mx; kramirez_inp@yahoo.com

PANAMA

Molina, Laura

Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá - ARAP, Dirección General de Investigación y Desarrollo, Edificio Riviera, Ave. Justo Arosemena, Calle 45 Bella Vista, 0819-05850

Tel: +507 511 6036, E-Mail: lmolina@arap.gob.pa

SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE

Da Conceição, Ilair

Director das Pescas, Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, Bairro 3 de Fevereiro - PB 59, Sao Tomé

Tel: +239 990 9315, Fax: +239 12 22 414, E-Mail: ilair1984@gmail.com

SENEGAL

Ba, Kamarel

Docteur en Sciences halieutiques et modélisation, Ministère de l'Agriculture et de l'Equipment Rural, Institut Senegalais de Recherches Agricoles (ISRA), Centre de Recherches Oceanographiques de Dakar Thiaroye (CRODT), Pôle de Recherches de Hann, Route du Front de Terre, 2241 Dakar

Tel: +221 76 164 8128; +221 766 055 999, Fax: +221 338 328 262, E-Mail: bakamarel@gmail.com;

kamarel2@hotmail.com

Sow, Fambaye Ngom

Chercheur Biologiste des Pêches, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye, CRODT/ISRA, LNERV -
Route du Front de Terre - BP 2241, Dakar
Tel: +221 3 0108 1104; +221 77 502 67 79, Fax: +221 33 832 8262, E-Mail: ngomfambaye2015@gmail.com;
famngom@yahoo.com

UNITED STATES

Cass-Calay, Shannon

Director, Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center, NOAA, National Marine Fisheries Service,
75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149
Tel: +1 305 361 4231, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: shannon.calay@noaa.gov

Díaz, Guillermo

NOAA-Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149
Tel: +1 305 361 4227; +1 305 898 4035, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

Die, David

Research Associate Professor, Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies, University of Miami, 4600
Rickenbacker Causeway, Miami, Florida 33149
Tel: +1 305 421 4607, E-Mail: ddie@earth.miami.edu; dddejean@kutaii.com; ddie@rsmas.miami.edu

Fernández, Michelle

4600 Rickenbacker Causeway, Key Biscayne, FL 33149
Tel: +1 305 582 9112, E-Mail: maf45257@miami.edu

Schirripa, Michael

Research Fisheries Biologist, NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami,
Florida 33149
Tel: +1 305 445 3130; +1 786 400 0649, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: michael.schirripa@noaa.gov

Zhang, Xinsheng

NOAA/NMFS/SEFSC, 3500 Delwood Beach Rd., Florida 32408
Tel: +1 850 234 6541 ext. 264, Fax: +1 850 235 3559, E-Mail: Xinsheng.Zhang@noaa.gov;
Xinsheng.Zhang0115@gmail.com

URUGUAY

Domingo, Andrés *

Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - DINARA, Laboratorio de Recursos Pelágicos, Constituyente 1497, 11200
Montevideo
Tel: +5982 400 46 89, Fax: +5982 401 32 16, E-Mail: dimanchester@gmail.com

VENEZUELA

Narváez Ruiz, Mariela del Valle

Lab. 34, Edif. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Departamento de Biología Pesquera, Av.
Universidad, Cerro Colorado, DBP-31 Laboratory, 6101 Cumaná Estado Sucre
Tel: +58 412 085 1602, E-Mail: mnarvaezruiz@gmail.com

Arocha, Freddy

Asesor Científico, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, A.P. 204, 6101 Cumaná Estado Sucre
Tel: +58 424 823 1698; +58 412 692 8089, E-Mail: farochap@gmail.com

Rodríguez Rosales, Arvin Alejandro

Analista de Multilaterales de la Oficina de Integración y Asuntos Internacionales, Ministerio del Poder Popular de
Pesca y Acuicultura, Parque Central. Piso 17, 1040 Caracas
Tel: +58 424 175 6221, E-Mail: arvinalejandr@gmail.com; oai.minpesca@gmail.com

Vásquez, Ruth

Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura Torre Este. Piso 17. Oficina de Integración y Asuntos
Internacionales, Oficina de Integración y Asuntos Internacionales, Torre Este. Piso 17. Parque Central. Caracas
E-Mail: conocimientocenipa@gmail.com

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

CHINESE TAIPEI

Su, Nan-Jay

Associate Professor, Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University,
No. 2 Beining Rd., Zhongzheng Dist., 202301 Keelung City

Tel: +886 2 2462 2192 #5046, Fax: +886-2-24622192, E-Mail: nanjay@ntou.edu.tw

COSTA RICA

Pacheco Chaves, Bernald

Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, INCOPECA, Departamento de Investigación, Cantón de Montes de Oro,
Puntarenas, 333-5400

Tel: +506 899 22693, E-Mail: bpacheco@incopesca.go.cr

OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

FISHERY IMPROVEMENT PLAN - FIP

Martinez de Lagos Guevara, Estíbaliz

FIP, Gran vía 45, 2º, 36204 Vigo, Pontevedra, España

Tel: +34 604 077 868, E-Mail: emartinez@datafishts.com

Oihenarte Zubiaga, Aintzina

FIP, Bizkaiko Jaurerria, 2 1ºizq, 48370 Bermeo, Bizkaia, España

Tel: +34 944 000 660, E-Mail: aoihenarte@datafishts.com

OTHER PARTICIPANTS

SCRS CHAIRMAN

Brown, Craig A.

SCRS Chairman, Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center, NOAA, National Marine Fisheries
Service, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149, United States

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

EXTERNAL EXPERT

Palma, Carlos

ICCAT Secretariat, C/ Corazón de María, 8 - 6 Planta, 28002 Madrid, España

Tel: + 34 91 416 5600, Fax: +34 91 415 2612, E-Mail: carlos.palma@iccat.int

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

Kimoto, Ai

Taylor, Nathan

Mayor, Carlos

Fiorellato, Fabio

De Andrés, Marisa

García, Jesús

ICCAT INTERPRETERS

Baena Jiménez, Eva J.

Calmels, Ellie

Godfrey, Claire

Liberas, Christine

Linaae, Cristina

Pinzon, Aurélie

Appendix 3

List of papers provided during the meeting

Doc. Ref.	Title	Authors
SCRS/2024/106	Assessment of Atlantic blue marlin (<i>Makaira nigricans</i>) using JABBA model (1956-2022)	Mourato B., Kikuchi E., Sant'Ana R., Cardoso L.G., Ngom F.; Narvaez Ruiz M., Arocha F., Kimoto A., and Ortiz M.
SCRS/2024/107	Current status of the blue marlin (<i>Makaira nigricans</i>) stock in the Atlantic Ocean 2024: Pre-decisional stock assessment model.	Schirripa M.
SCRS/2024/108	Summary report of the informal intersessional online meeting modeling team BUM stock assessment 2024.	Anon

Appendix 4

SCRS documents and presentations abstracts as provided by the authors

SCRS/2024/106 - We applied the JABBA model for the Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*) with the best available data through 2022. Preliminary JABBA stock assessment results suggest reasonably robust fits to the data as judged by the presented model diagnostic results. The resulting stock status for 2022 was generally consistent and predicted with high probabilities that current fishing levels are generating overfishing ($F_{2022} > F_{MSY}$), whereas biomass is below the sustainable levels that can produce MSY ($B_{2022} < B_{MSY}$). As such, our models conclusively estimate that stock is overfished and subject to overfishing, with probability of 69.4% for the red quadrant of Kobe.

SCRS/2024/107 - This document describes the pre-decisional base case model configured to estimate the status of the blue marlin (*Makaira nigricans*) stock for the June 2024 stock assessment meeting. The model configuration is based on the 2018 model used to provide management advice. Uncertainties specifically accounted for were growth, stock-recruitment steepness, natural mortality and conflicting CPUE trends. Uncertainties not accounted for where, inter alia, seasonal and/or aerial differences in life history traits and illegal, unreported and unregulated (IUU) landings. Several assumptions were investigated via different model configurations, namely four steepness values (0.40, 0.50, 0.70 and model estimated) and two natural mortality values (0.148 and model estimated for females).

SCRS/2024/108 - The modeling team for the 2024 Atlantic blue marlin stock assessment met intersessionally on May 9, 2024, to present progress on the assessment models following the recommendations and workplan agreed upon by the Billfish Species Group at the data preparatory meeting. A review of the growth information provided by the two sources of size at age observations otoliths versus spines suggested different growth model patterns, particularly for females. The group recommended that further exploration and validation of spine-derived age estimates were needed before integrating both age-at-size data into the assessment models. Hence it was recommended to use only otolith data for the 2024 assessment models.