

**RAPPORT DE LA RÉUNION ICCAT D'ÉVALUATION
DU STOCK D'ESPADON DE LA MÉDITERRANÉE DE 2020**
(en ligne, 25 mai- 2 juin 2020)

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

La réunion s'est tenue en ligne en raison de l'épidémie de coronavirus (COVID-19) qui touchait particulièrement Madrid et a obligé le Secrétariat de l'ICCAT à fermer. Par conséquent, il a été décidé d'organiser une réunion en ligne du 25 mai au 2 juin 2020. Le Dr George Tserpes (UE-Grèce), coordinateur du Groupe d'espèces sur l'espadon (« le Groupe ») et président de la réunion, a ouvert la réunion et souhaité la bienvenue aux participants. Le Dr Miguel Neves dos Santos (Secrétaire exécutif adjoint de l'ICCAT) a souhaité la bienvenue aux participants et les a remerciés pour les efforts déployés pour assister à la réunion à distance. Il a également remercié le Dr Henning Winkle d'assister à la réunion en tant qu'expert invité et de partager son expertise avec le Groupe.

Le Secrétariat a fourni des informations sur l'utilisation de la plate-forme en ligne pour la réunion (Microsoft TEAMS). Le Président a procédé à l'examen de l'ordre du jour qui a été adopté avec plusieurs modifications (**appendice 1**).

La liste des participants se trouve à l'**appendice 2**. La liste des documents et des présentations de la réunion est jointe à l'**appendice 3**. Les résumés de tous les documents et présentations SCRS fournis à la réunion sont joints à l'**appendice 4**. Les personnes suivantes ont assumé les fonctions de rapporteur :

<i>Points</i>	<i>Rapporteur</i>
Points 1, 9	M. Neves dos Santos
Point 2.1, 2.2, 2.3	C. Palma, A. Kouadri-Krim
Point 2.4	D. Macias
Point 2.5, 2.6	F. Garibaldi, A. Di Natale
Point 4	A. Kimoto, J. Urbina, M. Ortiz
Point 5	G. Tserpes, D. Mantopoulou, B. Mourato, H. Winker, J. Ortiz de Urbina, A. Kimoto, M. Ortiz
Point 6	G. Tserpes, D. Mantopoulou, B. Mourato, H. Winker, M. Ortiz, A. Kimoto
Point 7	G. Tserpes, R. Coelho
Point 8	G. Tserpes, M. Neves dos Santos

2. Résumé des données disponibles soumises conformément aux délais de la réunion intersessions du Groupe d'espèces sur l'espadon

La grande majorité des statistiques et des informations biologiques sur la pêche à l'espadon en Méditerranée (SWO-M) utilisées dans l'évaluation actuelle des stocks a été révisée et mise à jour lors de la réunion intersessions du Groupe d'espèces sur l'espadon de l'ICCAT de 2020 (Anon, 2020, sous presse). Au cours de la réunion, un calendrier a été établi pour réviser et mettre à jour quelques jeux de données en suspens prévoyant les estimations des matrices de prise par taille (CAS) et de prise par âge (CAA). Dans l'ensemble, toutes les échéances ont été correctement respectées.

Dans cette section, plusieurs documents ont été présentés sur les statistiques de pêche (SCRS/2020/028, SCRS/2020/076) et les informations biologiques (SCRS/2020/043, SCRS/2020/058 et SCRS/2020/074).

2.1 Prises

Depuis 2008, suite à l'interdiction des filets maillants en Méditerranée, plus de 95 % de la prise totale de SWO-M est associée à la pêche à la palangre (LL). Huit CPC (par ordre décroissant d'importance : UE-Italie, UE-Espagne, UE-Grèce, Maroc, Tunisie, Algérie, UE-Malte et Turquie) représentent la majorité de ces captures. Cette information, disponible dans la tâche 1 officielle de l'ICCAT des prises nominales (T1NC), ne contient pas (à l'exception de UE-Grèce et UE-Espagne de certaines années) les rejets morts de la composante des séries de captures de spécimens sous-tailles. Le Secrétariat a rappelé que les estimations des rejets morts et vivants sont des données obligatoires à déclarer dans le cadre de la T1NC.

Le document SCRS/2020/028 présentait des estimations préliminaires des rejets morts de poissons sous-taille capturés à la palangre (LL), obtenues en utilisant les fréquences de taille de la tâche 2 (T2SZ) de trois flottilles (UE-Espagne, UE-Grèce, UE-Malte) qui ont déclaré, dans le cadre de leurs jeux de données T2SZ, des poissons dont la taille est inférieure à la taille minimale des débarquements (90 cm en 2014 et mise à jour à 100 cm en 2017) fixée par la réglementation de l'ICCAT. Pour ces trois flottilles, aucune estimation des rejets morts n'a été faite, dès lors qu'il a été postulé (le Secrétariat devrait demander à chaque CPC concernée une confirmation de cette situation) que les rejets de poissons n'ayant pas la taille requise étaient inclus dans les prises déclarées de T1NC. L'estimation des rejets morts a été faite pour les 5 flottilles palangrières restantes (UE-Italie, Maroc, Tunisie, Algérie et Turquie) qui n'ont pas déclaré de poissons de moins de 100 cm dans T2SZ depuis 2010. L'estimation des rejets morts obtenue représente globalement environ 12 à 14 % du total des captures réalisées à la palangre entre 2008 et 2017 et est passée à 24 % en 2017-2018, lorsque la taille minimale actuelle a été mise en œuvre.

Le Groupe a discuté de ces estimations préliminaires et a noté que les captures d'espadons n'ayant pas la taille requise dépendent de la saison de pêche et de la sélectivité des engins, caractéristiques qui devraient être prises en compte pour améliorer à l'avenir les estimations des rejets morts. Il a également été noté que, depuis 1999, certaines CPC sont passées de la palangre de surface traditionnelle (LI-surf) ciblant l'espadon à la palangre dite « américaine » (LLAM) et à la palangre méso-pélagique (LLMESO). Le Groupe a recommandé à plusieurs reprises aux CPC de l'ICCAT de réviser les statistiques déclarées (tâches 1 et 2) en tenant compte de la discrimination des types d'engins LL au fil du temps. Aucun progrès majeur n'a été réalisé dans ce domaine au cours des deux dernières années.

Les observations effectuées au cours des dix dernières années (2010-2019) en mer de Ligurie par les observateurs embarqués à bord de palangriers italiens utilisant les deux engins différents, la palangre mésopélagique (LLMESO) et la palangre « américaine » (LLAM), démontrent que les captures de poissons sous-taille sont strictement liées au type d'engin, à la sélectivité et au caractère saisonnier. La LLMESO est principalement utilisée de fin mai à début octobre avec un taux de rejet d'environ 6,3% en nombre et 1,6% en poids, et même si elle est utilisée en automne, les captures de poissons sous-taille sont extrêmement faibles. La LLAM est principalement utilisée au cours du dernier trimestre de l'année. En combinant les effets dus au déploiement en surface, à l'utilisation d'appâts légers et à la saison, lorsque les jeunes espadons sont pleinement recrutés par l'engin, les captures rejetées sont plus élevées, atteignant 41,0 % en nombre et 17,2 % en poids du total des captures d'espadons.

Finalement, le Groupe a adopté les estimations préliminaires des rejets morts présentées dans le document SCRS/2020/028, pour inclusion en tant que « meilleures estimations du SCRS » dans la base de données T1NC. Toutefois, le Groupe a noté que ces estimations devraient être considérées comme provisoires et être correctement remplacées à l'avenir par les estimations des CPC.

Le Groupe a noté à nouveau que les informations des programmes d'observateurs nationaux ne sont pas disponibles pour la plupart des CPC. Le Groupe considère que ces informations (depuis 2019, officiellement connues sous le nom de « programmes d'observateurs internes » des CPC de l'ICCAT, données à déclarer obligatoirement dans le formulaire ST09) sont cruciales pour améliorer les estimations des prises sous-taille et des rejets morts/vivants d'espadon. Toutefois, l'état actuel des données liées au ST09 actuellement compilées par le Secrétariat (structures très incomplètes et hétérogènes, et actuellement en cours de révision complète) ne permet pas d'utiliser ces données dans le contexte ci-dessus. Les détails de la feuille de route établie pour réviser entièrement et utiliser cet important jeu de données sont décrits dans le rapport de la réunion intersessions du Groupe d'espèces sur l'espadon de l'ICCAT de 2020 (Anon, 2020, sous presse).

Les prises totales de T1NC (débarquements et rejets morts), présentées dans le **tableau 1** (la composante des rejets morts incluse dans T1NC est illustrée dans la **figure 1**), sont considérées comme les meilleures estimations scientifiques des prises totales de SWO-M à utiliser dans l'évaluation actuelle du stock.

2.2 Compositions des tailles

Les données de taille (T2SZ) disponibles sont principalement déclarées par les CPC, mais comprennent également des données provenant des programmes d'observateurs spéciaux de l'ICCAT, des initiatives d'échantillonnage des CPC et des projets de récupération des données financés par l'ICCAT. Au cours des

dernières années, une partie raisonnable des informations de T2SZ a été récupérée et révisée pour inclure une résolution spatio-temporelle plus élevée. Toutes les mises à jour ont été analysées lors de la réunion intersessions du Groupe d'espèces sur l'espadon de l'ICCAT de 2020 (Anon, 2020, sous presse).

Parmi les récupérations importantes de la T2SZ, on peut citer : (a) le projet de récupération des données de l'ICCAT (SCRS/2020/020) qui a compilé les opérations de pêche très détaillées de trois flottilles italiennes (harpons, filets maillants et palangres) opérant dans le détroit de Messine et dans le sud de la mer Tyrrhénienne, avec les poids individuels des prises de SWO entre 1972 et 1989, et (b) la révision complète de la T2SZ de la flottille palangrière de surface de l'UE-Grèce entre 2003 et 2017.

Toutes les informations de T2SZ disponibles sur le SWO-M ont été utilisées pour estimer les matrices de prise par taille (CAS) et de prise par âge (CAA). Le **tableau 2** présente le catalogue du SCRS pour le SWO-M pour la période 1989 à 2018, montrant les jeux de données de T2SZ existants (DSet=t2, cellules avec « b ») utilisés dans les estimations de la CAS.

En ce qui concerne les espadons sous-taille non déclarés à l'ICCAT dans les jeux de données de T2SZ, le Groupe a réitéré la nécessité que chaque CPC révise ces jeux de données, en particulier après 2008, en incluant les spécimens sous-taille disponibles par type d'engin.

2.3 Données de prise par taille/par âge

Les échantillons de taille de la tâche II (T2SZ) et la prise par taille de la tâche II (T2CS) du stock d'espadon de la Méditerranée ont été régulièrement soumis par les principales flottilles de pêche au cours des deux dernières décennies. Les deux jeux de données sur la taille (T2SZ, T2CS) ont été utilisés dans le passé (Anon. 2017 ; Anon 2015) pour estimer les matrices globales de CAS et de CAA. Conformément aux recommandations du plan de travail pour l'espadon de la Méditerranée de 2019, le Secrétariat a procédé à une mise à jour complète des matrices de CAS et de CAA pour la période 1972-2018, y compris toutes les révisions apportées à la fois à T1NC et à T2SZ au cours des quatre dernières années. Les détails sont présentés dans le document SCRS/2020/076.

Matrice de la CAS

La matrice globale finale de la CAS obtenue est présentée dans le **tableau 3**. Comme dans les estimations précédentes de la CAS de SWO-M, le même ensemble de règles de substitution a été utilisé, en tant que règles de remplacement des données de T2SZ ou T2CS manquantes. Toutefois, compte tenu des importantes récupérations de T2SZ au cours des trois dernières années, une grande partie des extrapolations sont couvertes par T2SZ et T2CS. Cela peut être observé dans la **figure 2**, où la majorité des années (sauf 1982 et 1983) disposent des captures totales (T1NC) couvertes par au moins 50% des données de taille correspondantes (T2CS ou T2SZ). En ce qui concerne les deux dernières décennies, les prises de T1NC sont généralement couvertes par près de 70% des données de taille correspondantes, les 30% restants étant constitués de substitutions.

La **figure 3** présente les estimations de poids moyen pondéré (par flottille et par engin) (kg) obtenues à partir des nouvelles estimations de la CAS. Les poids moyens obtenus à partir de la CAS de l'évaluation des stocks d'espadon de 2016 (Anon., 2017) ont été inclus à titre de comparaison. Dans l'ensemble, les deux séries ont montré des tendances similaires à long terme, passant d'environ 30 kg depuis les années 70 à environ 25 kg à la fin des années 90, oscillant autour de 25 kg jusqu'en 2010 et augmentant à 30-35 kg jusqu'en 2018. Les dernières estimations du poids moyen sont plus cohérentes (moins de variation) d'une année à l'autre.

Matrice de la CAA

La CAS a été convertie en CAA en utilisant deux approches. La première approche consiste à décomposer la distribution de taille globale par année, en postulant qu'elle représente la combinaison des distributions de taille de plusieurs classes d'âge, ou une distribution mixte de taille par âge (Kell et Kell, 2011). Cette méthode, utilisée dans l'évaluation des stocks de 2016, nécessite des distributions a priori pour la moyenne et la variance pour chaque classe d'âge, qui ont été estimées à partir du modèle de croissance actuel de von Bertalanffy pour l'espadon de Méditerranée (Tserpes et Tsimenides, 1995). La deuxième approche est le découpage traditionnel par âge qui estime l'âge de chaque classe de taille en utilisant l'équation inverse de croissance de von Bertalanffy.

Les deux estimations de la CAA (**tableaux 4 et 5**, respectivement) incluent les rejets morts estimés des quatre flottilles palangrières, qui postulaient la même distribution de la CAS pour les flottilles qui ont déclaré des rejets (UE-Espagne et UE-Grèce). La **figure 4** montre les proportions d'âge relatives des deux approches de découpage utilisées (découpage et distribution du mélange, respectivement).

La CAA estimée par l'approche de mélange a été utilisée dans les modèles de structure d'âge (XSA et a4a) comme décidé par le Groupe.

2.4 Indices d'abondance

Un nouvel indice d'abondance a été présenté au Groupe lors de la réunion. Le document SCRS/2020/043 faisait état des taux de capture standardisés de la pêche palangrière espagnole en Méditerranée occidentale, pour la période 1988-2018. Les taux de capture d'espadon en nombre de poissons et en biomasse ont été analysés au moyen d'une approche de modélisation linéaire généralisée postulant une distribution d'erreur binomiale négative et log-normale, respectivement. Les deux séries présentaient des fluctuations annuelles importantes mais aucune tendance claire ne se dégageait pour la période étudiée.

Le Groupe a souhaité en savoir plus sur l'utilisation des données provenant uniquement de la palangre de surface ou des deux, des séries de la palangre de surface et de la palangre mésopélagiques, dans la standardisation. L'orateur a répondu que les deux séries ont été utilisées dans ce document. Le Groupe a souligné que, lors de la réunion précédente, il avait été convenu de traiter les deux séries (palangres de surface et mésopélagiques) ensemble.

2.5 Biologie

Le document SCRS/2020/058 présentait une liste supplémentaire de bibliographie annotée relative aux auteurs italiens, incluant un aperçu de tous les documents. La liste complète comprend maintenant environ 700 documents dont le contenu peut être exploré grâce aux annotations. Le transfert de cette bibliographie annotée vers une base de données plus avancée avec des métadonnées électroniques, qui est déjà à l'étude, a été discuté. Le Groupe a également abordé la possibilité d'avoir des liens directs vers tous les documents en format pdf, mais cela impliquera une charge de travail énorme et des coûts importants, en raison également de la difficulté de manipuler des documents historiques. La discussion a fait ressortir le fait qu'une bibliographie annotée permet également d'éviter toute duplication inutile des efforts et des études, et le Secrétariat a proposé de recommander à tous les scientifiques de fournir éventuellement des bibliographies annotées similaires pour chaque CPC.

Le document SCRS/2020/074 abordait l'étape 2 de l'échelle de maturité gonadique pour l'espadon, un point soulevé par une présentation (SCRS/P/2020/005) fournie lors de la précédente réunion intersessions du Groupe d'espèces sur l'espadon de l'ICCAT (Anon., 2020, sous presse). Le document précisait que toutes les échelles de maturité gonadique existantes, tant macroscopiques qu'histologiques, fixent le stade 2 comme étant en développement et jamais comme étant mature ; par conséquent, les études précédentes utilisaient des classifications cohérentes.

La discussion a mis en évidence les différences entre l'échelle macroscopique et l'échelle histologique, en soulignant que l'on pouvait également trouver de grandes femelles adultes (matures sexuellement) au stade 2, non seulement pendant le développement annuel initial des gonades, mais également en train de se rétablir après une activité de frai antérieure. Il a été souligné que le stade de maturité macroscopique 2 peut être observé soit chez des juvéniles sexuellement immatures (c'est-à-dire des poissons qui sont en train de mûrir pour la première fois, qui techniquement pourraient devenir sexuellement matures en raison du développement des gonades) et des adultes pouvant être sexuellement matures (c'est-à-dire des poissons qui ont déjà frayé). Il a été précisé à nouveau que cela est lié à la classification correcte de l'étape 2 selon l'échelle la plus acceptée et que cela est particulièrement important pour le calcul de la L50. Un atelier dans le cadre du projet d'échantillonnage biologique a été prévu pour la fin de l'année 2020, avec pour principaux objectifs d'établir des ensembles de référence pour la détermination de l'âge et l'histologie.

Le Groupe a également discuté des aspects de la reproduction de l'espadon en relation avec le processus de maturation et le pourcentage de femelles matures à différents âges. Des différences peuvent exister entre les zones de la Méditerranée et il serait très utile de disposer d'échantillonnages représentatifs dans toutes les parties de la Méditerranée, l'espadon de la Méditerranée étant une population panmixtique unique, mais

en évitant de partir de zéro, car de nombreuses données sont déjà disponibles dans des études antérieures. L'espadon pourrait atteindre L50 à une taille inférieure dans certaines zones et en particulier dans la mer Levantine, en raison des conditions océanographiques différentes et de la structure de taille de la population locale et il a été noté que, pour les mêmes raisons, L50 semble plus élevée dans la mer de Ligurie. On a également souligné qu'il était nécessaire de standardiser les méthodes utilisées pour le calcul de la L50.

Au cours de la réunion intersessions, le Groupe a convenu que la L50 adoptée dans la dernière évaluation des stocks de 2016 et des évaluations précédentes (de la Serna et al., 1995) était trop élevée (142,2 cm) et pourrait ne pas représenter la situation réelle dans l'ensemble du bassin méditerranéen. La possibilité d'adopter une progression différente pour les femelles (0% mature à l'âge 1, 15% mature à l'âge 2, 65% mature à l'âge 3 et 100% mature à l'âge 4) pour la présente évaluation de stock a été proposée par le Président. Il a été décidé de ne pas adopter la valeur L50 de Marisaldi et al. 2020, notant que ces documents présentent divers problèmes dans le calcul de la L50 et qu'il faudrait donc mieux les vérifier avant de les examiner.

Considérant que ce paramètre est crucial pour l'évaluation et qu'il est particulièrement pertinent lors de l'utilisation du découpage, il a été proposé d'approfondir la question lors d'un futur atelier qui se tiendra prochainement dans le cadre du projet de l'ICCAT sur l'espadon.

2.6 Autres données pertinentes

Aucun autre document n'a été présenté au titre de ce point de l'ordre du jour, et aucune discussion supplémentaire n'a donc été nécessaire.

3. Indices d'abondance relative : aperçu des indices susceptibles d'être utilisés sur la base des résultats obtenus lors de la réunion intersessions du Groupe d'espèces sur l'espadon

Lors de la réunion intersessions du Groupe d'espèces sur l'espadon, plusieurs indices d'abondance disponibles pour le stock méditerranéen ont été examinés (cf. point 7.2 dans Anon., 2020, sous presse). Des informations supplémentaires sont fournies au point 2.4 du présent rapport. Le Groupe a brièvement passé en revue trois indices d'abondance de la palangre grecque, de la palangre ligurienne italienne et de la palangre marocaine ciblant l'espadon. Le Groupe a décidé d'inclure l'indice palangrier de l'UE-Grèce et du Maroc tel qu'il a été présenté et a recommandé des révisions pour l'indice de la palangre ligurienne italienne, en divisant l'indice entre la palangre mésopélagique et la palangre de surface « américaine », car elles sont très différentes en termes d'effort de pêche et d'opérations, et il est peu probable que ces différences soient prises en considération dans le modèle de standardisation. Le Groupe a également convenu d'un plan de travail intersessions demandant que les autres CPC fournissent des indices d'abondance avant la réunion d'évaluation afin de le prendre en considération. Le Groupe a également noté que les variations des taux de rejets au cours des séries temporelles peuvent avoir affecté les estimations des tendances globales pour tous les indices.

Le document SCRS/2020/043 présentait l'indice standardisé de la pêche palangrière espagnole ciblant l'espadon entre 1988 et 2018 opérant principalement dans la région de la Méditerranée occidentale. L'indice utilisait des informations sur la prise et l'effort, sortie par sortie, recueillies par les observateurs et consignées dans les rapports de pêche. L'indice comprenait des facteurs de zone, de trimestre et leurs interactions. Les diagnostics, les ajustements et les résultats ont été présentés à la fois en nombres et en indices de biomasse. Le Groupe les a jugés appropriés et a recommandé d'utiliser l'indice de biomasse car les diagnostics indiquaient un meilleur ajustement dans l'ensemble.

Il a été demandé si l'indice prenait en compte les facteurs susceptibles d'avoir affecté la capturabilité et si les données incluaient les rejets. Les auteurs ont indiqué qu'aucun autre facteur n'était disponible pour la standardisation et qu'une partie des informations sur la prise et l'effort provenait du programme d'observateurs internes.

Le document SCRS/2020/027 qui a été présenté lors de la réunion intersessions du Groupe d'espèces sur l'espadon de l'ICCAT de mars 2020 (Anon, 2020, sous presse) a été mis à jour pour cette réunion et une présentation a été donnée avec les résultats actualisés conformément aux recommandations du Groupe. L'indice pour la palangre mésopélagique entre 2010 et 2019 de la mer de Ligurie a été choisi comme indice d'abondance pour cette pêche. Le modèle incluait l'année, le mois, le type d'appât et le temps

d'immersion comme variables de prédiction dans le processus de standardisation. Les résultats, tant en nombre qu'en biomasse, ont indiqué une tendance générale à la baisse de l'indice depuis 2010, atteignant en 2018 sa valeur la plus basse.

L'auteur a souligné que les opérations à la palangre mésopélagique ne sont pas comparables à celles de la palangre de surface ; par exemple, l'engin est laissé en mer pendant plusieurs jours (jusqu'à trois) contrairement à la palangre de surface, où une opération d'une seule journée est la norme. Elles utilisent des hameçons et des types d'appâts différents (appâts naturels et artificiels) et opèrent à des périodes différentes de l'année (principalement fin mai-début octobre) par rapport aux palangriers de surface utilisant la palangre « américain » (octobre-décembre). En outre, les plus grands navires utilisant la palangre mésopélagique en Méditerranée peuvent déployer plusieurs palangres au cours d'une sortie, tout en intercalant le mouillage et la remontée entre les engins mouillés.

Par la suite, le Groupe a examiné les indices standardisés disponibles pour l'espadon de la Méditerranée (**tableau 6**) et a mis à jour le tableau d'évaluation (**tableau 7**). Le Groupe a convenu d'inclure les quatre indices suivants pour les modèles d'évaluation : a) l'indice palangrier de l'UE-Grèce (1987 - 2018), b) l'indice palangrier mésopélagique de la mer de Ligure de l'UE-Italie (2010-2018), c) l'indice palangrier marocain (2012-2018), et d) l'indice palangrier de l'UE-Espagne (1988 - 2018). Trois de ces indices étaient disponibles à la fois en nombre et en biomasse. Le Groupe a recommandé d'utiliser les indices de biomasse pour les modèles de production excédentaire et, lorsque cela est possible, les indices en nombre pour les modèles structurés par âge, bien qu'ils ne soient pas disponibles par classe d'âge (**figures 5 et 6**). Les indices d'abondance utilisés dans les évaluations précédentes, tels que l'indice des filets maillants du Maroc (1999-2011), l'indice de la palangre de Sicile (1991-2009), l'indice des filets maillants de Sicile (1990-2009) et l'indice de la surface de la palangre de Ligure (1990-2009) ont été considérés comme des indices d'abondance historiques. Il a été noté que pour le modèle XSA, les indices historiques ne sont pas pertinents, car le modèle nécessite des informations sur la période la plus récente. Dans l'ensemble, le Groupe a uniquement envisagé d'utiliser l'indice historique des palangriers de surface de la mer de Ligure dans le modèle a4a comme cas de sensibilité.

Il a été noté que les récentes réglementations en matière de gestion (Rec. 13-04 et Rec. 16-05 concernant la mise en œuvre de la taille minimale) peuvent avoir affecté la tendance des indices, car les rejets en mer ne sont probablement pas toujours inclus dans les séries temporelles de la prise et de l'effort. Le Groupe a recommandé que les CPC intensifient leurs efforts pour collecter des informations sur les rejets d'espadons sous-taille, tant dans leurs pêcheries ciblées que dans d'autres pêcheries à la palangre qui captureraient des espadons juvéniles, comme les pêcheries palangrières ciblant le germon et le thon rouge. Le Groupe a également recommandé d'améliorer la collecte des données halieutiques pour les différents types de flottilles palangrières opérant actuellement en mer Méditerranée afin de tenir compte des différences de sélectivité et/ou de capturabilité dans le cadre de la standardisation des données de prise et d'effort.

4. Méthodes et autres données pertinentes pour l'évaluation basée sur les résultats de la réunion intersessions du Groupe d'espèces sur l'espadon

4.1. Modèles d'évaluation et scénarios préliminaires

Le Groupe a convenu d'appliquer deux modèles structurés par âge (XSA et a4a) et un modèle bayésien de production état-espace (JABBA). Cette décision fait suite aux décisions prises lors de la réunion de préparation des données tenue en mars 2020 (Anon, 2020, sous presse). Compte tenu des limites de temps et de la nature de la réunion (en ligne), il n'a pas été possible d'appliquer des approches supplémentaires, telles qu'ASPIC ou des modèles particuliers pauvres en données. Au cours de la réunion, une analyse provisoire du modèle reposant uniquement sur la prise a été réalisée sur la base des résultats de JABBA.

Le Groupe a discuté de manière générale de l'utilisation des rejets estimés dans les modèles d'évaluation (cf. point 2.3). Dans les scénarios préliminaires (cf. point 5), deux modèles structurés par âge ont montré les résultats avec/sans les rejets estimés, tandis que JABBA ne fournissait que le scénario avec les rejets. Le Groupe a estimé que les informations actuellement disponibles sur les rejets déclarées par les CPC ne reflètent pas pleinement les espadons de la Méditerranée sous-taille rejetés morts. Toutefois, il a également été noté que l'approche actuelle pourrait être réexaminée par les CPC (par exemple, il semble y avoir moins de rejets dans certaines pêcheries méso-pélagiques). En revanche, les rejets d'espadons sous-taille qui peuvent exister dans diverses pêcheries de germon ou de thon rouge n'ont pas été pris en compte dans

l'estimation actuelle des rejets. Enfin, le Groupe a convenu d'inclure les rejets estimés dans la série temporelle de la prise totale utilisée comme données d'entrée de l'évaluation actuelle.

4.1.1 XSA (Analyse étendue des survivants)

Le document SCRS/2020/077 présentait les évaluations préliminaires du stock d'espadon de la Méditerranée réalisées au moyen de l'« analyse étendue des survivants » (XSA) mise en œuvre dans FLR (Kell et al., 2007). La méthode a été utilisée précédemment pour fournir un avis sur le stock d'espadon de la Méditerranée (ICCAT, 2015 ; 2017). Les données de capture par taille (CAS) disponibles couvraient la période 1985-2018 et les données de prise par âge (CAA) utilisées dans les évaluations ont été générées en utilisant une approche statistique. L'analyse comprenait cinq scénarios du modèle :

- a) Scénario de continuité ; application des mêmes spécifications et utilisation des séries de CPUE des mêmes flottilles utilisées pour calibrer l'évaluation de 2016, c'est-à-dire une mortalité naturelle constante $M=0,2$ et les indices de CPUE des palangriers grecs, espagnols et marocains. Les spécifications de contrôle de XSA sont disponibles dans le **tableau 8**.
- b) Scénario potentiel n° 1 ; en postulant une M constante, sans rejets et en considérant tous les indices de calibrage récents disponibles, c'est-à-dire les CPUE standardisées échelonnées des palangriers grecs, espagnols, marocains et ceux opérant en mer de Ligurie. Les spécifications de contrôle de XSA sont disponibles dans le **tableau 8**.
- c) Scénario potentiel n° 2 ; en postulant une M de Lorenzen sans rejets. Hormis le vecteur M modifié, toutes les autres données et spécifications étaient similaires au scénario potentiel n° 1.
- d) Scénario potentiel n° 3 ; en postulant une M constante, avec des rejets. Semblable au scénario potentiel n°1, mais avec des rejets, estimé sur la base du SCRS/2020/028
- e) Scénario potentiel n°4 ; M de Lorenzen, avec des rejets. Similaire au scénario potentiel n° 2, mais avec des rejets.

Le document SCRS/2020/077 comprenait des estimations détaillées du recrutement, de la biomasse, de la SSB et de la mortalité par pêche, ainsi que plusieurs diagrammes diagnostiques et analyses rétrospectives pour chaque scénario.

Il a été précisé que la XSA traite tous les indices fournis en nombres pour des âges donnés et qu'elle doit idéalement fournir des indices spécifiques à l'âge s'ils sont disponibles. En ce qui concerne les spécifications du modèle, il a été expliqué que les options de rétrécissement étaient préférables, car les essais préliminaires ont indiqué une meilleure performance du modèle.

Le Groupe a noté des différences mineures entre les scénarios utilisant la M constante ou la M de Lorenzen et a suggéré l'adoption de la M constante pour les scénarios finaux, c'est-à-dire les scénarios potentiels 1 et 3. Il a également été suggéré d'inclure l'indice d'abondance espagnol en nombre pour les scénarios finaux, au lieu de celui de la biomasse utilisé dans le document, bien qu'aucun changement majeur ne soit escompté compte tenu du schéma généralement similaire des deux indices.

4.1.2. a4a (« Évaluation pour tous »)

Le document SCRS/2020/078 présentait les résultats préliminaires de l'évaluation du stock au moyen d'un modèle statistique de prise par âge développé dans le cadre de l'initiative « Évaluation pour tous » (a4a) du Centre commun de recherche de la Commission européenne (Jardim et al., 2015). La méthode a4a utilise les données de prise par âge pour calculer des estimations de la taille historique de la population et de la mortalité par pêche et, contrairement à la méthode XSA, les paramètres du modèle sont estimés en avant dans le temps alors que les analyses ne nécessitent pas le postulat selon lequel les ponctions de la pêche sont connues sans erreur.

Les principaux paramètres du modèle des quatre scénarios sont les suivants:

- données sur la prise par âge depuis 1985
- utilisation des cinq CPUE (palangre grecque, marocaine, espagnole, ligurienne et sicilienne) considérées comme étant représentatives de la tranche d'âge 2-4 ans.
- groupe d'âge 5 ans et plus
- maturité : 15 %, 65 %, 100 % à 2, 3 et plus de 4 ans
- Les autres spécifications techniques des paramètres sont indiquées dans le **tableau 9**.

Les quatre scénarios étaient les suivants:

- 1 : M constante, sans rejets
- 2 : M de Lorenzen, sans rejets
- 3 : M constante, avec des rejets
- 4 : M de Lorenzen, avec des rejets

Le document présentait les ajustements aux indices, le recrutement estimé, la biomasse, la SSB et la mortalité par pêche, ainsi qu'une analyse rétrospective pour chaque scénario.

Les auteurs ont apporté plusieurs clarifications techniques aux questions posées par le Groupe. Il a été précisé que le modèle n'utilisait pas de relation stock-recrutement pour estimer le recrutement, que a4a est un calcul vers l'avant et que le modèle n'a pas besoin de postuler les conditions avant de lancer le modèle, comme dans le cas de Stock Synthesis. L'unité de tous les indices était la biomasse et a4a peut traiter correctement l'unité de l'indice dans le modèle.

Après les présentations et les discussions générales sur les scénarios du modèle, le Groupe a demandé que des analyses supplémentaires soient réalisées pour incorporer les palangriers de surface de la mer de Ligure de 1991 à 2009 et a demandé que des points de référence lui soit fournis. Les auteurs ont fourni des résultats qui étaient cohérents avec les scénarios préliminaires.

4.1.3. Modèle de production état-espace de type bayésien JABBA

Le SCRS/2020/082 présentait les résultats préliminaires de l'évaluation du stock en appliquant le modèle de production état-espace de type bayésien JABBA (Winker et al., 2018) à l'ensemble de la série temporelle de capture disponible (1950-2018), y compris les rejets estimés, en ajustant quatre indices de CPUE (en poids) standardisés pour les flottilles palangrières grecques, marocaines, liguriennes et espagnoles.

Les auteurs ont décrit le développement de deux modèles potentiels, qui utilisent des postulats alternatifs concernant le taux de croissance intrinsèque (r) et la forme de la fonction de production. En ce qui concerne le modèle de référence, nous avons postulé une distribution a priori de r avec une moyenne de 0,47 et un CV de 0,49 ($\log.sd = 0,46$) qui a été dérivée d'une approche de modèle matriciel de Leslie utilisant des simulations Monte-Carlo, comme cela a été fait lors de la réunion d'évaluation des stocks d'espadon de 2014 (Anon., 2015) et mise à jour avec les paramètres biologiques actuels. Comme scénario alternatif, les auteurs ont récemment développé une distribution a priori de r avec un paramètre de forme associé d'une fonction de production de Pella-Tomlinson à partir d'un modèle structuré par âge en conditions d'équilibre (ASEM) avec des simulations Monte-Carlo (Winker, 2020). En ce qui concerne les deux postulats de M (M constante et M de Lorenzen), les distributions a priori de r générées séparément ont été combinées en une seule distribution a priori de r .

En conséquence, les deux modèles potentiels ont été spécifiés comme suit:

- (1) Modèle de référence : avec $\log(r) \sim N(\log(0,45), 0,46)$ et une valeur d'entrée fixe de $BPME/K = 0,5$ (Schaefer)
- (2) Modèle ASEM : avec $\log(r) \sim N(\log(0,206), 0,2)$ et une valeur d'entrée fixe de $BPME/K = 0,38$

Les deux modèles ont en commun le fait que l'épuisement initial de la biomasse en 1950, qui était considéré comme proche d'un état non exploité en postulant une distribution a priori lognormale ($\varphi = B1950/K$) avec une moyenne = 1 et un CV de 10%. 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 l'indice en postulant des distributions a priori gamma inverses afin de permettre de pondérer la variance interne du modèle. Au lieu de cela, l'erreur de processus logarithmique (By) de l'année y a été estimée « librement » par le modèle en utilisant une distribution gamma inverse non informative avec les deux paramètres d'échelle fixés à 0,001. Chaque modèle a été exécuté avec trois chaînes Monte-Carlo Markov (MCMC), comprenant chacune 30.000 itérations qui ont été échantillonnées avec une période de rodage de 5.000 pour chaque chaîne et un filtrage de cinq itérations. En conséquence, les distributions a posteriori marginales ont été représentées par un total de 15.000 itérations pour chaque modèle.

Pour évaluer les ajustements de la CPUE, les indices de CPUE prévus par le modèle ont été comparés aux CPUE observées et des tests du scénario ont été effectués sur les valeurs logarithmiques résiduelles pour

chaque indice de CPUE afin d'évaluer quantitativement le caractère aléatoire des valeurs résiduelles et d'identifier éventuellement une spécification erronée du modèle. En outre, une analyse de type *jackknife* sur l'influence des indices de CPUE a également été effectuée. Pour vérifier l'absence de biais systématique dans les estimations de l'état des stocks, nous avons également effectué une analyse rétrospective pour chaque modèle, en retirant une année de données à la fois de manière séquentielle ($n = 5$), en réajustant le modèle et en comparant les quantités d'intérêt (c'est-à-dire la biomasse, la mortalité par pêche, B/BPME, F/FPME, B/B0 et PME) au modèle de référence qui est ajusté aux séries temporelles complètes. Pour comparer le biais entre les modèles, on a calculé la statistique rho (ρ) de Mohn (1999).

En outre, les auteurs ont étudié la robustesse à différents niveaux de la sous-déclaration avant 1987 (c'est-à-dire la première année des données de capture qui ont été incluses dans le modèle XSA de 2016). Quatre scénarios de sensibilité ont été examinés en multipliant les premières captures de 1950 à 1986 par des facteurs de 1,2, 1,5, 2 et 3 (c'est-à-dire une sous-déclaration de 20 %, 50 %, 100 % et 200 %).

4.2. Nouvelles informations pour l'évaluation (données historiques)

En 2020, et suite aux recommandations des évaluations précédentes, les données d'entrée et les informations auxiliaires se sont considérablement améliorées pour l'évaluation actuelle du stock d'espadon de la Méditerranée. Le point 2 du présent rapport fournit des détails spécifiques sur chaque élément nouveau ou mis à jour en ce qui concerne les données d'entrée halieutiques et biologiques. En résumé, la série de captures 1950-2018 a été mise à jour et revue en profondeur en ajoutant les prises historiques pour la période 1972-1983, en réaffectant une partie importante des captures historiques (années 1970-1980) qui ont été déclarées sans spécification d'engin dans la classification d'engin de pêche appropriée, et en incluant des estimations des rejets pour la pêche à la palangre des dernières années (2008-2018). En outre, les informations relatives à la taille et à la CAS ont été revues de manière approfondie et mises à jour pour la période 1972-1989, ce qui a permis de prolonger l'estimation de la CAA jusqu'en 1972. En outre, les recherches biologiques récentes sur l'espadon de la Méditerranée ont été intégrées et les paramètres biologiques d'entrée des modèles ont été mis à jour, ce qui a permis d'améliorer l'estimation et la robustesse d'importants paramètres des modèles d'évaluation tels que r .

Néanmoins, d'autres données et informations sont encore incertaines, notamment en ce qui concerne la détermination de l'âge des captures. Deux approches ont été utilisées pour estimer la CAA, mais elles reposent exclusivement sur un modèle de croissance et présentent de grandes différences dans les estimations de la CAA (SCRS/2020/076). Le manque d'échantillons dont l'âge a été déterminé ou de clés âge-taille a fortement limité la précision de l'estimation de la CAA, de plus les séries temporelles limitées (1985 - 2018) disponibles pour les modèles structurés par âge ont fortement limité la capacité des modèles à saisir pleinement la gamme historique de capture et de productivité de ce stock.

5. Résultats de l'état des stocks

5.1 Résultats

5.1.1 XSA (Extended Survivors Analysis)

Le Groupe a noté des différences mineures entre les scénarios utilisant le M constant ou de Lorenzen comme présenté dans le document SCRS/2020/077 (voir section 4) et a suggéré l'adoption du M constant pour les scénarios finaux, c'est-à-dire similaires aux scénarios candidats 1 et 3 du SCRS/2020/077. Il a également été suggéré d'inclure l'indice d'abondance espagnol en chiffres pour les scénarios finaux, au lieu de celui de la biomasse utilisé dans les scénarios préliminaires, bien qu'aucun changement majeur ne soit attendu étant donné le schéma généralement similaire des deux indices.

Conformément aux considérations ci-dessus, dans les deux scénarios finaux ("Base" et "Rejet") présentés dans le SCRS/P/2020/029, le M constant = 0,2 a été postulé et l'indice de la palangre espagnole a été exprimé en termes de chiffres. Les données de prise par âge couvraient la période 1985-2017 et quatre séries de CPUE standardisées allant jusqu'aux dernières années ont été utilisées : Palangriers grecs (SCRS/2020/021), palangriers marocains (SCRS/2020/026), palangriers espagnols (SCRS/2020/043) et palangriers liguriens (SCRS/2020/027). Les indices de CPUE standardisés n'ont pas été différenciés par âge et ont été considérés comme représentatifs des abondances des groupes d'âge 2-4 (**figure 7**). On a postulé

que la capturabilité de la flottille était indépendante de la taille de la cohorte pour toutes les années terminales. En ce qui concerne la maturité, il a été supposé que 15% et 65% de la maturité avait lieu aux âges 2 et 3 respectivement. On considérait que la pleine maturité était atteinte à partir de l'âge 4. Les poids par âge ont été obtenus de l'analyse mixte et concordaient avec la CAA. La gamme de F (\bar{f}) a été fixée aux âges 2-4. Les détails concernant la configuration de l'objet de contrôle XSA sont présentés à l'**appendice 5**.

En ce qui concerne le scénario du cas de base, les estimations du recrutement, de la SSB, de la capture et de la mortalité par pêche sont présentées à la **figure 8**, tandis que les estimations du nombre de stocks et de F par âge par année sont fournies à l'**appendice 5**. Les résultats indiquent que le recrutement suit une tendance à la baisse, en particulier au cours de la dernière décennie, alors que les niveaux actuels de SSB sont d'environ 35% de ceux observés au début de la période. La mortalité par pêche des dernières années est légèrement inférieure à celle observée précédemment. La **figure 9** montre les estimations de XSA par série de CPUE, tandis que les analyses rétrospectives sont présentées à la **figure 10**. Hormis quelques divergences observées dans le recrutement, il n'y a pas de schéma particulier dans les diagrammes rétrospectifs. Divers diagrammes de diagnostic indiquant la qualité de l'ajustement des valeurs résiduelles de la CPUE sont présentés à l'**appendice 5**. Il s'agit (a) de diagrammes des valeurs résiduelles par rapport à des valeurs ajustées pour vérifier la variance, (b) de diagrammes de valeurs résiduelles par rapport à l'année pour vérifier les schémas systématiques qui pourraient indiquer un mauvais ajustement, (c) de diagrammes de régression de calibrage pour comparer les ajustements aux observations pour les âges 2, 3 et 4, respectivement, (d) de diagrammes vérifiant l'autocorrélation qui pourrait introduire un biais, (e) de diagrammes QQ visant à vérifier la log-normalité et (f) de la pondération relative pour chaque année terminale N_s par l'observation de la CPUE (XSA utilise une pondération de variance inverse, en ce sens que les séries de CPUE ayant de mauvais ajustements sont pondérées vers le bas dans l'ajustement).

Les résultats du scénario de rejets sont présentés à la **figure 11**, tandis que les estimations du nombre de stocks et de F par âge par année sont fournies à l'**appendice 5**. Les résultats indiquent que le recrutement suit une tendance à la baisse au cours de la dernière décennie, alors que les niveaux actuels de la SSB sont inférieurs de plus de la moitié à ceux observés au début de la période. La mortalité par pêche fluctue tout au long de la période examinée, mais sans tendance globale spécifique. La **figure 12** présente les estimations de XSA par série de CPUE, tandis que les analyses rétrospectives sont présentées à la **figure 13**. Tout comme pour le scénario du cas de base, il n'y a pas de schéma particulier dans les diagrammes rétrospectifs, à l'exception de quelques divergences observées dans le recrutement. Comme dans le cas du scénario du cas de base, une série de diagrammes de diagnostic est présentée à l'**appendice 5**.

La comparaison des résultats des deux scénarios est présentée à la **figure 14**. Les schémas généraux sont assez similaires, mais les estimations de recrutement et de mortalité pour les années les plus récentes sont plus élevées dans le cas du scénario de rejets.

5.1.2 *Modèle statistique de prise par âge : Évaluation pour tous (Assessment for all a4a)*

Le Groupe a examiné les résultats, fournis par le document SCRS/2020/078, des scénarios d'évaluations préliminaires utilisant le modèle statistique de prise par âge a4a. Quatre scénarios ont été présentés à titre préliminaire, un supposant une mortalité naturelle constante ($M = 0,2$), un postulant un vecteur de mortalité naturelle calculé à l'aide de la formulation de Lorenzen et deux scénarios avec les vecteurs de mortalité susmentionnés, y compris les rejets estimés obtenus du SCRS/2020/028. La structure de chaque modèle est restée la même pour tous les scénarios et peut être trouvée dans le SCRS/2020/078, un lissage a été ajouté à la capturabilité de la palangre de surface ligurienne. Des tests de diagnostic en termes de valeurs résiduelles ont été présentés et certains schémas problématiques de valeurs résiduelles du recrutement ont été observés dans tous les cas. Les diagrammes rétrospectifs n'ont montré aucun schéma dans la ponction, la SSB et la capture, bien qu'un léger schéma dans les années terminales soit apparu dans le recrutement.

Suivant la recommandation du Groupe et conformément aux scénarios XSA, les évaluations postulant une mortalité naturelle constante ont été jugées adéquates pour évaluer l'état du stock. Le Groupe a demandé deux scénarios finaux a4a, en tenant compte d'un indice de CPUE standardisé supplémentaire, celui des palangriers de surface liguriens, exprimé en biomasse.

Les scénarios finaux a4a, présentés dans le SCRS/P/2020/030, ont utilisé les données de la CAA de 1985 à 2018 comme les scénarios préliminaires. Cinq indices de biomasse de CPUE standardisés ont été considérés,

à savoir les palangriers grecs (SCRS/2020/021), les palangriers marocains (SCRS/ 2020/026), les palangriers espagnols (SCRS/2020/043), les palangriers mésopélagiques liguriens (SCRS /2020/027), les palangriers siciliens (Tserpes *et al.* 2011) et les palangriers de surface liguriens historiques (Fulvio *et al.*, 2015), comme suggéré par le Groupe. Tous les indices ont été considérés comme représentatifs des âges 2 à 4. La **figure 15** illustre les indices de CPUE standardisés. Chaque modèle a été configuré de la même manière que lors des scénarios préliminaires et se trouve à l'**appendice 6**. Le groupe d'âge plus a été fixé à 5 ans, tandis que la fourchette de F a été fixée à 2-4 ans. Les résultats des deux différents scénarios sont présentés respectivement dans les **figures 16 et 17**.

Les résultats entre les scénarios ont été très proches, le recrutement estimé ces dernières années avec l'estimation du scénario de rejets était un peu plus élevé. En outre, l'incertitude entourant les estimations du recrutement est apparue élevée dans les deux cas. La trajectoire de la SSB a révélé une légère tendance à la baisse et, après le milieu des années 2000, a fluctué autour de 7.500 t. Des tests diagnostiques ont été effectués pour les valeurs résiduelles des indices standardisés de CPUE et la CAA et sont présentés à l'**appendice 6**. Un schéma négatif dans les valeurs résiduelles du recrutement est présent dans les deux scénarios, où il convient de noter que cela est probablement dû à l'absence d'un indice de calibrage pour l'âge 0. L'analyse rétrospective effectuée pour les deux cas n'a pas révélé de schéma particulier, sauf en ce qui concerne le recrutement, où quelques divergences ont été observées. L'analyse rétrospective de chaque scénario est présentée dans les **figures 18 et 19**. Des scénarios MCMC ont été effectués pour les deux scénarios finaux comme alternative à l'estimation de vraisemblance maximale (MLE) qui est utilisée comme procédure d'estimation par défaut dans l'évaluation. Les comparaisons des résultats entre les deux approches sont présentées dans la **figure 20**.

5.1.3 Modèle de production excédentaire bayésien (JABBA)

Le Groupe a examiné les résultats (SCRS/2020/082) obtenus avec le modèle de production excédentaire bayésien JABBA. Ce document présente des détails sur les diagnostics du modèle et les estimations de l'état des stocks pour deux scénarios préliminaires. Pour le modèle de "référence", on a utilisé une distribution a priori existante de r qui a été dérivée d'une approche de modèle matriciel de Leslie avec des simulations de Monte-Carlo lors de la réunion d'évaluation du stock d'espadon méditerranéen de 2014 (Anon., 2015), alors que pour le modèle ASEM, un nouveau prior r a été obtenu d'un modèle en conditions d'équilibre structuré par âge (ASEM) avec des simulations de Monte-Carlo. Les résultats des distributions a priori de r et du paramètre de forme médian avec les valeurs B_{PME}/K correspondantes, sont également inclus pour comparaison, les distributions a priori de r générées à partir des deux postulats de M en un seul prior conjoint r sont présentés dans le **tableau 10** et la **figure 21**. Pour le modèle de "référence", le prior r était $\log(r) \sim N(\log(0,45), 0,46)$ avec une valeur d'entrée fixe de $B_{PME}/K = 0,5$ (type de modèle de Schaefer) et pour le modèle "ASEM" le prior r avec $\log(r) \sim N(\log(0,206), 0,2)$ et une valeur d'entrée fixe de $B_{PME}/K = 0,38$ (type de modèle de Pella-Tomlinson) (**figure 21**).

Les **figures 22 et 23** montrent les ajustements du modèle et les tests des scénarios effectués sur les valeurs résiduelles logarithmiques de chacun des quatre indices palangriers de la CPUE standardisée. Les deux modèles semblaient s'ajuster raisonnablement bien aux données de la CPUE, et les tests des scénarios effectués n'ont pas permis de rejeter l'hypothèse d'une distribution aléatoire des schémas résiduels pour les quatre indices. La qualité de l'ajustement était très similaire pour le modèle de "référence" (RMSE = 28,4% ; **figure 24**) et le modèle "ASEM" (RMSE = 28,7% ; **figure 24**). Les diagrammes de diagnostic des valeurs résiduelles de JABBA ont indiqué un conflit entre les valeurs résiduelles positives pour les ajustements de la CPUE palangrière espagnole et les valeurs résiduelles négatives pour les trois autres indices de la CPUE pour les deux dernières années 2017-2018 (**figure 24**). L'analyse des écarts d'erreur de processus montre une tendance négative au cours des dernières années (**figure 24**), qui pourrait s'expliquer en partie par l'association de la tendance à la baisse de l'abondance avec la diminution des débarquements au cours des dernières années.

Les distributions marginales a posteriori ainsi que les densités a priori pour les deux modèles sont présentées à la **figure 25**. Les médianes des distributions a posteriori marginales de r étaient de 0,414 et 0,188 pour les modèles de référence et ASEM, respectivement (**tableau 11**). La médiane estimée de la distribution a posteriori marginale de K était de 135.017 t pour le modèle de référence et de 194.523 t pour le modèle ASEM. Les estimations de la PME montrent des valeurs similaires entre les modèles (13.811 t pour le modèle de "référence" et 12.931 t pour le modèle ASEM, **tableau 11**). La médiane de la distribution a posteriori marginale de B_{PME} variait entre 67.509 t (modèle de référence) et 73.928 t (modèle ASEM),

tandis que les estimations de la médiane de F_{PME} étaient légèrement plus élevées pour le modèle de référence (0,207) que pour le modèle ASEM (0,176) (**tableau 11**).

En général, les deux modèles ont montré des tendances similaires pour les médianes de B/B_{PME} et F/F_{PME} dans le temps, et la divergence des valeurs entre les modèles s'est réduite depuis les années 1990, avec une tendance globale à la baisse de la biomasse de 1970 à l'année la plus récente (**figure 26**). La trajectoire de F/F_{PME} a montré une tendance à la hausse progressive entre 1970 et le milieu des années 1980, une forte augmentation à la fin des années 1980 (environ 0,5 à 1,0 en quelques années), et une relative stabilité par la suite (**figure 26**). La biomasse estimée était en-dessous du niveau de la PME depuis le milieu des années 1990 pour le modèle de « référence » ($B_{2018}/B_{PME}=0,650$), alors qu'elle est tombée en-dessous du niveau de la PME depuis le milieu des années 2010 pour le modèle « ASEM » ($B_{2018}/B_{PME}=0,777$). Depuis la fin des années 1980, après la forte augmentation, la mortalité par pêche estimée a fluctué au-dessus du niveau de la PME pour le modèle de "référence" ($F_{2018}/F_{PME}=0,990$) et autour du niveau de la PME pour le modèle ASEM ($F_{2018}/F_{PME}=0,880$) (**tableau 11**).

Une analyse rétrospective sur cinq ans n'indique aucune preuve de schémas forts, la statistique rho de Mohn se situant dans la fourchette acceptable de -0,15 et 0,20 (**figures 27 et 28 ; tableau 12**). Toutefois, le modèle de "référence" indiquait des schémas rétrospectifs légèrement plus forts en ce qui concerne les trajectoires de l'état des stocks B/B_{PME} , F/F_{PME} et B/B_0 pour les scénarios rétrospectifs de 2013 et 2014 (**figure 27**), ce qui pourrait également expliquer le biais rétrospectif nettement plus faible pour ces quantités dans le modèle "ASEM" (**figure 28**).

L'analyse de sensibilité Jackknife des indices de CPUE a montré que les CPUE palangrières grecques et espagnoles avaient une grande influence sur les trajectoires de l'état des stocks et la PME (**figures 29 et 30**). La suppression de l'indice palangrier grec a entraîné des trajectoires beaucoup plus optimistes de l'état des stocks, avec un niveau de biomasse bien au-dessus de B_{PME} . La suppression de l'indice palangrier espagnol entraînerait des trajectoires de stocks beaucoup plus pessimistes, estimant que le stock était surpêché depuis le milieu des années 1990. Le modèle "ASEM" était généralement légèrement moins sensible à l'analyse de l'indice Jackknife que le modèle de "référence".

La deuxième analyse de sensibilité a examiné la robustesse à divers niveaux de sous-déclaration avant 1987 en multipliant les premières captures de 1950 à 1986 par des facteurs de 1,2, 1,5, 2 et 3 (c'est-à-dire une sous-déclaration postulée de 20%, 50%, 100% et 200%, **figure 31**). La motivation de cette analyse de sensibilité était principalement liée aux résultats contradictoires de l'état des stocks entre JABBA et les modèles structurés par âge XSA et a4a. Pour ces scénarios de modèles de sensibilité, l'augmentation des séries temporelles de captures historiques a entraîné une hausse systématique des estimations de K et de la PME et la diminution de la biomasse du stock entre 1970 et la fin des années 1980 (**figures 32 et 33**). Ce n'est qu'en multipliant par trois (200%) les prises historiques que l'on parviendrait à réduire la biomasse du stock à des niveaux correspondant à environ 50% de B/B_{PME} d'ici 1990, ce qui serait à peu près similaire aux résultats du modèle d'évaluation XSA de 2016. Si cette prise historique (1950-1986) était correcte, cela signifierait que le stock d'espadon de la Méditerranée dépasse les prises historiques des stocks d'espadon de l'Atlantique Nord et de l'Atlantique Sud, ce que le Groupe a considéré comme peu probable pour cette période.

Toutefois, il est important de souligner que la réglementation sur la taille minimale par certaines CPC, les dérives technologiques associées aux changements des pratiques de pêche ciblant l'espadon de la Méditerranée, comme le reflètent les changements sur le marché et la consommation de cette espèce, pourraient potentiellement entraîner une sous-déclaration et une incertitude dans la première période des séries temporelles de capture. Par conséquent, tous ces facteurs combinés devraient être pris en compte pour mieux comprendre l'évolution des captures de ce stock.

La **figure 34** montre les diagrammes de phases de production excédentaire de JABBA pour les modèles de "référence" et "ASEM". En général, elle révélait des schémas similaires pour les deux modèles. Le pic des captures en 1982 a coïncidé avec le début d'une longue période de surpêche associée à un déclin continu de la biomasse du stock et a finalement conduit à un stock surpêché. De ce fait, les bidigrammes de Kobe révèlent le schéma typique allant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, l'état du stock passant de sous-exploité, traversant une période de pêche non soutenable, jusqu'à la phase surexploitée (**figure 34**). Les distributions a posteriori résultantes de l'état des stocks pour 2018 qui résulteraient de chaque modèle auraient toutefois des implications quelque peu différentes pour les mesures de gestion. Le modèle "ASEM"

est plus optimiste en ce qui concerne les niveaux de pêche actuels, F_{2018}/F_{PME} , avec une probabilité cumulative de plus de 60% (jaune + vert) que la mortalité par pêche actuelle est suffisamment faible pour faciliter le rétablissement des stocks. Le modèle de "référence", en revanche, suggère qu'il y a plus de 50% de chances que le stock reste surpêché et que la surpêche se poursuive (**figure 34**).

5.2 Résultats finaux et synthèse de l'état des stocks

Le Groupe a examiné deux scénarios XSA (M constant avec/sans rejets, SCRS/P/2020/029), deux scénarios a4a (M constant avec/sans rejets, SCRS/P/2020/030), et deux scénarios JABBA (modèles de référence et ASEM, SCRS/P/2020/028).

Une différence importante entre les deux modèles structurés par âge, XSA et a4a, et le modèle de production excédentaire JABBA était que toute la série de captures de 1950 à 2018 a été utilisée comme donnée d'entrée dans JABBA, alors que XSA et a4a n'ont pu être lancés qu'en 1985, omettant ainsi les informations sur les captures de la période 1950-1984. En ce qui concerne le modèle JABBA, le Groupe a discuté du postulat selon lequel la biomasse relative du stock était proche du niveau non exploité en 1950 (~ 99% de la capacité de charge). Le Groupe a convenu que des facteurs tels que le nombre limité et localisé de pêcheries à l'époque, leur caractère artisanal (les bateaux n'avaient même pas de moteur) et le ralentissement de l'activité de pêche dû à la Seconde Guerre mondiale, suggèrent que cette hypothèse est raisonnable et en accord avec les connaissances spécialisées de scientifiques connaissant bien les pêcheries d'espadon de la Méditerranée. Le Groupe a noté que cette première période est maintenant considérablement plus fiable grâce à un certain nombre de révisions de la tâche I qui ont conduit à l'amélioration des données de captures historiques (voir détails ci-dessous).

Le Groupe a spécifiquement discuté des différences dans l'état des stocks entre les modèles XSA (y compris les rejets) et JABBA en 1985 (c'est-à-dire la première année considérée dans XSA). Le scénario final de XSA incluant les rejets a estimé que la SSB en 1985 était de 54,1% de la SSB_{PME} et de 9,67% de la SSB_0 non pêchée, alors que les résultats conjoints des deux modèles JABBA ("référence" et "ASEM") ont estimé que les niveaux de stock étaient encore soutenables en 1985, avec $B/B_{PME} = 1,59$ et $B/B_0 = 0,70$ (**figure 35**). Le Groupe a ensuite examiné les séries temporelles de captures par rapport aux estimations de la PME par XSA (PME = 16.300 t) et par JABBA (PME conjointe = 13.325 t), qui ont montré que les captures sont toujours restées inférieures à la PME pendant la période 1950-1985 dans le cas des deux modèles (**figure 35**). Toutefois, la surpêche d'un stock précédemment sous-exploité ne peut théoriquement se produire que lorsque les captures commencent à dépasser les niveaux correspondant à la PME (voir la zone ombrée en vert dans la **figure 35**), et même alors, la mortalité par pêche pourrait initialement rester en-dessous de F_{PME} jusqu'à ce que la biomasse soit réduite et se rapproche de B_{PME} (cf **figure 34** dans la section 5.1.3 du présent rapport). En outre, XSA a prédit que malgré les niveaux de stock très bas en 1985, la PME pourrait encore être dépassée au cours des quatre prochaines années (1986-1989), et appuie des captures au cours des deux prochaines décennies (1990 et 2000) supérieures à 80% de la PME malgré une biomasse de stock en baisse (**figure 35**).

Le Groupe a donc convenu qu'il est biologiquement improbable que le stock d'espadon de la Méditerranée ait pu être surexploité à des niveaux de biomasse faibles, de moins de 60% de la SSB_{PME} et de moins de 10% de la SSB_0 , comme l'estime le modèle XSA, étant donné que les prises totales n'ont jamais dépassé 14.000 t avant 1985. Les résultats présentés du modèle a4a étaient largement comparables aux résultats de XSA, et ont donc produit les mêmes conflits entre l'historique des captures et la faible biomasse initiale du stock en 1985. Au vu de tous les éléments, le Groupe a décidé de fournir l'avis scientifique pour le stock d'espadon de la Méditerranée sur la base des deux modèles JABBA ("référence" et "ASEM").

Toutefois, le Groupe a noté que les scénarios d'évaluation de JABBA ont montré un schéma systématiquement négatif dans la variation des erreurs de processus de la biomasse sur la période 2005-2016 (**figure 36**), qui a également été observé sous la forme d'une forte tendance négative dans les valeurs résiduelles du recrutement à la fois dans XSA et a4a. Les causes possibles pourraient être liées à des facteurs environnementaux, mais aussi à d'autres facteurs tels que la mortalité par pêche non comptabilisée des poissons sous-taille, les changements de sélectivité, ou une combinaison de ces facteurs. Indépendamment de la cause sous-jacente, tous les modèles indiquent que la productivité du stock a été inférieure à la moyenne au cours de la dernière décennie. Le Groupe a estimé que cela était particulièrement pertinent pour la projection de l'état futur des stocks sur la base d'une productivité moyenne des stocks à partir de 2019, ce qui correspond à la manière dont les projections sont actuellement mises en œuvre dans les trois

plateformes de modélisation (JABBA, XSA et a4a). Le Groupe a noté qu'il existe des approches pour tenir compte de cette corrélation en série dans les écarts d'erreurs de processus et que cela est intrinsèquement associé à une incertitude accrue quant à l'avenir (Chang *et al. sous presse*; document de référence). Le Groupe a recommandé que cette approche et des approches comparables pour les modèles structurés par âge soient étudiées plus avant à l'avenir et a convenu que les projections actuelles pour l'espadon de la Méditerranée sont associées à un risque d'être trop optimistes et devraient donc être interprétées avec prudence.

Le Groupe a également discuté des différences qui en résultent dans les estimations des paramètres (points de référence) de l'évaluation actuelle des stocks de 2020 par rapport à la précédente évaluation de 2016 (Anon., 2017). Il a été noté que depuis l'évaluation de 2016, il y a eu plusieurs changements à la fois dans les opérations des pêcheries et dans les données disponibles en entrée des modèles d'évaluation, qui ont subi des révisions substantielles et l'intégration de nouvelles données pour l'évaluation de 2020. En bref, voici quelques-unes des nouvelles données liées à ces changements :

1. Une amélioration générale des informations disponibles pour le stock d'espadon de la Méditerranée, notamment :
 - a. Un examen complet des prises nominales de la tâche 1, avec l'inclusion des prises italiennes de GILL entre 1972 et 1983 (Figure 1 dans Anon., 2020, sous presse, dans le rapport SWO de mars) ;
 - b. Une augmentation significative des informations relatives à la distribution par taille des poissons, qui a permis d'obtenir une nouvelle estimation complète et révisée de la CAS.
2. Modification des modèles utilisés pour l'évaluation du stock :
 - a. Jusqu'en 2016, l'avis d'évaluation était basé sur une approche structurée par âge pour fournir l'avis de gestion. Toutefois, en raison du manque d'indices d'abondance pour la période antérieure (avant 1987), le début de cette entrée de modèle a été 1985, lorsque le stock était déjà fortement exploité, la plus grande prise historique ayant eu lieu en 1987. Par conséquent, le modèle ne pouvait être informé que par une tendance à la baisse et, compte tenu de l'incertitude importante quant à la détermination de l'âge des prises, le modèle n'a pas pu estimer correctement la productivité du stock (par exemple, le manque de contraste dans les données de capture).
 - b. En 2020, cette évaluation a plutôt inclus un modèle de production excédentaire de type bayésien qui a commencé en 1950 et qui a pu utiliser toutes les informations de captures historiques disponibles ; en outre le modèle a utilisé des informations biologiques mises à jour pour construire de meilleures distributions a priori de paramètres plus cohérents avec la dynamique escomptée de la population d'espadon de la Méditerranée.

Les deux modèles de JABBA ont pris en compte différentes fonctions de production (modèle de type Schaefer et Pella-Tomlinson) et ont incorporé les informations biologiques les plus récentes dans les distributions a priori de r qui avaient été auparavant considérées. Le Groupe a convenu qu'il est souhaitable de combiner les résultats des deux modèles de production afin de mieux tenir compte des incertitudes structurelles des modèles. L'incertitude quant aux erreurs des résultats de l'ajustement du modèle est caractérisée par l'exécution de la distribution a posteriori de la Monte-Carlo Markov Chain (MCMC) de la biomasse et de la mortalité par pêche développée à partir de 30.000 itérations MCMC au total (trois chaînes MCMC de 5.000 itérations dans chaque modèle).

La trajectoire de la B/B_{PME} dans les distributions marginales a posteriori conjointes a montré un schéma relativement stable entre 1950 et 1970, suivi d'une forte diminution jusqu'au milieu des années 1990, jusqu'à un état de surpêche (**figure 37** et **tableau 13**). Depuis le début des années 2000, la biomasse relative est restée stable à des niveaux inférieurs à B_{PME} jusqu'en 2010 où elle a commencé à diminuer à nouveau. La biomasse en 2018 a été estimée à 0,72 par rapport à B_{PME} avec des intervalles de crédibilité (CI) de 95% : 0,38 - 1,28 (**tableau 14**). La trajectoire de F/F_{PME} a montré une tendance à la hausse depuis le début des séries temporelles au fur et à mesure du développement de la pêcherie, en traversant F_{PME} au milieu des années 1980. Depuis la fin des années 1980, après la forte augmentation, la mortalité par pêche estimée a fluctué autour du niveau correspondant à la PME ($F_{2018}/F_{PME}=0,929$) (**figure 37** et **tableau 13**).

Les médianes et le CI de 95% des distributions marginales conjointes a posteriori pour les points de référence sont indiqués dans le **tableau 14**. La médiane estimée de la distribution marginale a posteriori de B_0 était de 169.231 t (85.506-274.312 t), tandis que les estimations de la PME étaient de 13.325 t (10.899-17.346 t). La médiane de la distribution marginale a posteriori conjointe de B_{PME} variait entre 71.319 t et les estimations de la médiane de F_{PME} étaient de 0,186 (**tableau 13**).

Enfin, un diagramme de phase de Kobe est présenté pour fournir une inférence multi-modèle basée sur la combinaison des deux modèles JABBA (**figure 38**), qui prévoit avec une probabilité de 86,7% que la biomasse du stock reste en dessous des niveaux pouvant produire la PME en 2018, avec une probabilité de 41,1% que le stock soit surpêché et que la surpêche se poursuive (rouge) et une probabilité de 45,6% que le stock soit surpêché mais que la surpêche ne se produise pas (jaune). En résumé, la biomasse actuelle de l'espadon de la Méditerranée (B_{2018}) est restée en-dessous de B_{PME} , tandis que le taux actuel de mortalité par pêche est proche et/ou en-dessous du niveau soutenable (F_{PME}) qui permettrait de rétablir la biomasse à des niveaux qui soutiennent la PME à court et moyen terme.

6. Projections

Pour les projections futures, le Groupe a accepté d'utiliser une combinaison de résultats de projection des deux modèles de JABBA (« référence » et « ASEM ») pour produire les recommandations d'avis, y compris les matrices de stratégie de Kobe 2. L'incertitude est caractérisée sous la forme des distributions a posteriori de la Monte-Carlo Markov Chain (MCMC) de B/B_{PME} et F/F_{PME} , qui sont projetées stochastiquement vers l'avant sur la gamme des scénarios alternatifs de prises fixes dans le modèle JABBA en utilisant JAGS. Chaque modèle a été exécuté avec 15.000 itérations en utilisant trois chaînes MCMC de 5.000 chacune. Ainsi, les distributions a posteriori marginales conjointes des projections ont été construites avec 30.000 itérations MCMC au total. Conformément aux recommandations du Groupe, les projections ont été réalisées pour une gamme de scénarios de prises constantes, comprenant un scénario de référence de prise zéro et couvrant ensuite une gamme de 9.000 t à 15.000 t à des intervalles spécifiques et pour une période de 10 ans (2019-2028). Les projections n'ont pas été réalisées au-delà de 2028 en raison de l'incertitude du recrutement récent. Les captures pour 2019 et 2020 ont été fixées à 9.879 t et 9.583 t, ce qui correspond au TAC fixé pour 2019 et 2020, respectivement [Rec. 16-05, paragraphe 4].

Les projections de la biomasse (**figure 39**) montrent qu'avec des captures atteignant 10.000 t, le stock peut se rétablir jusqu'à atteindre la B_{PME} d'ici la fin de la période de projection (2028) avec une probabilité de 60% [Rec. 16-05, paragraphe 1]. Il faut noter qu'il y a un décalage d'un an entre la ponction des captures avec un effet instantané sur la mortalité par pêche et la réponse de la biomasse l'année suivante. Par conséquent, la mise en œuvre du TAC en 2020 affecte instantanément la F/F_{PME} en 2020, mais cela affecte l'estimation de la B/B_{PME} l'année suivante. Étant donné que la biomasse de 2018 est estimée par le modèle conjoint comme étant en-dessous des niveaux de la biomasse soutenable ($B_{2018}/B_{PME} = 0,72$, voir **tableau 14** dans la section 5.2 du présent rapport) qui pourrait produire une PME estimée à 13.325 t (10.899 - 17.346), il faudrait que le total des captures soit inférieur à 8.000 t ou en-dessous de 10.000 t pour rétablir le stock à B_{PME} d'ici 2025 ou 2028, respectivement, avec une probabilité d'au moins 60% (**tableaux 15 et 17**).

Le taux d'exploitation actuel a été estimé à $F_{2018}/F_{PME} = 0,93$ pour 2018, ce qui indique que la mortalité par pêche actuelle en ciblant les pêcheries est en-dessous de la valeur de référence de F_{PME} . En conséquence, les projections de la mortalité par pêche (**figure 39**) montrent que des captures allant jusqu'à 9.000 ou 10.000 t entraîneraient des probabilités supérieures à 60% de ne pas s'attendre à une surpêche d'ici 2021 ou 2022, respectivement (**tableau 16**).

Toutefois, il est important de noter que les scénarios d'évaluation de JABBA ont montré un schéma systématiquement négatif dans la variation de l'erreur de processus de la biomasse (2005-2016), ce qui augmente l'incertitude de l'état actuel des stocks et des projections immédiates des stocks. Si la productivité des stocks devait rester inférieure à la moyenne, cela conduirait à des prévisions trop optimistes pour le proche avenir. Le Groupe recommande donc d'interpréter ces projections avec précaution.

7. Recommandations

7.1 *Recommandations qui ont des implications financières*

Plan de récupération des données

Le Groupe a constaté d'importantes améliorations dans les données historiques de la tâche I et II par rapport aux informations disponibles dans l'évaluation de 2016 (Anon., 2017). Toutefois, les données de CPUE disponibles pour la période antérieure sont encore limitées. C'est pourquoi les modèles d'évaluation des stocks ne peuvent pas tenir pleinement compte de la période de début des pêcheries. Ainsi, le Groupe a recommandé de réaliser une récupération des données historiques afin que l'historique complet de la pêche soit pris en considération dans les modèles d'évaluation des stocks. Un effort devrait tout particulièrement être consacré à la collecte d'informations disponibles provenant des principales pêcheries des premières années, en se concentrant sur les pêcheries ayant des données limitées. [Coûts estimés : 10.000€ ; Priorité : moyenne, étant donné que cela sera utilisé pour la prochaine évaluation (niveau de priorité à réviser)].

7.2 *Recommandations ayant des implications financières*

7.2.1 *Recommandations sur la recherche et les statistiques*

Pêcheries

- Le Groupe a noté que très peu d'études sur la sélectivité des palangres ont été réalisées dans le passé en Méditerranée ; en outre, elles étaient généralement limitées dans le temps et l'espace et se concentraient principalement sur l'évaluation des composantes des prises accessoires de la pêche d'espadon. Compte tenu des différences qui apparaissent en termes de composition des captures, de CPUE et de distribution par taille des prises d'espadon, entre les différents types de palangre, il est recommandé que les CPC réalisent des études de sélectivité afin d'identifier les pratiques (conception des engins, taille des hameçons et type d'appât) et les stratégies de pêche susceptibles de réduire les rejets d'espadons sous-taille.
- Même si la probabilité mensuelle de capturer des espadons sous-taille, ou le taux mensuel de rejet, a été examiné(e) dans quelques pêcheries ciblant l'espadon de la Méditerranée, il n'existe aucune estimation récente de la proportion mensuelle des recrues et des reproducteurs dans les prises d'espadon de la Méditerranée. Le Groupe a recommandé d'utiliser l'estimation mensuelle de la proportion des reproducteurs et des recrues dans les prises sur une échelle spatiale fine afin de faciliter les décisions de gestion en matière de restrictions spatio-temporelles.
- Le Groupe a convenu que les données des programmes d'observateurs nationaux sont essentielles à des fins d'évaluation et de gestion, car elles peuvent fournir des informations à fine résolution sur les prises sous-taille et les taux de rejet par pêche. En ce qui concerne le formulaire de déclaration ST09 pour les données du programme d'observateurs nationaux, le Groupe recommande : (a) d'inclure la palangre mésopélagique et la palangre de type américain dans la liste de sélection des engins, (b) de mieux préciser la sélection de la gamme de profondeur pour les opérations de pêche, (c) de faire en sorte que tous les formulaires soient remplis sans exclusion [supprimer le terme « facultatif » du sous-formulaire C dans le ST09] et que ces données soient utilisées exclusivement à des fins scientifiques conformément à la Rec. 16-14.
- Le Groupe recommande que toutes les CPC de l'ICCAT révisent et remplacent les estimations provisoires des rejets morts adoptées ici, en utilisant les meilleures informations disponibles (échantillonnage au port, données des observateurs nationaux, etc.) au niveau national. À cette fin, chaque CPC devrait permettre à ses scientifiques nationaux d'avoir accès à toutes les informations pertinentes.
- Le Groupe a réitéré la recommandation formulée par le SCRS en 2019 d'obtenir des données de taille et des données biologiques pour mieux caractériser les rejets d'espadon de la Méditerranée :

Au SCRS et à la Commission de l'ICCAT pour permettre l'échantillonnage d'espadons sous-taille : Actuellement, des tailles minimales sont établies pour l'espadon de l'Atlantique (Recs 17-02 et 17-03) et l'espadon de la Méditerranée (Rec. 16-05). Ces "tailles minimales" désignent soit la "prise et le débarquement", soit la "capture et la rétention à bord", en fonction de chaque recommandation ou paragraphe spécifique. Afin de permettre la collecte d'échantillons biologiques pendant les opérations de pêche commerciale sur l'espadon sous-taille (par exemple, vertèbres, tissus, organes de reproduction, estomacs), le SCRS recommande à la Commission d'envisager d'établir une nouvelle recommandation de l'ICCAT permettant de telles procédures. L'échantillonnage de l'espadon sous-taille ne se ferait que si :

1. Les spécimens sont morts à la remontée ;
2. Les échantillons sont prélevés par un observateur des pêcheries ; et
3. Les échantillons biologiques sont prélevés dans le cadre d'un projet de recherche notifié, entériné et s'inscrivant dans les priorités du Groupe d'espèces sur l'espadon et du SCRS.

Indicateurs d'abondance

- Compte tenu des différences évidentes entre les engins palangriers ciblant l'espadon de la Méditerranée (par exemple, la palangre de surface traditionnelle, la palangre de style américain et la palangre mésopélagique), le Groupe a recommandé que les CPC fournissent des données de capture et d'effort par catégorie d'engin, ainsi que des informations sur la proportion de leur flottille opérant dans chacune de ces catégories. Ces informations sont nécessaires pour estimer des indices d'abondance standardisés à partir des statistiques des pêcheries.
- Le Groupe recommande de tenir compte, dans les procédures de standardisation, des changements océanographiques importants qui se sont produits récemment en mer Méditerranée (par exemple, les changements océanographiques dans la Méditerranée orientale) et qui pourraient avoir eu un impact sur la disponibilité du stock pour certaines pêcheries, et/ou sur le succès du recrutement de la population.
- Le Groupe a noté que d'importants changements océanographiques pourraient affecter le succès du recrutement dans la population et la disponibilité du stock pour certaines pêcheries et recommande que le Sous-comité des écosystèmes identifie des indicateurs des pressions océanographiques et de l'état de l'abondance des larves d'espadon.
- Le Groupe recommande l'inclusion des rejets dans la standardisation des données de capture et d'effort car ils représentent une partie de la capture.
- Même si la CPUE par âge est la valeur d'entrée habituelle pour les analyses structurées par âge, le Groupe a reconnu que cette technique doit se baser sur un niveau d'échantillonnage accru, et pas seulement sur une simple substitution des données actuelles. Il est donc recommandé d'augmenter l'échantillonnage pour la détermination de l'âge, de manière à pouvoir élaborer des clés d'âge-longueur ou des prises par âge et des CPUE par âge. À cette fin, le Groupe a constaté qu'il était important de recueillir des données de taille et des pièces dures conjointement avec des données de prise et d'effort afin de fournir des CPUE significatives.

Évaluation

- Le Groupe s'est accordé sur l'importance croissante des rejets d'espadon de la Méditerranée par rapport au total des captures, et sur le fait qu'une partie de ces rejets est due à la taille minimale de capture de 100 cm LJFL [Rec. 16-05, paragraphes 15 et 16]. Le Groupe recommande, pour mieux inclure ces rejets dans les modèles d'évaluation, d'établir une déclaration plus complète des rejets d'espadon en mer, tant dans les pêcheries dirigées que dans les autres grandes pêcheries pélagiques de la Méditerranée. De même, il est recommandé d'explorer des modèles d'évaluation intégrée avec davantage d'options en matière de flottille, de sélectivité et d'environnement afin de mieux modéliser et évaluer l'impact des rejets, de l'environnement et/ou des modifications ou réglementations de la sélectivité sur la dynamique du stock et son état de rétablissement.

- Le Groupe a recommandé que la prochaine évaluation du stock d'espadon de la Méditerranée ne soit pas effectuée avant 2024 afin de donner plus de temps pour la collecte de données supplémentaires qui permettront d'évaluer les mesures de gestion adoptées par le biais de la Rec. 16-05 et les progrès réalisés dans le rétablissement du stock. Une réunion de préparation des données devrait être tenue suffisamment à l'avance afin d'analyser et de préparer les données à utiliser dans l'évaluation des stocks. Néanmoins, le Groupe devrait revoir en 2022 les indicateurs des pêcheries disponibles (captures, indices d'abondance, etc.) pour suivre la tendance de l'état des stocks. Si un changement survient entre temps dans les indicateurs de l'état des stocks, par exemple une baisse soudaine des prises nominales ou des tailles moyennes, l'évaluation des stocks devrait être réalisée avant 2024.

7.3 Recommandations en matière de gestion

- Au cours des 50 dernières années, la biomasse des stocks a affiché des tendances à la baisse, à commencer par la période autour de 1970-1990, lorsque la pêcherie était dans une phase de fort développement. Dans la période suivante, jusqu'en 2010 environ, les tendances à la baisse ont été plutôt modestes, accompagnées de fluctuations à petite échelle. Au cours de la période la plus récente, la biomasse des stocks a continué à diminuer. Comme prévu, la mortalité par pêche a suivi une tendance opposée avec des augmentations plus importantes au cours des années 1980. La biomasse actuelle des stocks est inférieure d'environ 30% à celle correspondant à la PME, tandis que la mortalité par pêche se situe autour de F_{PME} . Selon les objectifs de la Commission, le stock doit être rétabli et des scénarios pertinents ont été simulés en postulant différents niveaux de quotas. L'analyse a indiqué que la probabilité de rétablissement des stocks dans les cinq prochaines années (2025) est légèrement supérieure à 60% si un quota de 8.000 t est adopté. La probabilité augmente si l'on choisit des niveaux de quotas inférieurs. Comme il existe des incertitudes sur la productivité des stocks, ces estimations pourraient être trop optimistes et devraient être interprétées avec prudence.
- Le Groupe a noté que depuis l'établissement de tailles minimales de capture, notamment après la récente augmentation imposée par la Rec. 16-05, les niveaux de rejets d'espadons sous-taille augmentent au moins pour certaines pêcheries et sont en grande partie morts. Toutefois, les rejets ne sont pas déclarés pour toutes les flottilles. Bien qu'une tentative ait été faite pour estimer statistiquement les niveaux de rejets et les prendre en compte dans les modèles d'évaluation des stocks, le volume réel du total des rejets est inconnu en raison de cette sous-déclaration. Une telle sous-déclaration conduit à de fausses estimations du volume global des captures et, par conséquent, biaise les estimations de l'état des stocks et les projections de la taille future des stocks dans le cadre de différentes mesures de gestion.

8. Autres questions

8.1 Résumé exécutif

Le Groupe a également révisé et mis à jour le résumé exécutif consacré à l'espadon de la Méditerranée. Toutefois, la version finale comprenant les figures, les tableaux et des ajouts mineurs au texte relatifs à l'état du stock sera actualisée lors de la réunion du Groupe d'espèces en septembre.

9. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté pendant la réunion. Le Président et le Secrétariat ont remercié tous les participants pour leurs efforts afin de travailler de manière efficace et efficiente tout au long de la réunion. La réunion a été levée.

Bibliographie

Anon. 2015. Report of the 2014 ICCAT Mediterranean Swordfish Stock Assessment meeting (Heraklion, Greece, 21-25 July 2014). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 71 (5): 1870-1979

- Anon. 2017. Report of the Mediterranean Swordfish Stock Assessment session (Casablanca, Morocco, 11-16 July 2016). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 73 (3): 1005-1096
- Anon. 2020. *In press*. Report of the Swordfish Species Group intersessional meeting (Online, 16-19 March 2020): 41 p.
- Chang, Y.J., Winker, H., Sculley, M., Hsu, J., 2019. Evaluation of the status and risk of overexploitation of the Pacific billfish stocks considering non-stationary population processes. *Deep. Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* in press. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2019.104707>
- Jardim, E., Millar, C.P., Mosqueira, I., Scott, F., Osio, G.C., Ferretti, M., Alzorriz, N., Orío, A., 2015. What if stock assessment is as simple as a linear model? The a4a initiative. *ICES J. Mar. Sci.* 72, 232–236.
- Kell, L.T., Mosqueira, I., Grosjean, P., Fromentin, J., Garcia, D., Hillary, R., Jardim, E., Mardle, S., Pastoors, M.A., Poos, J.J., Scott, F., Scott, R.D., 2007. FLR: an open-source framework for the evaluation and development of management strategies. *ICES J. Mar. Sci.* 64, 640–646.
- Marisaldi, L., Basili, D., Candelma, M., Sesani, V., Pignalosa, P., Gioacchini, G., and Carnevali, O., 2020. The challenge to assign maturity stages: development of a histology-validated macroscopic criteria based on the GI. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 76(3): 304-314.
- Mohn, R., 1999. The retrospective problem in sequential population analysis: An investigation using cod fishery and simulated data. *ICES J. Mar. Sci.* 56, 473–488. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1999.0481>
- Winker, H., Carvalho, F., Kapur, M., 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. *Fish. Res.* 204, 275–288. <https://doi.org/http://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.03.01>
- Winker, H., Mourato, B., Chang, Y. 2020. Unifying parameterizations between age-structured and surplus production models: an application to Atlantic white marlin (*kajikia albida*) with simulation testing. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 76(4): 219-234.

TABLEAUX

Tableau 1. Prises nominales de la tâche I (T1NC, t) de l'espadon de la Méditerranée par année, type de prise et groupe d'engins, entre 1950 et 2018. Les séries de rejets morts des palangriers entre 2008 et 2018, à l'exception de l'UE-Espagne (6,7 t en 2015 et 83,5 t en 2018), sont des estimations préliminaires (SCRS/2020/028) adoptées par le Groupe. Les prises totales utilisées dans l'évaluation des stocks de 2016 (SA2016) sont également indiquées (avec la différence relative, %) à titre de comparaison.

Tableau 2. Catalogue standard du SCRS de disponibilité des données des tâches 1 et 2 de l'espadon de la Méditerranée par pêcherie principale (combinaisons pavillon/engin classées par ordre d'importance) et année (panneau supérieur : 1960-1989 ; panneau inférieur: 1989-2018). Seules les pêcheries les plus importantes (représentant environ 97,5% de la prise totale de la tâche 1) sont présentées. Pour chaque série de données, la tâche 1 (DSet= « t1 », en t) est représentée par rapport au schéma de disponibilité équivalent de la tâche 2 (DSet= « t2 »). Le schéma de couleurs de la tâche 2 présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe; « b »= T2SZ existe; « c »= T2CS existe) qui représente la disponibilité des données de la tâche 2 dans le système ICCAT-DB.

Tableau 3. Matrice globale de prise par taille (CAS) de SWO-M par année et classes de 5 cm LJFL (limite inférieure), comprenant les estimations des rejets morts des flottilles palangrières 2008-2018.

Tableau 4. Matrice de CAA (découpage inverse par âge -VB) incluant les rejets morts estimés des flottilles palangrières 2008 - 2018.

Tableau 5. Matrice de CAA (distribution mixte) incluant les rejets morts estimés des flottilles palangrières 2008 -2018.

Tableau 6. Indices d'abondance relative disponibles pour l'évaluation du stock d'espadon de la Méditerranée de 2020.

Tableau 7. Résumé du tableau d'évaluation de la CPUE pour l'évaluation du stock d'espadon de la Méditerranée.

Tableau 8. Paramètres de contrôle de XSA pour le scénario de continuité et les scénarios potentiels pour l'espadon de la Méditerranée.

Tableau 9. Paramétrage appliqué à a4a pour l'espadon de la Méditerranée.

Tableau 10. Les résultats pour les distributions a priori de r et le paramètre de forme de la médiane avec les valeurs BPME/K correspondantes ont généré un modèle structuré par âge en conditions d'équilibre (ASEM) avec une relation stock-recrutement de Beverton-Holt en utilisant des simulations de Monte-Carlo.

Tableau 11. Résumé des quantiles postérieurs présentés sous forme de médianes de la distribution a posteriori marginales et les intervalles de confiance associés de 95% des paramètres des modèles bayésiens de production excédentaire état-espace pour l'espadon de Méditerranée.

Tableau 12. Résumé statistique rho de Mohn calculé pour une période d'évaluation rétrospective de cinq ans. Plus le seuil est élevé, plus le biais rétrospectif est important.

Tableau 13. Estimations de la biomasse, de la mortalité par pêche, de la biomasse par rapport à BPME et de la mortalité par pêche par rapport à FPME entre 1950 et 2018 sous la forme de distributions a posteriori MCMC conjointes des scénarios du modèle JABBA (modèles de référence et ASEM) pour l'espadon de la Méditerranée avec des intervalles de confiance de 95 %.

Tableau 14. Résumé des points de référence (médiane et intervalles de confiance de 95 %) présentés sous la forme de distributions a posteriori MCMC conjointes des scénarios du modèle JABBA (modèles de référence et ASEM) pour l'espadon de la Méditerranée.

Tableau 15. Probabilités estimées que le stock d'espadon de la Méditerranée soit supérieur à BPME (non surpêché) pour une gamme de prises totales fixes de 0 à 15.000 tonnes sur l'horizon de projection 2021-2028, sur la base des distributions a posteriori MCMC conjointes des scénarios du modèle JABBA (modèles de référence et ASEM).

Tableau 16. Probabilités estimées que le stock d'espadon de la Méditerranée soit inférieur à FPME (absence de surpêche) pour une gamme de prises totales fixes de 0 à 15.000 tonnes sur l'horizon de projection 2021-2028, sur la base des distributions a posteriori MCMC conjointes des scénarios du modèle JABBA (modèles de référence et ASEM).

Tableau 17. Probabilités estimées que le stock d'espadon de la Méditerranée soit supérieur à BPME et inférieur à FPME (zone verte) pour une gamme de prises totales fixes (0 à 15.000 tonnes) sur l'horizon de projection 2021-2028, sur la base des distributions a posteriori MCMC conjointes des scénarios du modèle JABBA (modèles de référence et ASEM).

FIGURES

Figure 1. Prises nominales totales de SWO-M (T1NC, t) par année, indiquant le total des débarquements (palangre et autres engins) et les rejets morts (déclarés et estimés dans SCRS/2020/028). Les prises totales utilisées dans l'évaluation des stocks de 2016 (SA2016) sont indiquées à des fins de comparaison.

Figure 2. Prises nominales de la tâche I (T1NC, t) couvertes par les informations sur la taille de chaque année. Les séries en bleu représentent les données T2SZ extrapolées. Les séries en vert représentent les données T2CS (ré-extrapolées ou non). Les séries en rouge indiquent qu'aucune information sur la taille n'existe et qu'une substitution a été effectuée. Alors que le panneau supérieur indique les séries de captures absolues cumulées de T1NC, le panneau inférieur montre le ratio relatif.

Figure 3. Poids moyens annuels pondérés (pavillon et engin) (kg) obtenus à partir des deux matrices de CAS estimées et utilisées dans les évaluations des stocks de 2016 et 2020 (respectivement séries SA2016 et SA2020). La moyenne mobile sur 5 ans n'est indiquée que pour la dernière série (SA2020).

Figure 4. Proportions d'âge relatives des deux approches de découpage des âges utilisées (en haut : découpage avec VB inverse ; en bas : distribution mixte).

Figure 5. Indices d'abondance en biomasse (échelonnés à la moyenne) utilisés pour les modèles d'évaluation du stock d'espadon de la Méditerranée.

Figure 6. Indices d'abondance en nombre (échelonnés à la moyenne) utilisés pour les modèles d'évaluation du stock d'espadon de la Méditerranée.

Figure 7. Séries temporelles des indices de CPUE standardisés et échelonnés par flottille : GR_LL= palangre grecque, SP_LL=palangre espagnole, MO_LL=palangre marocaine, LI_LL=palangre ligurienne.

Figure 8. Estimations de la série temporelle de XSA pour le scénario du cas de base.

Figure 9. Estimations de la série temporelle de XSA par CPUE, pour le scénario du cas de base.

Figure 10. Diagramme rétrospectif pour le scénario du cas de base de XSA.

Figure 11. Estimations de la série temporelle de XSA pour le scénario de rejets.

Figure 12. Estimations de la série temporelle de XSA par CPUE, pour le scénario de rejets.

Figure 13. Diagramme rétrospectif pour le scénario de rejets de XSA.

Figure 14. Comparaison des estimations entre le scénario du cas de base et le scénario de rejets de XSA.

Figure 15. Séries temporelles des indices de CPUE standardisés et échelonnés par flottille: GR_LL = palangre grecque, SP_LL = palangre espagnole, MO_LL = palangre marocaine, LI_LL = palangre ligurienne, SI_LL = palangre sicilienne, LI_SUR = palangre de surface ligurienne.

Figure 16. Scénario a4a de M constante sans rejets. Résumé des résultats de l'évaluation. Tendances du recrutement, de la biomasse du stock reproducteur (tonnes), des captures (tonnes) et de la mortalité par pêche pour les âges 2 à 4. Intervalles de confiance de 10%, 25 %, 75 % et 90 %.

Figure 17a. Scénario a4a de M constante avec des rejets. Résumé des résultats de l'évaluation. Tendances du recrutement, de la biomasse du stock reproducteur (tonnes), des captures (tonnes) et de la mortalité par pêche pour les âges 2 à 4. Intervalles de confiance de 10%, 25 %, 75 % et 90 %.

Figure 18. Scénario a4a de M constante sans rejets. Diagramme rétrospectif.

Figure 19. Scénario a4a de M constante avec rejets. Diagramme rétrospectif.

Figure 20. Diagramme comparatif de a4a entre scénario de M constante et rejets.

Figure 21. Résultats du modèle structuré par âge en conditions d'équilibre (ASEM) avec une relation stock-recrutement de Beverton-Holt en utilisant des simulations Monte-Carlo. Panneau de gauche: Estimations des courbes de production par M; panneau de droite: distributions de la densité des valeurs simulées de r par M.

Figure 22. Séries temporelles de la CPUE observée (cercle) avec des intervalles de confiance d'erreur de 95% (barres d'erreur) et prévue (ligne continue ; panneaux supérieurs) et tests de scénarios (panneaux inférieurs) de l'espadon de la Méditerranée pour le scénario de référence du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien JABBA. Les tests des scénarios évaluent le caractère aléatoire des séries temporelles des valeurs résiduelles de CPUE par flottille. Les panneaux verts indiquent qu'il n'y a aucune preuve de l'absence de caractère aléatoire des valeurs résiduelles des séries temporelles ($p > 0,05$), tandis que les panneaux rouges (non représentés ici) indiquent le contraire. La zone intérieure ombrée montre trois erreurs types par rapport à la moyenne générale et les cercles rouges identifient une année spécifique avec des valeurs résiduelles supérieures à cette valeur seuil (règle 3x sigma).

Figure 23. Séries temporelles de la CPUE observée (cercle) avec des intervalles de confiance d'erreur de 95% (barres d'erreur) et prévue (ligne continue ; panneaux supérieurs) et tests de scénarios (panneaux inférieurs) de l'espadon de la Méditerranée pour le scénario ASEM du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien JABBA. Les tests des scénarios évaluent le caractère aléatoire des séries temporelles des valeurs résiduelles de CPUE par flottille. Les panneaux verts n'indiquent aucune preuve de l'absence de caractère aléatoire des valeurs résiduelles des séries temporelles ($p > 0,05$), tandis que les panneaux rouges (non représentés ici) indiquent le contraire. La zone intérieure ombrée montre trois erreurs types par rapport à la moyenne générale et les cercles rouges identifient une année spécifique avec des valeurs résiduelles supérieures à cette valeur seuil (règle 3x sigma).

Figure 24. Diagrammes diagnostics de valeurs résiduelles de JABBA pour les jeux alternatifs des indices de la CPUE examinés pour chaque scénario (gauche: modèle de référence; droite: modèle ASEM) pour l'espadon de la Méditerranée. Panneaux supérieurs: 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 pleines indiquent un *loess* plus lisse pour toutes les valeurs résiduelles. Panneaux inférieurs: Déviations de l'erreur de processus (médiane : ligne continue). La zone ombrée en gris représente des intervalles de confiance de 95%.

Figure 25. Distributions a priori et a posteriori de divers paramètres du modèle et de gestion pour le modèle bayésien de production excédentaire état-espace pour l'espadon de la Méditerranée. PPRM: Ratio de la distribution a posteriori et de la distribution a priori des moyennes; PPRV : Ratio de la distribution a posteriori et de la distribution a priori des variances. Panneaux supérieurs: modèle de référence ; panneaux inférieurs : modèle ASEM.

Figure 26. Les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à BPME (B/BPME) et de la mortalité par pêche par rapport à FPME (F/FPME) (panneaux centraux) et de la biomasse par rapport à K (B/K) et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs) pour chaque scénario à partir des ajustements du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien pour l'espadon de la Méditerranée.

Figure 27. Analyse rétrospective effectuée par rapport au modèle de référence, en retirant une année à la fois de manière séquentielle ($n=5$) et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à BPME (B/BPME) et de la mortalité par pêche par rapport à FPME (F/FPME) (panneaux centraux) et de la biomasse par rapport à K (B/K) et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs) pour chaque scénario à partir des ajustements du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien pour l'espadon de la Méditerranée.

Figure 28. Analyse rétrospective effectuée par rapport au modèle ASEM, en retirant une année à la fois de manière séquentielle ($n=5$) et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à BPME (B/BPME) et de la mortalité par pêche par rapport à FPME (F/FPME) (panneaux centraux) et de la biomasse par rapport à K (B/K) et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs) pour chaque scénario à partir des ajustements du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien pour l'espadon de la Méditerranée.

Figure 29. Analyse *jackknife* de l'indice effectuée par rapport au modèle de référence, en retirant un indice de CPUE à la fois et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à BPME (B/BPME) et de la mortalité par pêche par rapport à FPME (F/FPME) (panneaux centraux) et de la biomasse par rapport à K (B/K) et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs) pour chaque scénario à partir des ajustements du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien pour l'espadon de la Méditerranée.

Figure 30. Analyse *jackknife* de l'indice effectuée par rapport au modèle ASEM, en retirant un indice de CPUE à la fois et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à BPME (B/BPME) et de la mortalité par pêche par rapport à FPME (F/FPME) (panneaux centraux) et de la biomasse par rapport à K (B/K) et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs) pour chaque scénario à partir des ajustements du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien pour l'espadon de la Méditerranée.

Figure 31. Séries temporelles de prises alternatives utilisées dans les scénarios de sensibilité pour explorer les impacts potentiels de la sous-déclaration des prises du début de la série 1950-1986 de 20% (HistCx1,2), 50% (HistCx1,5), 100% (HistCx2) et 200% (HistCx3) sur les résultats d'évaluation de JABBA.

Figure 32. Analyse rétrospective effectuée par rapport au modèle de référence pour chaque postulat en ce qui concerne les prises historiques (en multipliant les prises du début de la série de 1950 à 1986 par les facteurs 1,2, 1,5, 2 et 3) et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à BPME (B/BPME) et de la mortalité par pêche par rapport à FPME (F/FPME) (panneaux centraux) et de la biomasse par rapport à K (B/K) et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs) pour chaque scénario à partir des ajustements du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien pour l'espadon de la Méditerranée.

Figure 33. Analyse de sensibilité effectuée par rapport au modèle ASEM pour chaque postulat en ce qui concerne les prises historiques (en multipliant les prises du début de la série de 1950 à 1986 par les facteurs 1,2, 1,5, 2 et 3) et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à BPME (B/BPME) et de la mortalité par pêche par rapport à FPME (F/FPME) (panneaux centraux) et de la biomasse par rapport à K (B/K) et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs) pour chaque scénario à partir des ajustements du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien pour l'espadon de la Méditerranée.

Figure 34. Diagramme de phase de production excédentaire de JABBA pour le modèle de référence (panneaux de gauche) et le modèle ASEM (panneaux de droite) montrant les trajectoires des captures par rapport à BPME et à PME (panneaux supérieurs) et diagramme de phase de Kobe montrant les trajectoires estimées (1959-2018) de B/BPME et de F/FPME pour le modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien pour l'espadon de la Méditerranée (panneaux du bas). Les différents dégradés de gris illustrent les intervalles de confiance de 50%, 80% et 95% pour l'année terminale de l'évaluation. La probabilité que les points de l'année terminale se situent dans chaque quadrant est indiquée dans la légende de la figure.

Figure 35. Illustration des séries de captures (1950-2018) par rapport aux estimations de la PME (prises/PME) pour le scénario final de XSA, incluant les rejets et le modèle JABBA combiné (« référence » et « ASEM ») sur l'axe des ordonnées (y) de gauche et les trajectoires correspondantes du modèle de SSB/SSBPME et B/BPME, respectivement, sur l'axe des ordonnées (y) de droite. Les zones ombrées en vert indiquent la période de référence (1950-1985) lorsque les captures sont restées inférieures à la PME et, par conséquent, le stock devrait se situer dans le quadrant vert du diagramme de phase de Kobe ($B > BPME$ et $F < FPME$). La ligne horizontale noire pointillée indique les niveaux de capture et de biomasse au niveau de la PME, respectivement, et la ligne rouge pointillée indique le niveau de biomasse à 50 % du niveau de la PME.

Figure 36. Écarts de l'erreur de processus dans la biomasse estimée à l'échelle logarithmique (médiane : ligne continue) pour les modèles JABBA (modèles de référence et ASEM). Les lignes verticales bleues représentent l'année 1987 lorsque les indices d'abondance relative ont commencé à informer le modèle et les lignes rouges représentent l'année 2004 comme étant l'année approximative où la réglementation sur la taille minimale a été mise en place.

Figure 37. Résultats finaux du modèle d'évaluation JABBA pour l'espadon de la Méditerranée sous la forme de distributions a posteriori MCMC conjointes des scénarios du modèle JABBA (modèles de référence et ASEM). (a) Série temporelle de la capture représentant l'estimation de la PME avec un intervalle de crédibilité de 95% associé (ligne pointillée) ; (b) biomasse par rapport à B_0 (B/B_0) (panneaux supérieurs) ; (c) tendances de la biomasse et (d) de la mortalité par pêche ; (e) tendances de la biomasse par rapport à BPME ($B/BPME$) et (f) mortalité par pêche par rapport à FPME ($F/FPME$).

Figure 38. Diagramme de phase de Kobe montrant les distributions a posteriori combinées de $B_{2018}/BPME$ et $F_{2018}/FPME$ présentées sous la forme de distributions a posteriori MCMC conjointes des scénarios du modèle JABBA (modèles de référence et ASEM) pour l'espadon de la Méditerranée. La probabilité que les points de la distribution a posteriori se situent dans chaque quadrant est indiquée dans le diagramme en camembert.

Figure 39. Tendances de la biomasse du stock (panneau supérieur, $B/BPME$) et de la mortalité par pêche (panneau inférieur, $F/FPME$) relatives et projetées de l'espadon de la Méditerranée, selon différents scénarios de TAC (0 - 15.000 t), sur la base des projections combinées des scénarios du modèle JABBA (modèles de référence et ASEM). Chaque ligne représente la médiane des 30.000 itérations MCMC par année projetée.

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Liste des documents et des présentations.

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

Appendice 5. Scénarios finaux de XSA.

Appendice 6. Scénarios finaux de A4A.

Table 1. Task 1 nominal catches (T1NC, t) of SWO-M by year, catch type and gear group, between 1950 and 2018. The LL dead discards series between 2008 and 2018, with the exception of EU-Spain (6.7 t in 2015 and 83.5 t in 2018), are preliminary estimates (SCRS/2020/028) adopted by the Group. The total catches used in the 2016 stock assessment (SA2016) is also shown (with the relative difference, %) for comparison.

Year	Catch type / gear group								Dead discards	TOTAL	TOTAL catches (SA2016)	Relative difference (%)	
	LL	GN	HP	HL	PS	TW	others	UN					
1950	586									586	586	0	
1951	580									580	580	0	
1952	337									337	337	0	
1953	501									501	0	100	
1954	452									452	452	0	
1955	340									340	340	0	
1956	393									393	393	0	
1957	395		250							645	250	158	
1958	414		500							914	914	0	
1959	401		200							601	200	200	
1960	403		112							515	112	360	
1961	500		112							612	206	197	
1962	591		112							703	300	134	
1963	498		224							722	318	127	
1964	686		112							798	394	103	
1965	1423		112					1	224	1760	1760	0	
1966	1192		336						224	1752	1752	0	
1967	869		111					1	336	1317	1317	0	
1968	2570		115	194				1	560	3440	3440	0	
1969	3313		133	277						3723	3723	0	
1970	2993		99	249						3341	3341	0	
1971	4496		76	402				1		4975	4975	0	
1972	5399		5247	513				1		11160	5973	87	
1973	4362		3985	388						8735	4809	82	
1974	4564		4684	462				3		9713	5043	93	
1975	3888		4219	416						8522	4314	98	
1976	4318		4914	312						9544	4637	106	
1977	4838		4791	417						10046	5285	90	
1978	5186		5377	756				8		11327	5966	90	
1979	5200		4980	475						10655	5547	92	
1980	6230		5216	501						11947	6579	82	
1981	6450		4873	461						11784	6814	73	
1982	6112		3730	356						10198	6343	61	
1983	6313		4016	366				1		10696	6896	55	
1984	6709		6658	294				5		13666	13666	0	
1985	7169		7816	298	1			5	3	15294	15292	0	
1986	8166		8130	469						16765	16765	0	
1987	8776		9219	325						18320	18320	0	
1988	10250		9645	468				2		20365	20365	0	
1989	7875		9542	345						17762	17762	0	
1990	7346		8280	379				12		16018	16018	0	
1991	7365		7971	397				12		15746	15746	0	
1992	7631		7076					2		14709	14709	0	
1993	7377		5819					4	65	13265	13265	0	
1994	8985		6978					18	101	16082	16082	0	
1995	6319		6648	11				11	26	13015	13015	0	
1996	5884		5998	10				4	157	12053	12053	0	
1997	5389		9195	12				5	92	14693	14693	0	
1998	6674		7577	12				57	4	14369	14369	0	
1999	6223		7372					52	3	13699	13699	0	
2000	7129		8335	11				3	39	15569	15569	0	
2001	7498		7420					4	6	15006	15006	0	
2002	8042		4695					2	75	12814	12814	0	
2003	10748		4870	7				0	8	15694	15674	0	
2004	10877		3332	5	112			45	4	14405	14405	0	
2005	10954		3265	6	175			56	7	14622	14600	0	
2006	11323		3400		72			47	1	14915	14893	0	
2007	11113		3023		1			22	1	14227	14227	0	
2008	11479		587	27	0			12	2	1546	13683	12164	12
2009	11020		477		0			2	4	1396	13235	11840	12
2010	11918		411		1			3	2	1488	14754	13265	11
2011	10288		388		1			3	24	1191	12640	11450	10
2012	9131		0		2			34	15	1133	11046	9913	11
2013	9047		2		4			13	24	973	10070	9096	11
2014	9718		3	2	3			7	10	1168	10969	9794	12
2015	10675		1	32	5			19	20	1230	11983	9966	20
2016	10878		0	7	4			17	17	1369	12300		100
2017	8345		0	35	4			11	4	1988	10390		100
2018	6934		0	29	2			17	12	1682	8677		100

Table 4. CAA matrix (slicing inverse-VB) including estimated dead discards from longline fleets 2008 – 2018.

YearC	Age0	Age1	Age2	Age3	Age4	Age5	Age6	Age7	Age8	Age9P	Total
1972	-	51,509	86,268	130,348	49,500	12,958	5,729	2,487	1,260	1,555	341,614
1973	-	41,699	66,501	108,353	28,584	12,387	5,562	2,668	383	1,269	267,408
1974	-	43,590	72,073	138,475	36,981	9,448	4,277	1,445	86	869	307,245
1975	-	37,064	67,107	128,997	30,637	7,184	2,429	1,059	244	708	275,429
1976	-	41,634	59,662	139,719	40,179	9,723	3,061	1,239	126	831	296,174
1977	-	46,227	77,441	159,818	29,754	9,525	3,522	1,356	121	823	328,586
1978	1,719	24,673	86,245	176,070	35,184	12,545	7,005	1,472	-	882	345,794
1979	628	24,627	61,690	156,909	27,190	15,908	7,913	1,438	1,303	3,318	300,925
1980	2,924	20,169	89,397	195,373	28,570	10,680	6,868	2,906	655	2,402	359,945
1981	3,027	20,971	88,147	174,985	29,926	11,027	8,001	3,044	1,100	3,676	343,904
1982	2,867	19,773	99,263	128,176	25,696	11,586	7,806	3,223	1,017	3,240	302,647
1983	1,322	9,421	129,633	148,057	27,258	10,039	4,909	1,288	271	1,353	333,553
1984	1,690	81,081	187,342	175,704	39,561	10,556	3,618	1,224	146	182	501,102
1985	9,759	106,423	148,484	203,322	36,156	21,783	8,621	2,735	1,497	567	539,346
1986	6,796	64,711	160,481	205,961	49,264	23,653	8,661	4,649	1,347	2,618	528,142
1987	4,207	36,539	138,807	282,198	61,134	20,922	6,952	3,643	1,911	1,202	557,516
1988	8,927	171,055	102,700	281,294	88,991	28,549	9,014	3,729	683	555	695,497
1989	9,368	78,094	109,714	312,367	59,356	16,691	4,759	1,556	456	353	592,715
1990	32,860	200,435	243,816	151,699	30,591	15,416	6,931	3,321	1,411	1,516	687,997
1991	36,704	163,928	201,891	123,822	49,500	20,364	9,334	3,758	2,254	1,594	613,150
1992	34,087	156,586	196,227	100,115	47,036	21,642	9,089	3,725	2,356	2,059	572,921
1993	16,023	226,215	195,220	89,263	32,695	16,825	7,502	3,880	1,510	1,953	591,086
1994	27,569	194,967	216,650	110,454	37,863	22,029	11,044	6,444	3,094	3,756	633,870
1995	19,856	270,687	160,587	80,475	27,189	15,984	8,974	4,538	2,069	2,997	593,356
1996	34,866	222,703	145,767	83,586	29,989	13,968	7,864	3,668	1,794	4,142	548,345
1997	21,846	380,181	194,916	99,174	29,730	16,706	6,280	3,041	1,650	2,358	755,883
1998	32,059	358,399	184,758	83,346	32,913	20,588	8,710	3,406	1,520	1,721	727,421
1999	9,380	182,651	253,000	96,030	36,806	15,237	6,469	3,568	1,590	1,873	606,604
2000	7,605	126,155	276,137	126,774	40,408	23,912	9,385	5,609	1,953	2,108	620,047
2001	17,440	199,737	254,324	111,737	39,390	16,060	7,183	3,109	2,284	3,016	654,281
2002	10,297	195,896	182,016	89,663	34,090	16,831	7,275	3,677	1,656	1,878	543,280
2003	41,176	127,457	266,732	114,886	43,207	20,782	7,929	3,759	2,403	2,749	631,081
2004	53,052	236,338	172,035	88,188	38,879	21,348	8,795	4,744	2,288	3,330	628,998
2005	55,039	149,628	138,038	61,807	41,989	28,867	14,358	8,527	4,213	6,419	508,884
2006	12,977	141,859	197,874	80,525	36,123	22,535	11,945	7,310	3,836	6,004	520,987
2007	37,991	247,354	156,130	90,733	38,425	19,147	8,131	3,840	2,447	2,881	607,077
2008	18,210	301,699	226,448	79,708	30,624	13,863	4,668	2,067	1,159	2,729	681,174
2009	5,421	237,967	224,836	76,306	38,262	19,260	6,210	2,234	1,479	1,751	613,726
2010	40,492	260,375	161,346	90,334	51,109	22,785	8,828	3,917	2,422	2,122	643,729
2011	95,943	218,815	180,005	79,528	39,618	14,373	8,628	3,484	1,369	3,680	645,443
2012	8,635	194,975	134,349	55,873	28,915	15,079	8,387	5,591	2,510	2,454	456,768
2013	3,350	141,875	148,570	63,827	27,361	12,760	6,969	3,555	1,823	2,002	412,092
2014	5,099	95,734	174,082	81,789	32,448	14,888	6,994	2,370	616	2,841	416,862
2015	6,781	186,173	158,819	77,867	29,773	12,709	7,076	3,858	1,841	3,986	488,884
2016	3,325	215,089	163,137	73,755	36,053	18,328	7,314	2,265	1,330	2,837	523,431
2017	3,312	129,145	139,012	45,855	32,518	20,510	9,326	4,358	1,956	1,167	387,158
2018	4,596	115,848	121,877	43,659	27,474	14,710	5,307	2,620	1,462	1,492	339,046

Table 5. CAA matrix (mixture distribution) including estimated dead discards from the longline fleets 2008- 2018.

Year	Age 0	Age 1	Age 2	Age 3	Age 4	Age 5	Age 6 Plus	Total
1972	1	62,589	116,621	106,369	33,002	13,365	9,666	341,614
1973	1	48,997	91,311	83,476	26,009	10,609	7,005	267,408
1974	1	56,271	104,795	96,560	29,882	12,071	7,665	307,245
1975	1	50,359	94,412	87,458	26,995	10,879	5,325	275,429
1976	0	54,288	100,956	93,752	29,175	11,838	6,164	296,174
1977	1	60,107	112,691	104,214	32,172	12,968	6,433	328,586
1978	878	47,471	114,688	122,526	41,126	19,104	0	345,794
1979	0	53,728	100,796	94,460	28,975	11,746	11,220	300,925
1980	2,026	44,618	118,122	136,674	40,391	18,113	0	359,945
1981	857	30,201	109,296	141,301	42,500	19,749	0	343,904
1982	776	22,008	101,744	118,510	39,628	19,980	0	302,647
1983	678	25,960	114,673	133,611	40,113	18,518	0	333,553
1984	0	95,976	174,096	159,703	50,338	20,852	137	501,102
1985	3,711	100,498	185,390	170,234	55,417	24,096	1	539,346
1986	2,070	80,775	178,200	178,280	60,521	28,295	0	528,142
1987	2,256	86,807	187,699	190,215	61,577	28,962	0	557,516
1988	4,447	135,166	231,918	221,616	71,925	30,426	0	695,497
1989	5,888	109,881	200,117	191,426	60,389	25,013	0	592,715
1990	10,033	136,060	239,899	210,755	65,164	26,077	9	687,997
1991	8,529	119,930	213,274	187,465	59,523	24,424	5	613,150
1992	8,021	111,762	200,132	174,183	55,773	23,050	0	572,921
1993	6,589	121,644	208,714	174,800	56,255	23,084	0	591,086
1994	4,032	121,669	231,397	186,118	62,893	27,761	0	633,870
1995	11,308	120,790	208,645	175,595	54,969	22,047	1	593,356
1996	13	134,877	187,226	151,117	51,335	23,778	0	548,345
1997	3,740	159,523	269,634	222,874	70,993	29,118	1	755,883
1998	14,551	150,363	251,491	216,716	67,415	26,885	1	727,421
1999	3,803	122,369	218,077	181,574	57,740	23,040	2	606,604
2000	0	112,254	240,360	174,117	66,490	26,773	54	620,047
2001	1,896	129,580	239,672	193,452	62,951	26,730	0	654,281
2002	0	109,194	193,543	162,843	53,239	22,715	1,745	543,280
2003	15,107	121,985	219,163	191,461	59,514	23,850	0	631,081
2004	18,431	127,851	214,889	186,521	58,077	23,227	1	628,998
2005	57,643	59,154	187,918	83,771	71,674	48,725	0	508,884
2006	2,006	72,838	209,269	146,896	59,327	30,651	0	520,987
2007	15,370	120,797	209,288	182,444	56,602	22,577	0	607,077
2008	8,988	158,225	394,418	45,192	73,713	2	636	681,174
2009	14	153,431	287,750	82,711	89,195	0	625	613,726
2010	715	141,169	220,860	190,296	63,504	27,185	1	643,729
2011	48,823	250,184	180,587	90,042	52,175	23,633	0	645,443
2012	2,223	97,461	164,453	125,879	45,420	21,332	1	456,768
2013	162	80,799	153,481	114,196	42,481	20,972	1	412,092
2014	6	69,814	162,575	119,991	44,876	19,601	0	416,862
2015	0	84,659	277,608	52,682	59,456	13,604	876	488,884
2016	0	105,987	184,704	155,784	49,946	20,197	6,814	523,431
2017	374	69,451	144,391	110,631	42,255	20,056	1	387,158
2018	3,716	60,439	126,388	97,731	35,161	15,610	0	339,046

ÉVALUATION DU STOCK D'ESPADON DE LA MÉDITERRANÉE (EN LIGNE) - 2020

Table 6. Relative abundance indices available for the 2020 Mediterranean swordfish stock assessment.

Period	1987-2018	1987-2018	2010-2019	2010-2019	2012-2018	1988-2018	1988-2018	1999-2011	1991-2009	1990-2009	1991-2009
SCRS paper	SCRS/2020/021	SCRS/2020/021	SCRS/2020/027	SCRS/2020/027	SCRS/2020/026	SCRS/2020/043	SCRS/2020/043	SCRS/2010/083	SCRS/2014/105	SCRS/2010/085	SCRS/2014/112
Country/Location	Greece	Greece	Liguria	Liguria	Morocco	Spain	Spain	Morocco	Sicily	Sicily	Ligurian Sea
Gear	Longline	Longline	Longline (meso)	Longline (meso)	Longline	Longline	Longline	Gillnet	Longline	Gillnet	Longline
Unit	weight	number	weight	number	weight	number	weight	weight	weight	weight	No
Used in 2016 XSA	Yes	No	No	No	Yes	No	No	No	No	No	No
Use in 2020 SA	Use				Use	Use		No	No	No	Sensitivity only
Year	GRC_LL	GRC_LL	LIG_LL	LIG_LL	MOR_LL	SPN_LL	SPN_LL	MOR_GN	SIC_LL	SIC_GN	LIG_LL
1987	214.7	9.55									
1988	238.2	10				3.40	127.76				
1989						2.33	115.50				
1990	234.5	14.87				2.46	124.56			8.3	
1991	316.8	10.86				2.92	85.88		100.3	9.8	88.5
1992	127.4	4.01				3.05	74.20		98.5	16.9	66.1
1993	211.4	13.27				3.04	98.34			13.0	68.8
1994	298.4	10.38				3.28	120.48			9.5	90.6
1995	181.4					3.11	96.20		124.2	14.7	94.6
1996						2.73	82.06			9.3	94.3
1997						2.68	83.99		75.9	14.0	101.1
1998	250.2	5.66				2.89	93.77		127.6	10.1	144.9
1999	172.7	5.87				2.67	87.30	58.3	151.5	12.7	101.9
2000	125.9	4.69				2.47	122.76	66.7	93.3	14.9	134.7
2001	130.6	4.95				2.75	86.68	43.1	144.0	13.1	181.6
2002	107.3	4.41				3.37	128.38	56.0	204.8		140.3
2003	128.6	3.88				2.90	81.83	48.2	82.2		152.3
2004	125.6	8.88				2.56	61.26	58.4	111.2	15.2	98.9
2005	131.5	4.8				2.79	84.28	70.7	123.2	12.1	80.8
2006	136.5	5.8				2.89	112.69	66.2	140.6	30.7	125.0
2007	140.6	5.31				3.17	120.07	63.2	81.1		240.0
2008	134.0	5.31				3.10	152.84	69.2	87.0	3.3	208.2
2009	121.9	5.53				2.54	98.10	55.6	99.1	2.0	123.4
2010	141.4	6.51	332.03	7.95		2.64	106.68	51.9			
2011	116.3	5	239	7.17		2.77	102.68	46.5			
2012	106.5	4.94	143.5	5.29	276.9	3.07	131.75				
2013	167.9	8.69	158.52	5.03	164.0	2.82	88.38				
2014	128.4	5.72	224.52	8.01	190.5	2.85	95.17				
2015	115.7	5.82	160.05	5.14	156.8	2.85	86.05				
2016	125.5	6.32	145.51	5.62	59.0	2.86	70.79				
2017	70.7	3.7	118.75	4.19	67.9	2.79	122.10				
2018	84.3	4.65	88.53	3.38	91.4	2.57	106.27				

Table 7. Summary of the evaluation CPUE table for the Mediterranean swordfish stock assessment.

SCRS Doc No.	SCRS/2020/021	SCRS/2020/027	SCRS/2020/026	SCRS/2020/043	SCRS/2010/083	SCRS/2014/105	SCRS/2010/085
Index Name:	Greece longline	Liguria longline	Morocco longline	Spain longline Biomass	Morocco gillnet	Sicily longline	Sicily gillnet
Data Source (state if based on logbooks, observer data etc)	Observations	Observations at landings and a	Fish market statistics	Observer aboard	Fish market statistics	Observations	Observations
Do the authors indicate the percentage of total effort of the fleet the CPUE data represents?	No	No	No	Yes on catches	No	No	No
If the answer to 1 is yes, what is the percentage?				43% latest years			
Are sufficient diagnostics provided to assess model performance??	Sufficient	Sufficient	Sufficient	Sufficient	Sufficient	Sufficient	Sufficient
How does the model perform relative to the diagnostics ?	Well	Well	Well	Well	Well	Well	Well
Documented data exclusions and classifications?	NA	NA	NA	Yes	NA	NA	NA
Data exclusions appropriate?	NA	NA	NA	Yes	NA	NA	NA
Data classifications appropriate?	NA	NA	NA	Yes	NA	NA	NA
Geographical Area	East Med	Ligurian Sea	St. Gibraltar, West Med	Western Med	Strait of Gibraltar, West Med	Central Med	Central Med
Data resolution level	trip	trip	trip	trip	trip	trip	trip
Ranking of Catch of fleet in TINC database (use data catalogue)	1-5	NA	6-10	1-5	1-5	NA	NA
Length of Time Series	longer than 20 years	6-10 years	6-10 years	longer than 20 years	11-20 years	11-20 years	11-20 years
Are other indices available for the same time period?	Few	Few	Few	Few	Few	Few	Few
Are other indices available for the same geographic range?	None	None	Few	Few	Few	None	None
Does the index standardization account for Known factors that influence catchability/selectivity? (eg. Type of hook, bait type, depth etc.)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Estimated annual CV of the CPUE series	Medium	Medium	Low	Low	Low	Medium	Medium
Annual variation in the estimated CPUE exceeds biological plausibility	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely
Is data adequate for standardization purposes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Is this standardised CPUE time series continuous?	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No
For fisheries independent surveys: what is the survey type?							
For 19: Is the survey design clearly described?							
Other Comments	Index both Numbers and Biomass Localised (< 10 x 10 degrees)	Index in Numbers and biomass. Recommend to use Biomass index	Localised (< 10 x 10 degrees)	Index both Numbers and biomass Recommend use Biomass index	Localised (< 10 x 10 degrees)	Localised (< 10 x 10 degrees)	Localised (< 10 x 10 degrees)

Table 8. XSA control settings for Continuity run and Candidate runs for the Mediterranean swordfish.

Parameters	Continuity run	Candidate runs
shk.n	TRUE	TRUE
shk.yrs	10	10
rage	1	1
maxit	100	100
shk.f	TRUE	TRUE
shk.ages	2	4
fse	0.5	0.5
min.nse	0.3	0.3
qage	6	6
window	100	100
tsrange	10	20
tspower	1	1
vpa	TRUE	TRUE
F range:minbar	2	2
maxfbar	4	4

Table 9. Parameter settings applied to a4a for the Mediterranean swordfish.

Parameters	Settings
the initial age structure N1	a smoother ($N : \sim s(\text{age}, k = 3)$)
the recruitment R	a smoother ($R : \sim s(\text{year}, k = 15)$)
separable F model	with age and year effect modeled using splines ($\sim s(\text{year}, k = 17) + s(\text{age}, k = 3)$)
the catchability of the surveys q	a constant model (~ 1) was assumed for the Greek, Spanish and Sicilian longline indices, while a smoothing effect on the year was assumed for Moroccan and Ligurian longlines, due to the trend in the residuals.

Table 10. Results for r prior distributions and median shape parameter with corresponding B_{MSY}/K values generated an Age-Structured Equilibrium Model (ASEM) with a Beverton-Holt Stock-Recruitment relationship using Monte-Carlo simulations.

Parameter	Scenario			
	Reference	M Constant	M Lorenzen	Joint
r	0.49	0.186	0.176	0.181
sd of $\log(r)$	0.47	0.198	0.207	0.204
B_{MSY}/K	0.5	0.38	0.38	0.38
shape m	2	1.06	1.08	1.07

Table 11. Summary of posterior quantiles presented in the form of marginal posterior medians and associated with the 95% credibility intervals of parameters for the Bayesian state-space surplus production models for Mediterranean swordfish.

Estimates	Reference model			ASEM model		
	Median	2.50%	97.50%	Median	2.50%	97.50%
K	135017	79495	259387	194523	139243	290538
r	0.414	0.219	0.748	0.188	0.129	0.268
$\bar{\psi}$ (ψ)	0.996	0.821	1.204	0.994	0.820	1.200
σ_{proc}	0.094	0.045	0.163	0.084	0.038	0.150
F_{MSY}	0.207	0.11	0.374	0.176	0.121	0.251
B_{MSY}	67509	39748	129693	73928	52919	110417
MSY	13811	11275	21476	12931	10709	17468
B_{1950}/K	0.991	0.755	1.265	0.989	0.758	1.25
B_{2018}/K	0.329	0.186	0.597	0.296	0.155	0.51
B_{2018}/B_{MSY}	0.65	0.376	1.33	0.777	0.404	1.41
F_{2018}/F_{MSY}	0.99	0.312	1.686	0.880	0.373	1.679

Table 12. Summary Mohn's rho statistic computed for a retrospective evaluation period of five years. The larger the threshold the stronger the retrospective bias.

Scenario	Stock Quantity					
	B	F	B/B_{MSY}	F/F_{MSY}	B/K	MSY
Reference	0.061	-0.057	0.158	-0.173	0.158	0.045
ASEM	0.086	-0.078	0.101	-0.132	0.101	0.042

Table 13. Estimates of biomass, fishing mortality, biomass relative to B_{MSY} , and fishing mortality relative to F_{MSY} between 1950 and 2018 in the form of joint MCMC posteriors of JABBA model runs ('Reference' and 'ASEM' models) for Mediterranean Swordfish with 95% credibility intervals.

Year	Biomass			Fishing mortality			B/ B_{MSY}			F/ F_{MSY}		
	Median	95%LCI	95%UCI	Median	95%LCI	95%UCI	Median	95%LCI	95%UCI	Median	95%LCI	95%UCI
1950	166334	79573	286551	0.004	0.002	0.007	2.271	1.581	3.185	0.019	0.013	0.028
1951	164594	79509	285516	0.004	0.002	0.007	2.228	1.586	3.165	0.019	0.013	0.028
1952	163633	79219	283719	0.002	0.001	0.004	2.217	1.573	3.151	0.011	0.008	0.016
1953	163179	79329	283636	0.003	0.002	0.006	2.208	1.578	3.135	0.017	0.011	0.024
1954	162847	79952	282616	0.003	0.002	0.006	2.199	1.569	3.135	0.015	0.010	0.022
1955	162326	79948	283488	0.002	0.001	0.004	2.195	1.564	3.138	0.011	0.008	0.017
1956	162337	79673	281358	0.002	0.001	0.005	2.199	1.557	3.135	0.013	0.009	0.019
1957	161879	79847	280619	0.004	0.002	0.008	2.193	1.567	3.131	0.022	0.015	0.032
1958	161739	79766	278276	0.006	0.003	0.011	2.188	1.561	3.118	0.031	0.021	0.045
1959	161463	79369	278628	0.004	0.002	0.008	2.180	1.551	3.102	0.020	0.014	0.030
1960	161406	79398	278104	0.003	0.002	0.006	2.182	1.549	3.112	0.018	0.012	0.026
1961	161173	79502	277125	0.004	0.002	0.008	2.181	1.552	3.106	0.021	0.014	0.031
1962	161469	79224	277061	0.004	0.003	0.009	2.179	1.548	3.118	0.024	0.016	0.035
1963	161350	79104	275819	0.004	0.003	0.009	2.177	1.546	3.104	0.025	0.016	0.036
1964	161295	79118	273488	0.005	0.003	0.010	2.177	1.550	3.116	0.027	0.018	0.040
1965	161066	79351	274834	0.011	0.006	0.022	2.175	1.554	3.110	0.060	0.040	0.088
1966	159640	78183	273633	0.011	0.006	0.022	2.154	1.538	3.091	0.060	0.040	0.088
1967	158869	77861	271862	0.008	0.005	0.017	2.143	1.524	3.080	0.045	0.030	0.067
1968	158665	77567	271166	0.022	0.013	0.044	2.148	1.523	3.060	0.119	0.080	0.175
1969	156275	76452	268793	0.024	0.014	0.049	2.114	1.502	3.038	0.130	0.087	0.191
1970	154805	75384	267637	0.022	0.012	0.044	2.091	1.480	3.032	0.118	0.078	0.174
1971	154066	74867	266397	0.032	0.019	0.066	2.082	1.473	3.012	0.177	0.117	0.260
1972	151665	73390	263596	0.074	0.042	0.152	2.050	1.450	2.976	0.403	0.266	0.595
1973	143866	67157	254272	0.061	0.034	0.130	1.939	1.345	2.862	0.334	0.216	0.497
1974	140688	65924	250399	0.069	0.039	0.147	1.901	1.310	2.810	0.381	0.243	0.569
1975	136419	64412	244661	0.062	0.035	0.132	1.850	1.271	2.752	0.343	0.217	0.516
1976	134562	64248	243216	0.071	0.039	0.149	1.836	1.254	2.730	0.388	0.245	0.585
1977	132439	63700	239539	0.076	0.042	0.158	1.803	1.235	2.692	0.415	0.260	0.629
1978	129766	62606	237620	0.087	0.048	0.181	1.773	1.212	2.644	0.476	0.297	0.724
1979	126340	61332	233153	0.084	0.046	0.174	1.727	1.178	2.592	0.460	0.284	0.700
1980	124651	60256	229208	0.096	0.052	0.198	1.707	1.162	2.563	0.523	0.322	0.790
1981	121748	59556	224779	0.097	0.052	0.198	1.671	1.137	2.520	0.527	0.320	0.803
1982	119512	58454	221246	0.085	0.046	0.174	1.643	1.108	2.481	0.465	0.283	0.708
1983	119182	59525	218892	0.090	0.049	0.180	1.647	1.119	2.446	0.488	0.297	0.734
1984	118598	60695	217038	0.115	0.063	0.225	1.644	1.127	2.419	0.627	0.383	0.927
1985	114963	59123	211464	0.133	0.072	0.259	1.594	1.100	2.347	0.724	0.435	1.062
1986	110034	56682	205567	0.152	0.082	0.296	1.530	1.054	2.270	0.830	0.488	1.208
1987	104322	53667	199440	0.176	0.092	0.341	1.459	0.990	2.168	0.958	0.546	1.388
1988	98083	50778	191426	0.208	0.106	0.401	1.374	0.924	2.066	1.134	0.626	1.639
1989	90257	45160	181231	0.197	0.098	0.393	1.265	0.834	1.955	1.077	0.575	1.575
1990	87056	43657	177013	0.184	0.090	0.367	1.223	0.800	1.908	1.007	0.528	1.482
1991	82948	41330	169480	0.190	0.093	0.381	1.166	0.755	1.823	1.037	0.546	1.543
1992	76613	37407	157851	0.192	0.093	0.393	1.079	0.686	1.676	1.048	0.554	1.580
1993	79223	39283	162197	0.167	0.082	0.338	1.113	0.717	1.752	0.916	0.473	1.365
1994	82428	41658	169040	0.195	0.095	0.386	1.154	0.752	1.845	1.072	0.543	1.593
1995	75904	37559	157345	0.171	0.083	0.347	1.067	0.681	1.692	0.938	0.479	1.409
1996	73171	36084	151294	0.165	0.080	0.334	1.031	0.649	1.631	0.900	0.465	1.373
1997	73902	36924	150474	0.199	0.098	0.398	1.040	0.660	1.624	1.084	0.567	1.653
1998	74352	37475	152588	0.193	0.094	0.383	1.045	0.669	1.644	1.059	0.541	1.592
1999	71484	35912	147776	0.192	0.093	0.381	1.005	0.644	1.592	1.048	0.532	1.569
2000	69840	35525	144374	0.223	0.108	0.438	0.983	0.630	1.571	1.218	0.621	1.827
2001	65922	32955	137542	0.228	0.109	0.455	0.929	0.591	1.477	1.244	0.629	1.880
2002	64292	32010	135982	0.199	0.094	0.400	0.907	0.574	1.461	1.088	0.544	1.654
2003	63567	32101	132689	0.247	0.118	0.489	0.899	0.571	1.420	1.347	0.688	2.029
2004	61467	30675	129320	0.234	0.111	0.470	0.868	0.549	1.382	1.279	0.654	1.936
2005	63760	31906	134533	0.229	0.109	0.458	0.900	0.574	1.444	1.251	0.633	1.886
2006	67307	33970	142006	0.222	0.105	0.439	0.949	0.606	1.544	1.213	0.603	1.813
2007	69367	34803	147313	0.205	0.097	0.409	0.976	0.621	1.615	1.124	0.547	1.687
2008	70578	35110	149833	0.194	0.091	0.390	0.995	0.628	1.669	1.059	0.508	1.614
2009	69186	34298	146824	0.191	0.090	0.386	0.973	0.613	1.616	1.048	0.510	1.588
2010	70193	34956	149730	0.210	0.099	0.422	0.989	0.626	1.656	1.150	0.555	1.747
2011	66251	32151	142839	0.191	0.088	0.393	0.931	0.577	1.571	1.047	0.496	1.610
2012	64573	30669	140029	0.171	0.079	0.360	0.908	0.554	1.539	0.939	0.442	1.470
2013	63632	30508	136378	0.158	0.074	0.330	0.894	0.551	1.499	0.867	0.414	1.349
2014	62625	30445	133253	0.175	0.082	0.360	0.881	0.542	1.473	0.960	0.461	1.492
2015	58467	28354	125152	0.205	0.096	0.423	0.823	0.505	1.371	1.122	0.539	1.754
2016	54019	25725	118294	0.228	0.104	0.478	0.763	0.457	1.284	1.244	0.590	1.996
2017	51258	23105	115903	0.203	0.090	0.450	0.725	0.409	1.262	1.106	0.510	1.870
2018	50692	22101	116525	0.171	0.074	0.393	0.719	0.382	1.278	0.929	0.421	1.680

Table 14. Summary of reference points (median and 95% credibility intervals) presented in the form of joint MCMC posteriors of JABBA model runs ('Reference' and 'ASEM' models) for Mediterranean swordfish.

Estimates	Median	Lower 95%CI	Upper 95%CI
B_0	169231	85506	274312
F_{MSY}	0.186	0.116	0.344
B_{MSY}	71319	42562	113758
MSY	13325	10899	17346
B_{2018}	50692	22101	116525
F_{2018}	0.171	0.074	0.393
B_{2018}/B_0	0.312	0.168	0.557
B_{2018}/B_{MSY}	0.719	0.382	1.278
F_{2018}/F_{MSY}	0.929	0.421	1.680

Table 15. Estimated probabilities of the Mediterranean swordfish stock being above B_{MSY} (not overfished) for a range of fixed total catches of 0 – 15,000 tonnes over the projection horizon 2021-2028 based on joint projection MCMC posteriors of JABBA model runs ('Reference' and 'ASEM' models).

TAC Year	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	31	52	71	84	92	96	98	99
7000	31	41	51	59	67	73	77	81
8000	31	39	47	55	61	67	71	75
9000	31	38	44	50	56	60	64	68
10000	31	36	41	46	50	53	57	60
10250	31	36	40	45	49	52	55	58
10500	31	35	39	43	47	50	53	56
10750	31	35	39	42	45	48	51	53
11000	31	34	38	41	44	47	49	51
11250	31	34	37	40	43	45	47	49
11500	30	34	37	39	41	44	45	47
11750	31	33	36	38	40	42	43	45
12000	30	33	35	37	38	40	41	43
12250	30	32	34	35	37	38	39	40
12500	30	31	32	34	35	36	37	38
12750	29	31	32	33	33	34	35	35
13000	29	30	31	31	32	33	33	33
14000	25	25	25	25	25	25	25	24
15000	21	20	20	19	18	18	17	17

Table 16. Estimated probabilities of the Mediterranean swordfish stock being below F_{MSY} (overfishing not occurring) for a range of fixed total catches of 0 – 15,000 tonnes over the projection horizon 2021-2028 based on joint projection MCMC posteriors of JABBA model runs ('Reference' and 'ASEM' models).

TAC Year	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	100	100	100	100	100	100	100	100
7000	84	87	90	91	93	94	94	95
8000	76	80	83	85	87	88	90	91
9000	68	72	75	77	80	81	82	84
10000	58	62	65	68	70	72	73	74
10250	56	60	62	65	67	69	71	72
10500	54	57	60	62	64	66	68	69
10750	51	54	57	59	61	63	64	66
11000	49	52	55	57	59	60	61	63
11250	47	50	52	54	56	57	58	59
11500	45	47	49	51	53	54	55	56
11750	43	45	47	48	50	51	52	53
12000	41	43	44	46	47	48	49	50
12250	39	40	42	43	44	45	45	46
12500	37	38	39	40	41	42	42	43
12750	35	36	37	38	38	39	39	40
13000	33	34	35	35	36	36	36	36
14000	27	27	27	26	26	26	26	25
15000	22	21	20	20	19	18	18	17

Table 17. Estimated probabilities of the Mediterranean swordfish stock being above B_{MSY} and below F_{MSY} (green zone) for a range of fixed total catches (0 – 15,000 t) over the projection horizon 2021-2028 based on joint projection MCMC posteriors of JABBA model runs ('Reference' and 'ASEM' models).

TAC Year	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	31	52	71	84	92	96	98	99
7000	31	41	51	59	67	73	77	81
8000	31	39	47	55	61	67	71	75
9000	31	38	44	50	56	60	64	68
10000	31	36	41	46	50	53	57	60
10250	31	36	40	45	49	52	55	58
10500	31	35	39	43	47	50	53	56
10750	31	35	39	42	45	48	51	53
11000	31	35	38	41	44	47	49	51
11250	31	34	37	40	43	45	47	50
11500	31	34	37	39	42	44	45	47
11750	31	34	36	38	40	42	43	45
12000	31	33	35	37	39	41	42	43
12250	31	33	35	36	37	38	39	40
12500	31	32	33	35	36	37	38	38
12750	31	32	33	34	35	35	36	36
13000	31	32	33	33	33	34	34	34
14000	31	30	30	29	29	28	28	27
15000	31	29	27	26	24	23	22	21

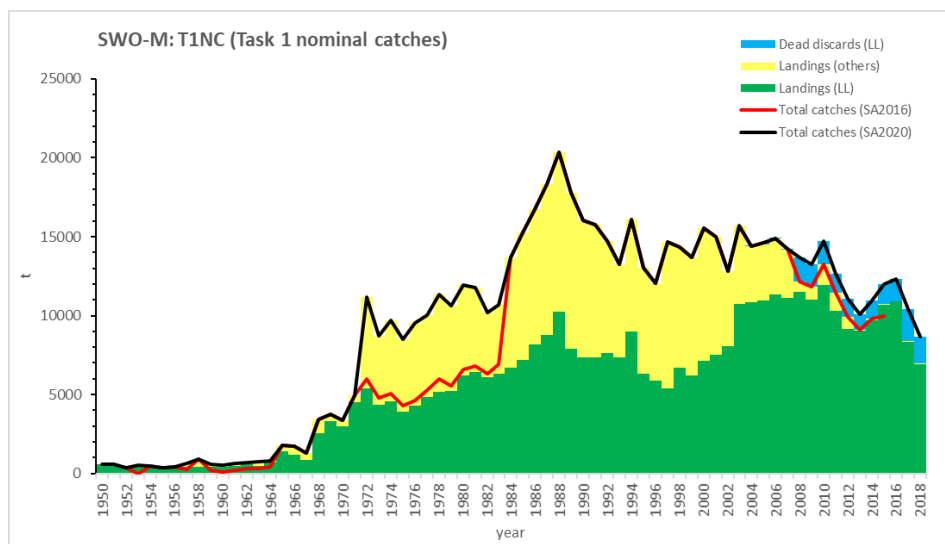


Figure 1. SWO-M total nominal catches (T1NC, t) by year, showing total landings (LL and other gears) and dead discards (reported and estimated in SCRS/2020/028). The total catches used in the 2016 stocks assessment (SA2016) is shown for comparative purposes.

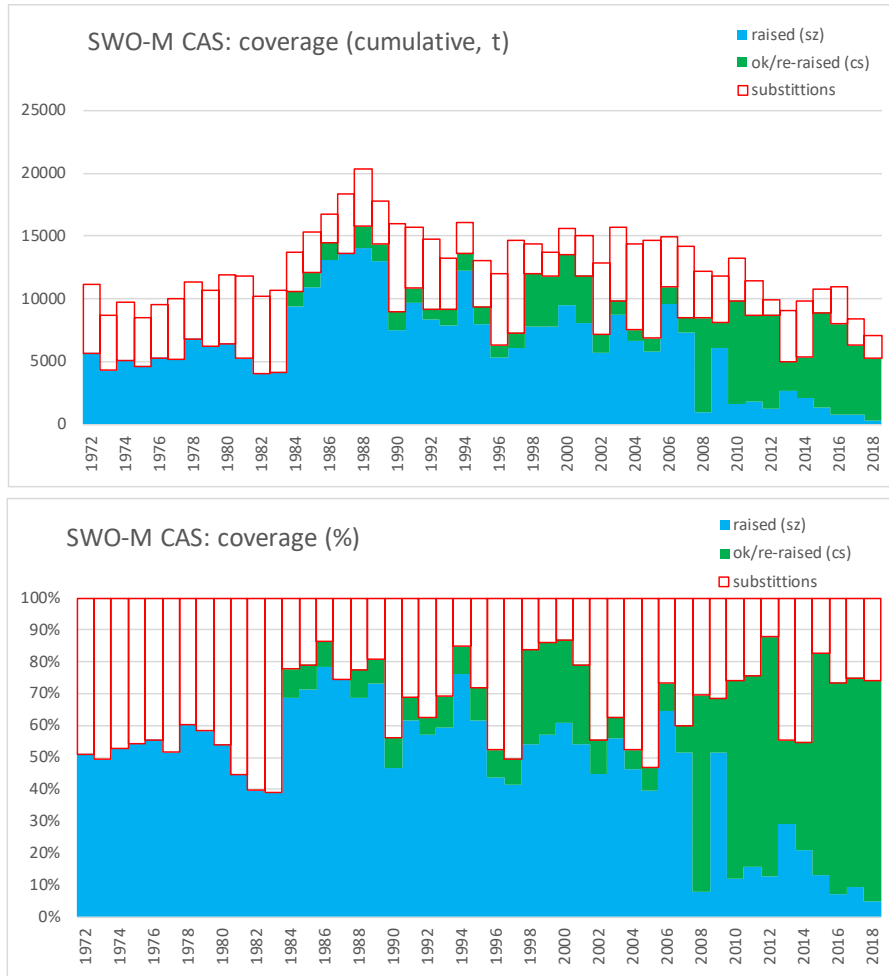


Figure 2. Task 1 nominal catches (T1NC, t) covered by size information in each year. Series in “blue” represent raised T2SZ data. Series in “green” represent T2CS (re-raised or not) data. The series in “red” indicate that no size information exists and a substitution was made. Whereas the top panel shows cumulative T1NC absolute catch series, the bottom panel shows the relative ratio.

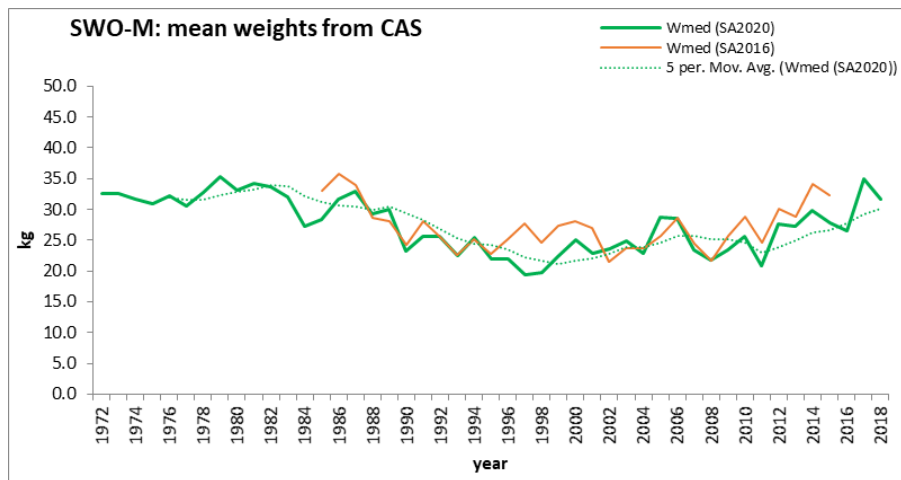


Figure 3. Weighted (flag and gear) yearly mean weights (kg) obtained from the two CAS matrices estimated and used in the 2016 and the 2020 stock assessments (respectively SA2016 and SA2020 series). The 5-year period moving average is shown only for the latest series (SA2020).

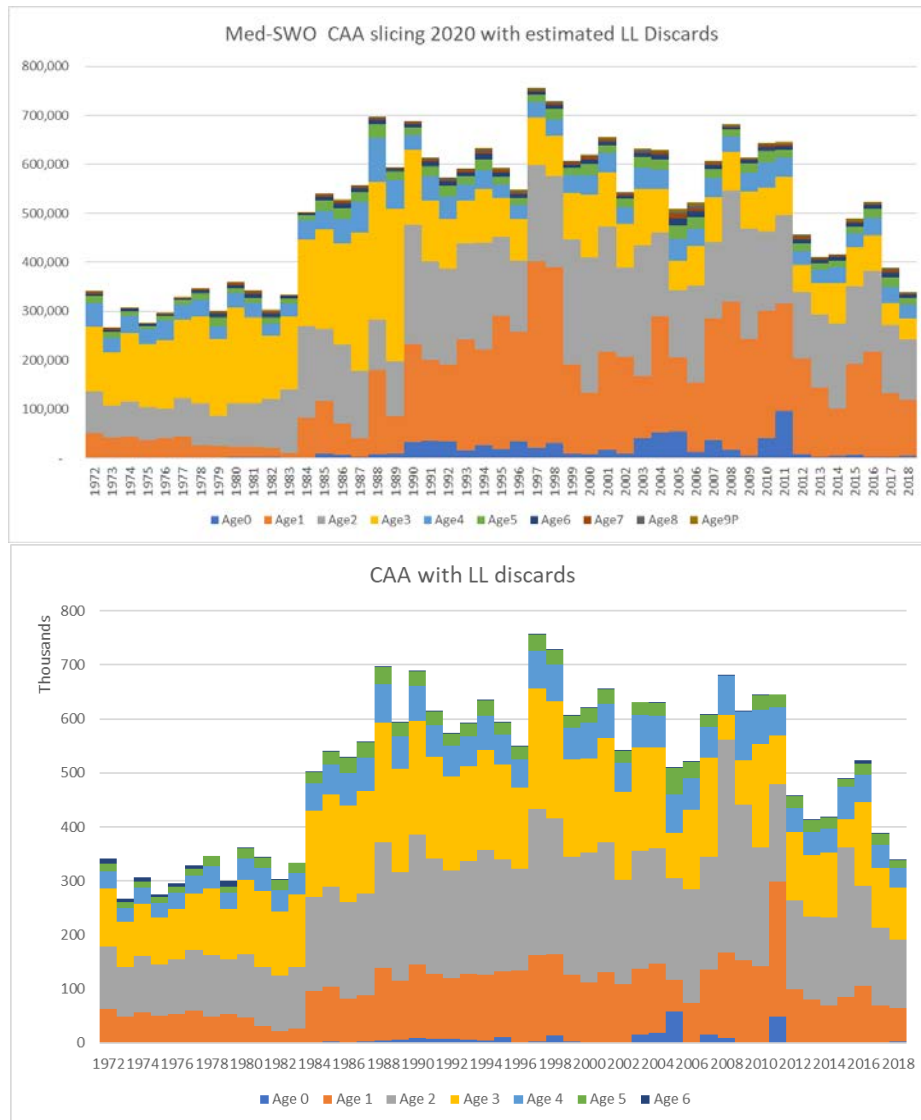


Figure 4. Relative age proportions of the two slicing approaches used (top: slicing with inverse VB; bottom: mixture distribution).

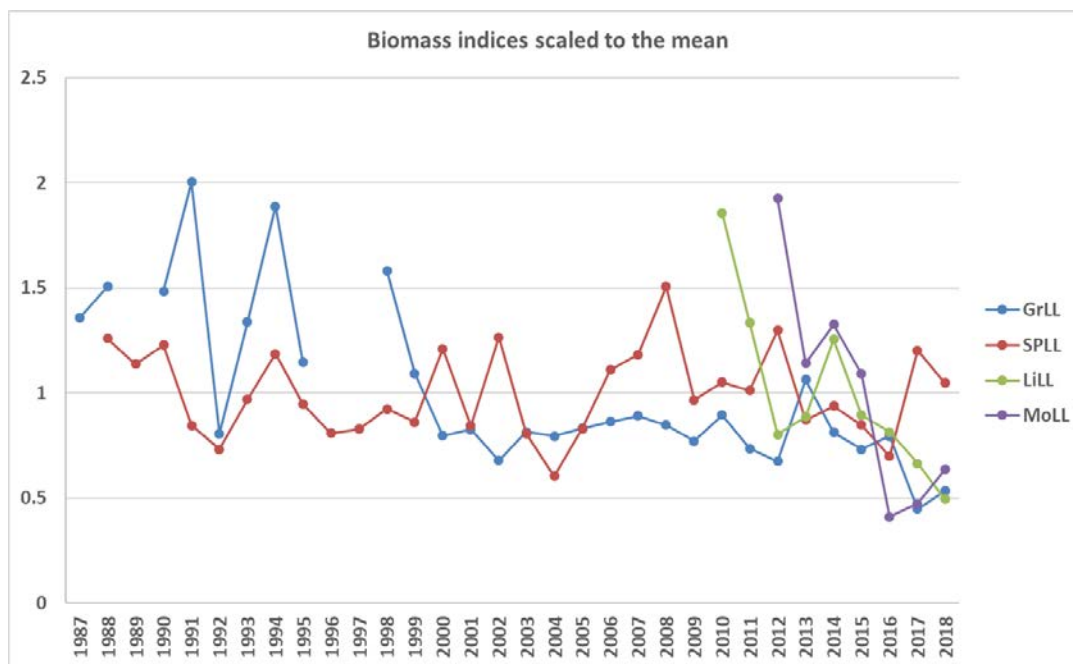


Figure 5. Indices of abundance in biomass (scaled to the mean) used for the Med-SWO stock assessment models.

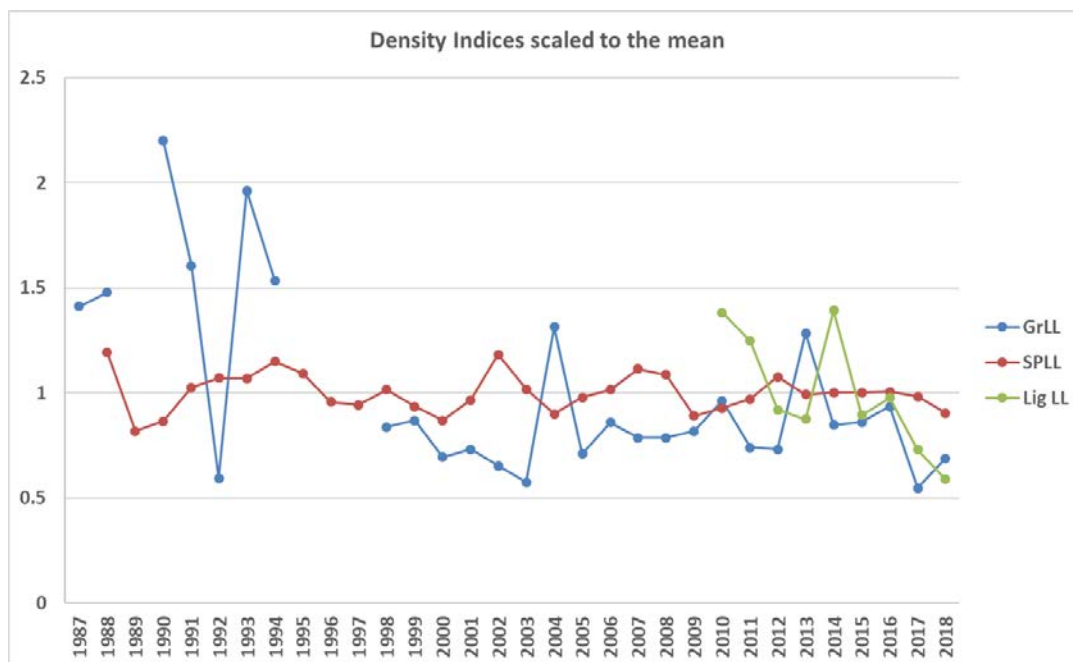


Figure 6. Indices of abundance in numbers (scaled to the mean) used for the Med-SWO stock assessment models.

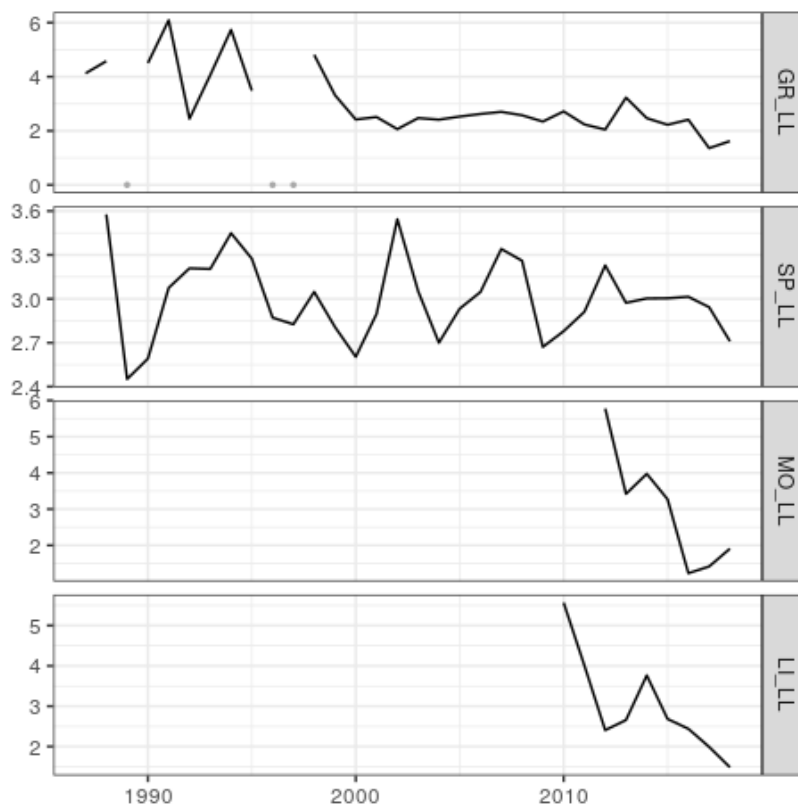


Figure 7. Time series of scaled standardized CPUE indexes by fleet: GR_LL= Greek longline, SP_LL=Spanish longline, MO_LL=Moroccan longline, LI_LL=Ligurian Longline.

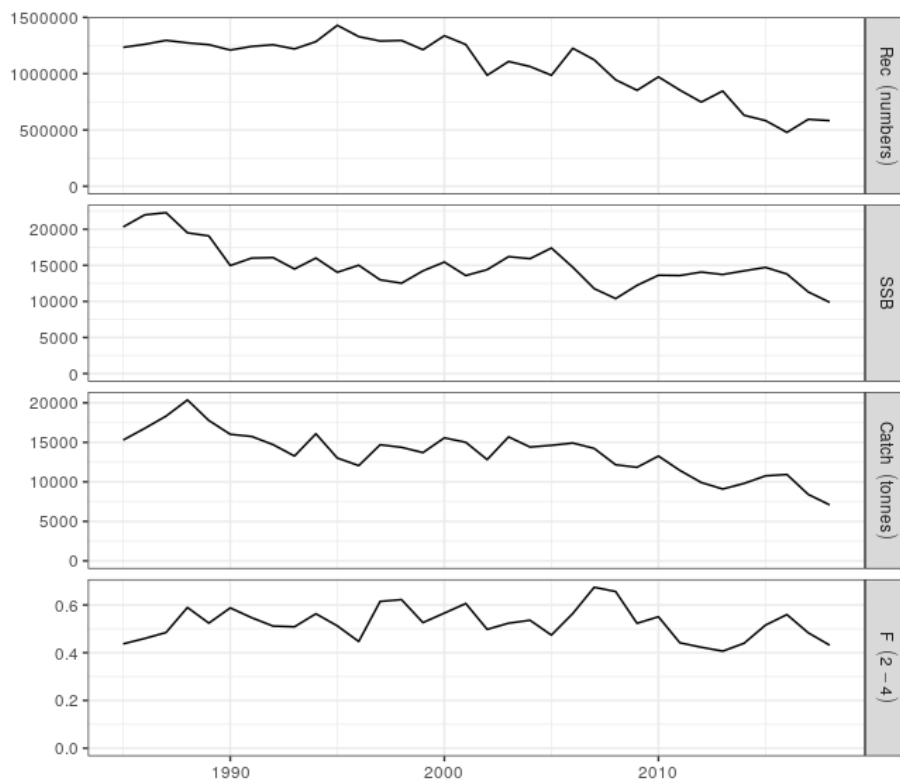


Figure 8. XSA time series estimates for the base run.

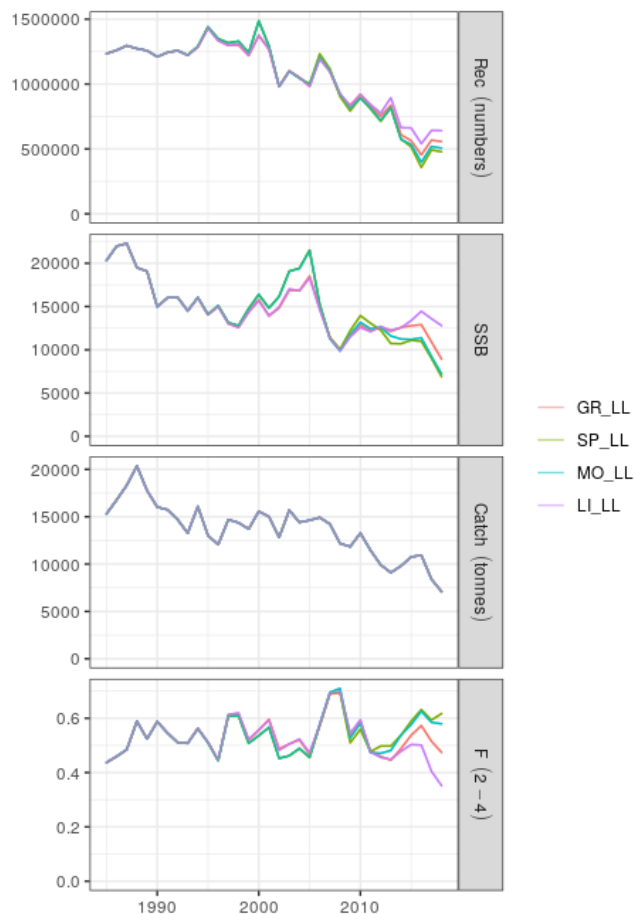


Figure 9. XSA time series estimates by CPUE, for the base run.

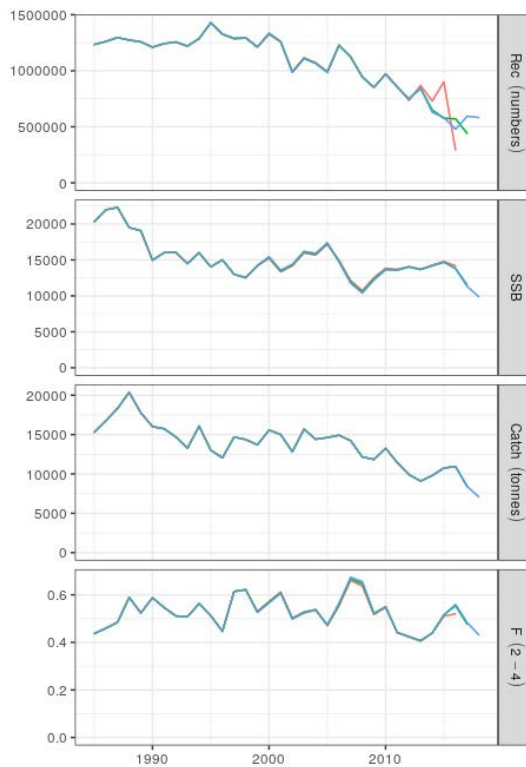


Figure 10. Retrospective plot for the XSA base run.

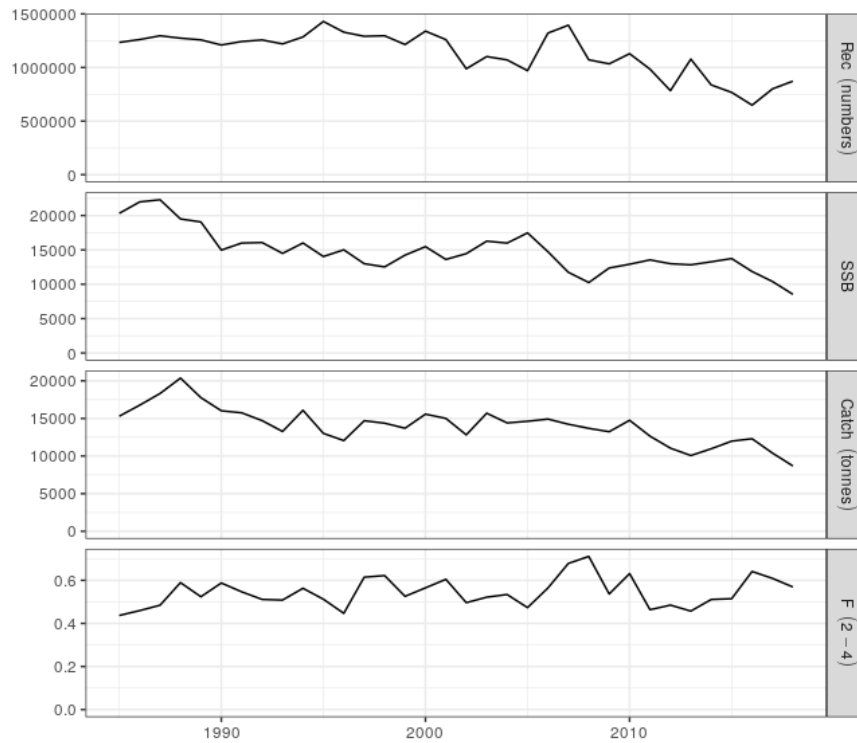


Figure 11. XSA time series estimates for the discard run.

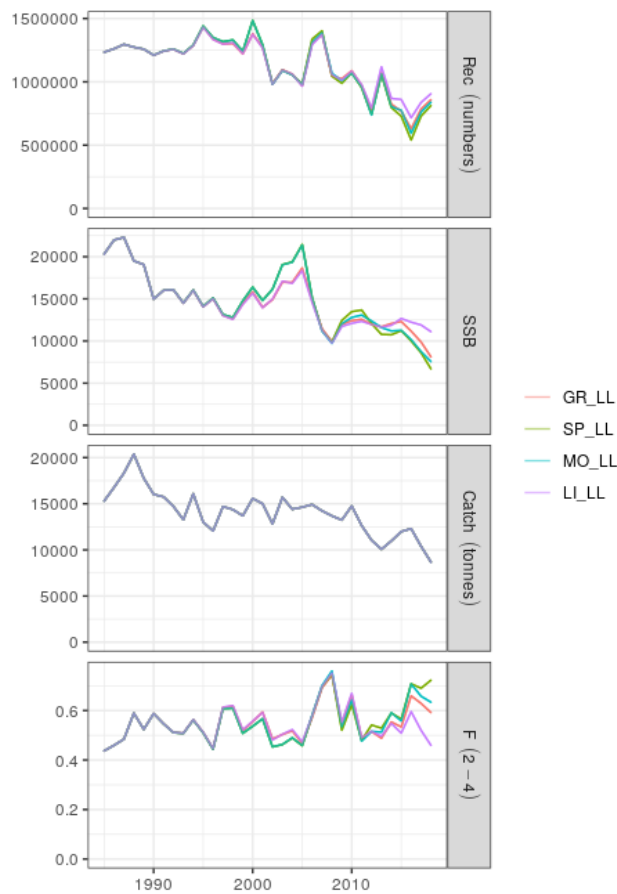


Figure 12. XSA time series estimates by CPUE for the discard run.

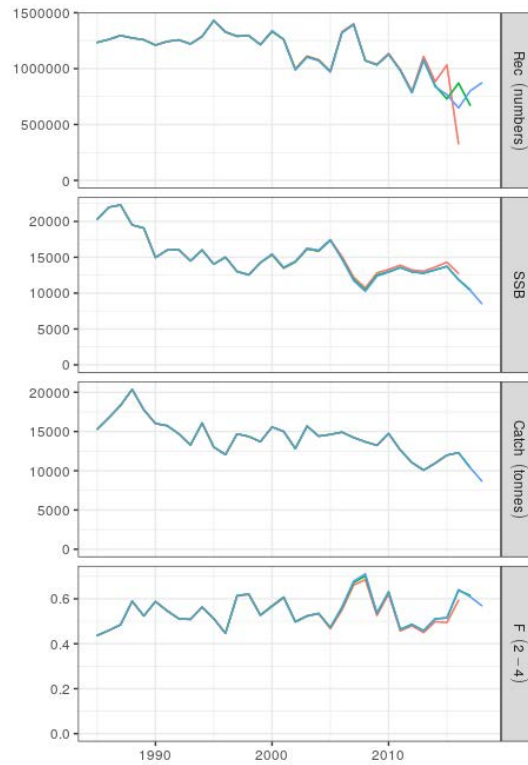


Figure 13. Retrospective plot for the XSA discard run.

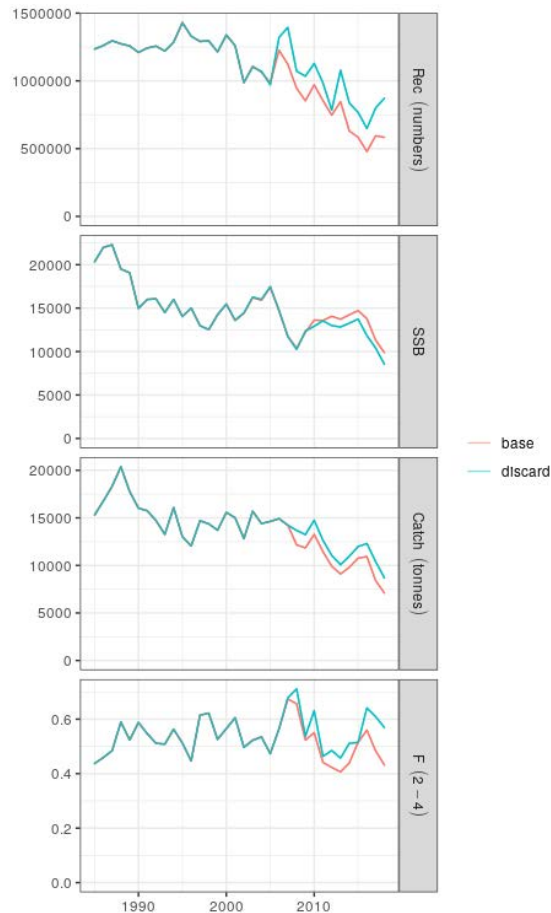


Figure 14. Comparison of estimates among base and discard XSA runs.

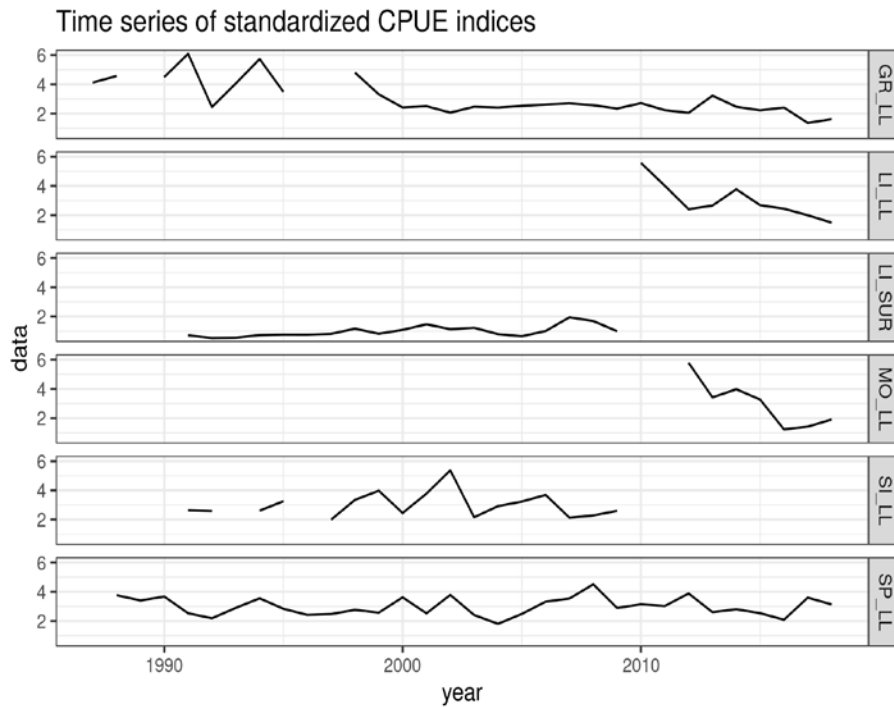


Figure 15. Time series of scaled standardized CPUE indexes by fleet: GR_LL = Greek longline, SP_LL = Spanish longline, MO_LL = Moroccan longline, LI_LL = Ligurian longline, SI_LL = Sicilian longline, LI_SUR = Ligurian surface longline.

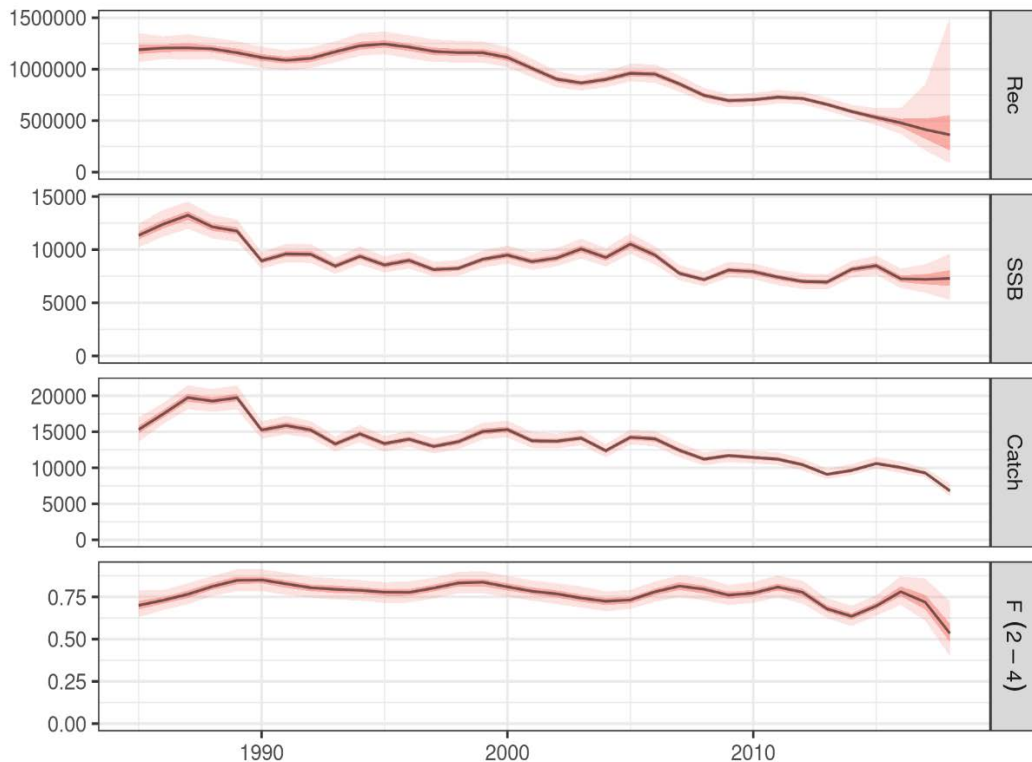


Figure 16. a4a constant M run without Discards. Summary of assessment results. Trends in recruitment, spawning stock biomass (tonnes), catch (tonnes) and fishing mortality for ages 2 – 4. 10%, 25%, 75% and 90% CIs.

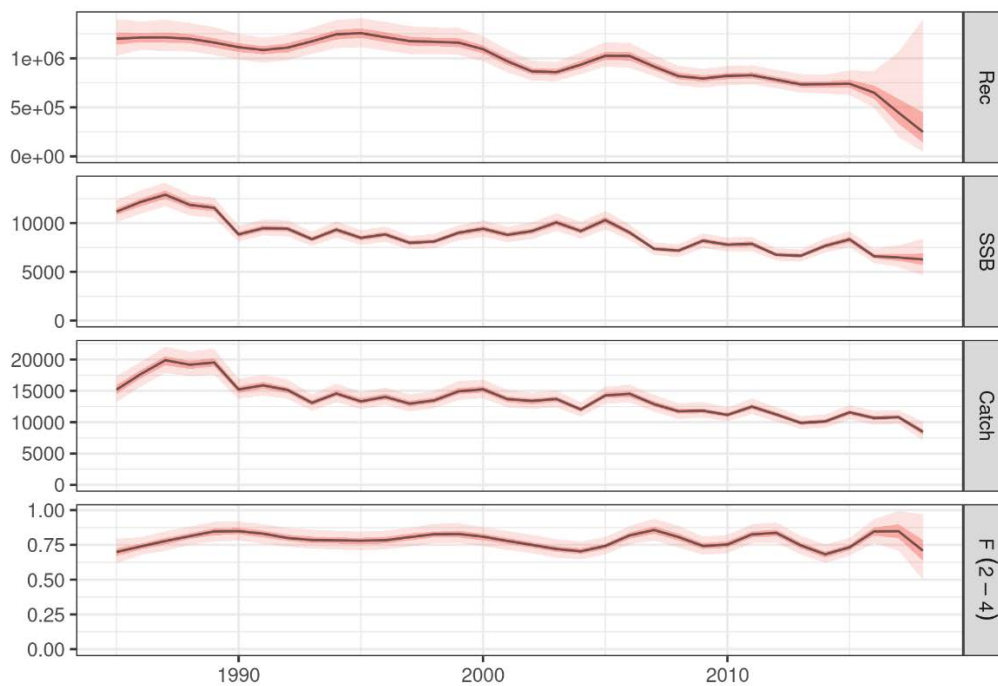


Figure 17. a4a constant M run with Discards. Summary of assessment results. Trends in recruitment, spawning stock biomass (tonnes), catch (tonnes) and fishing mortality for ages 2 – 4. 10%, 25%, 75% and 90% CIs.

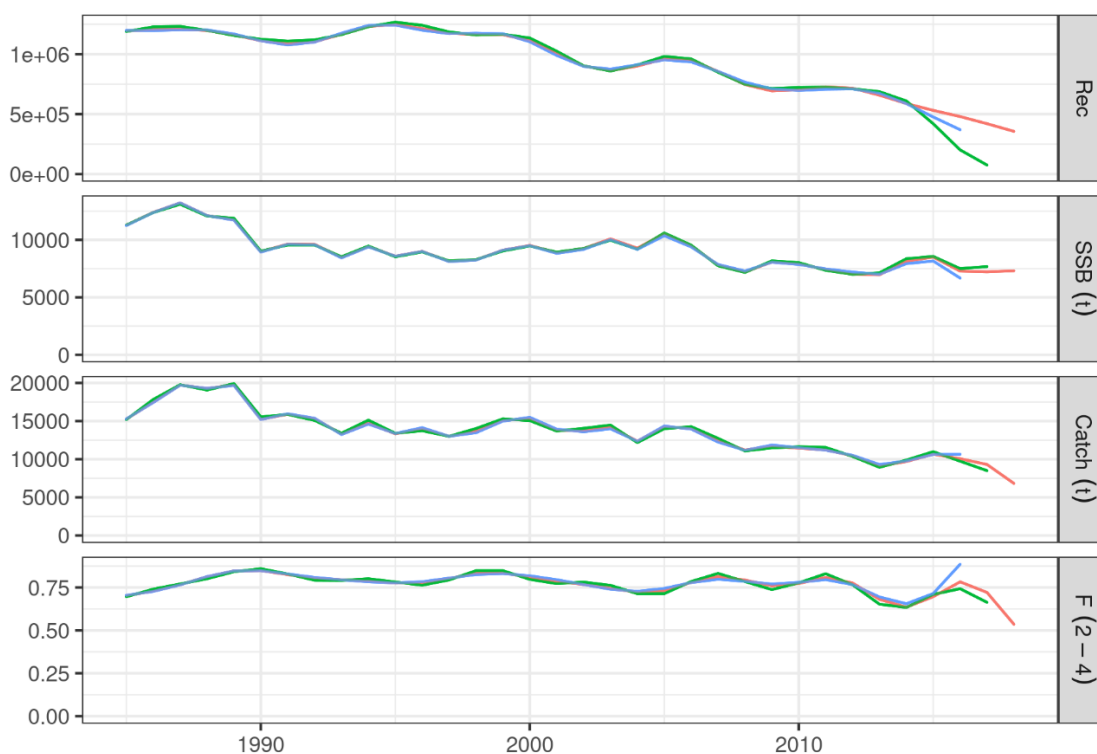


Figure 18. a4a constant M run without discards. Retrospective plot.

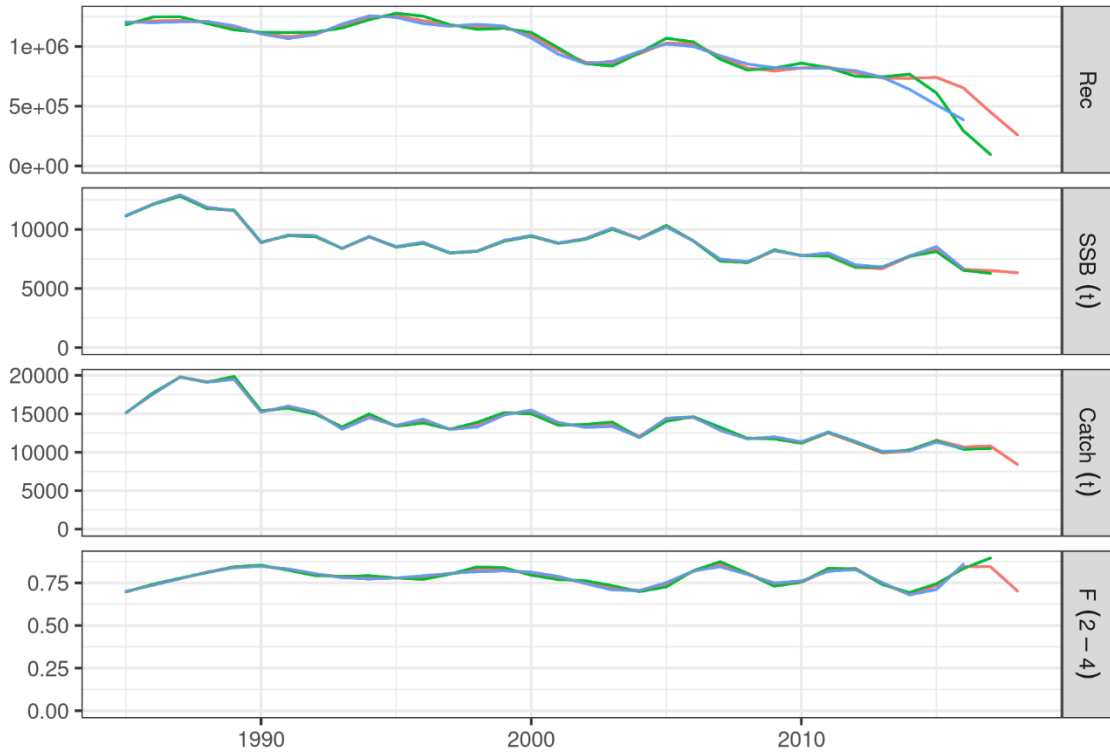


Figure 19. a4a constant M run with discards. Retrospective plot.

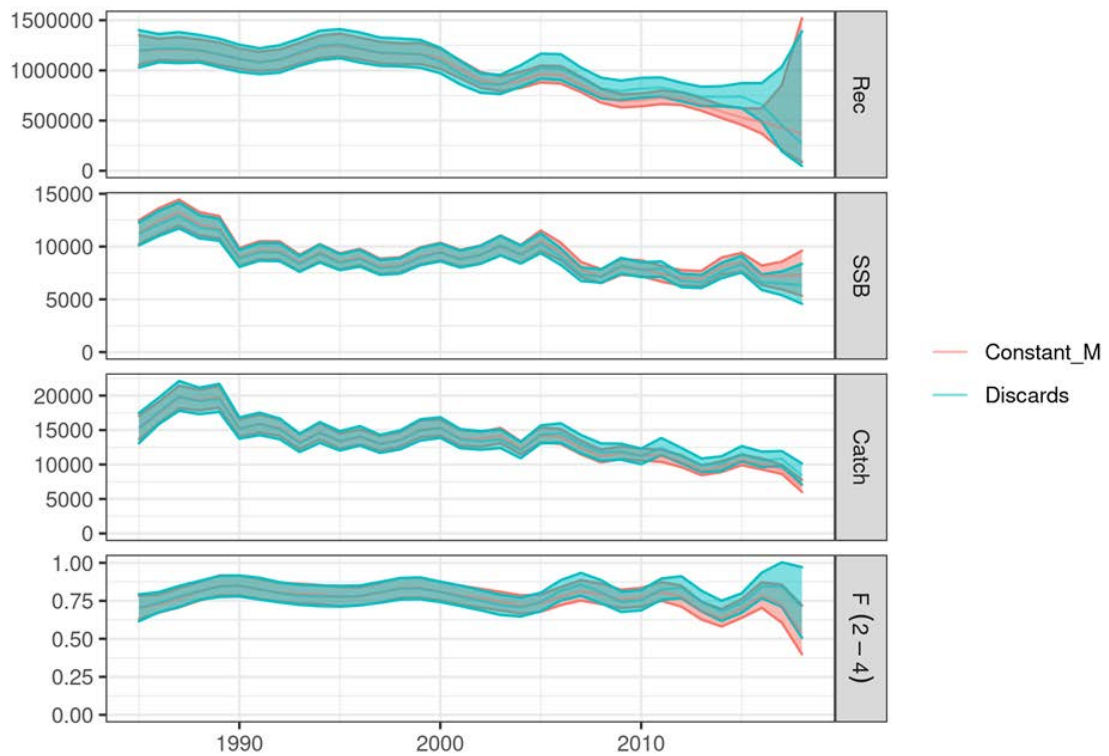


Figure 20. a4a Comparative plot between Constant M run and Discards.

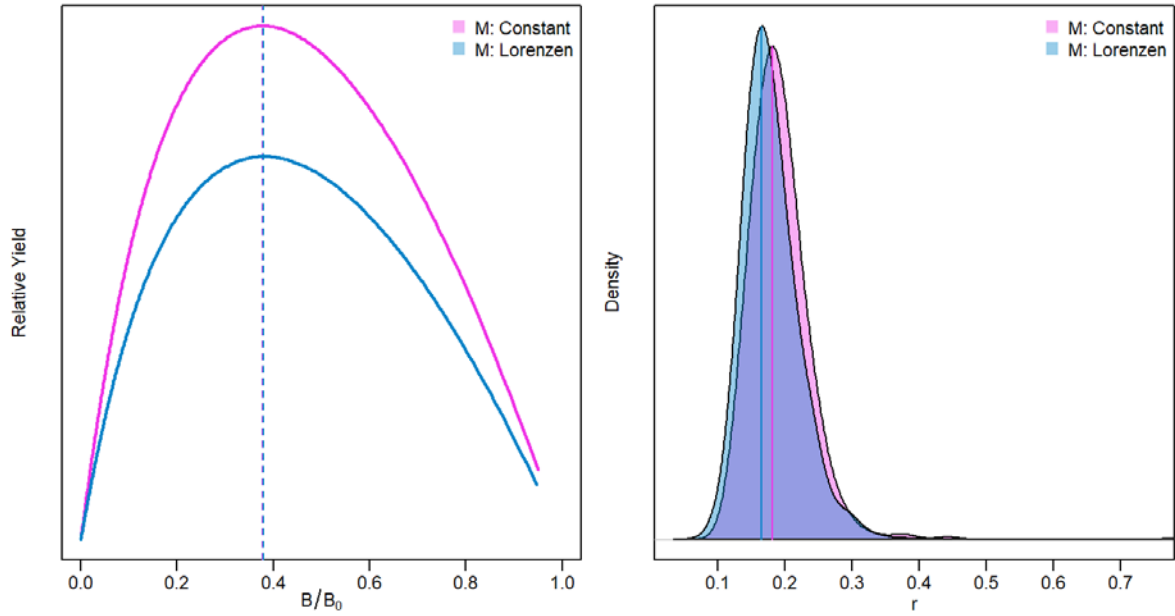


Figure 21. Results of Age-Structured Equilibrium Model (ASEM) with a Beverton-Holt Stock-Recruitment relationship using Monte-Carlo simulations. Left panel: Estimates of yield curves by M ; Right panel: Density distributions of simulated r values by M .

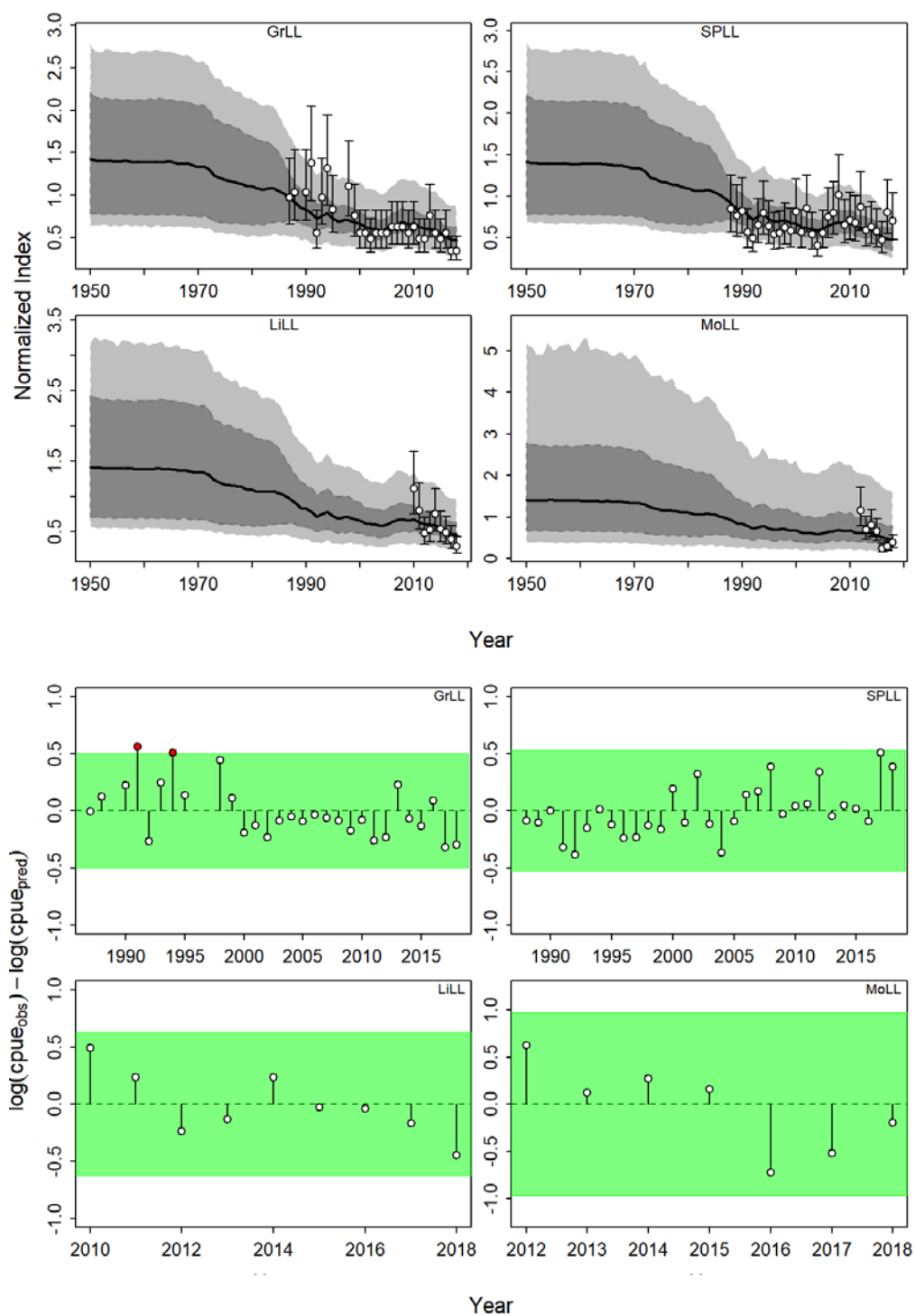


Figure 22. Time-series of observed (circle) with error 95% CIs (error bars) and predicted (solid line; upper panels) and runs tests (bottom panels) for CPUE of Mediterranean swordfish for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for the 'Reference' scenario. Runs tests evaluate the randomness of the time series of CPUE residuals by fleet. Green panels indicate no evidence of lack of randomness of time-series residuals ($p > 0.05$), while red panels (not shown here) indicate the opposite. 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).

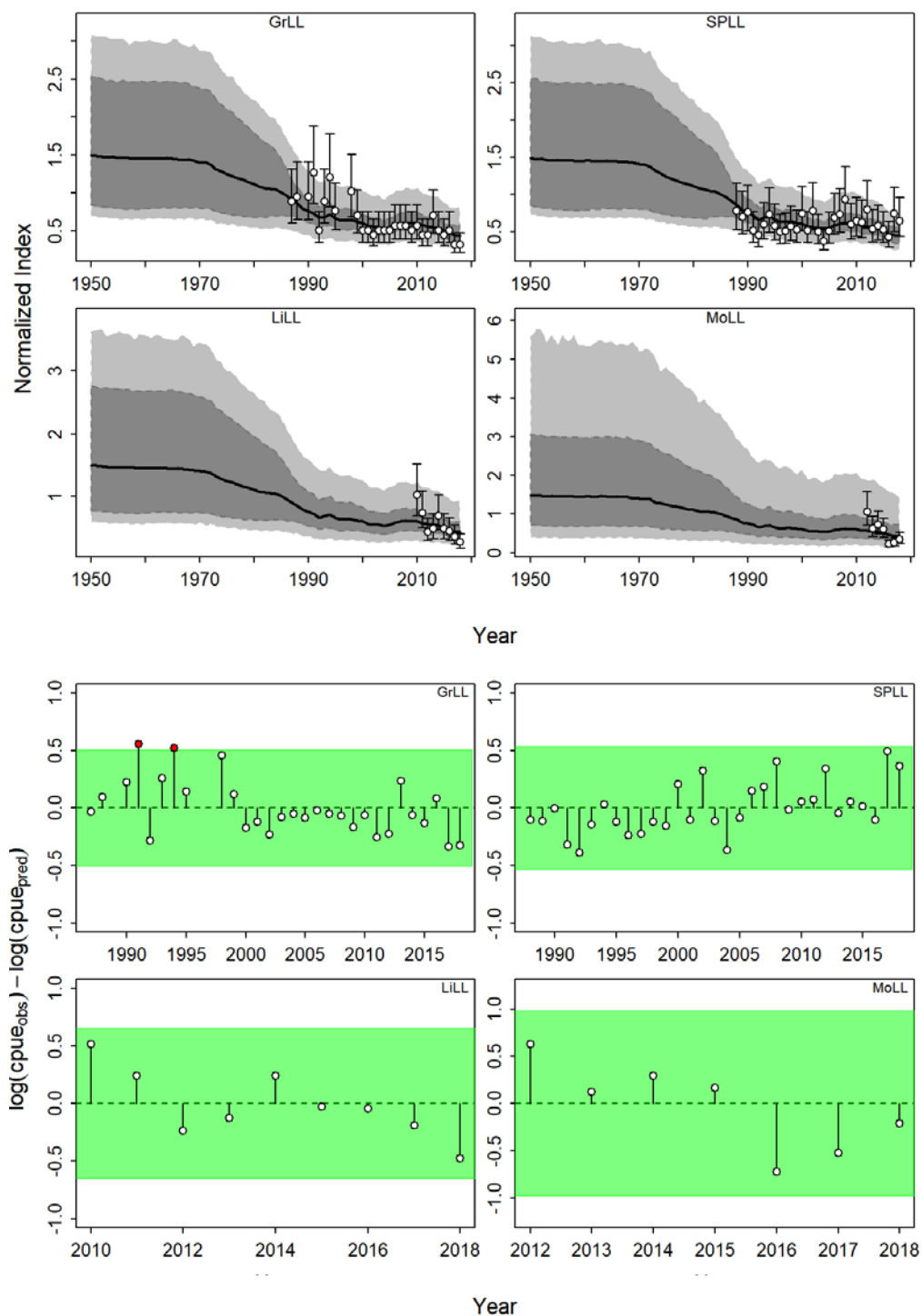


Figure 23. Time-series of observed (circle) with error 95% CIs (error bars) and predicted (solid line; upper panels) and runs tests (bottom panels) for CPUE of Mediterranean swordfish for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for the 'ASEM' scenario. Runs tests evaluate the randomness of the time series of CPUE residuals by fleet. Green panels indicate no evidence of lack of randomness of time-series residuals ($p > 0.05$) while red panels (not shown here) indicate the opposite. 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).

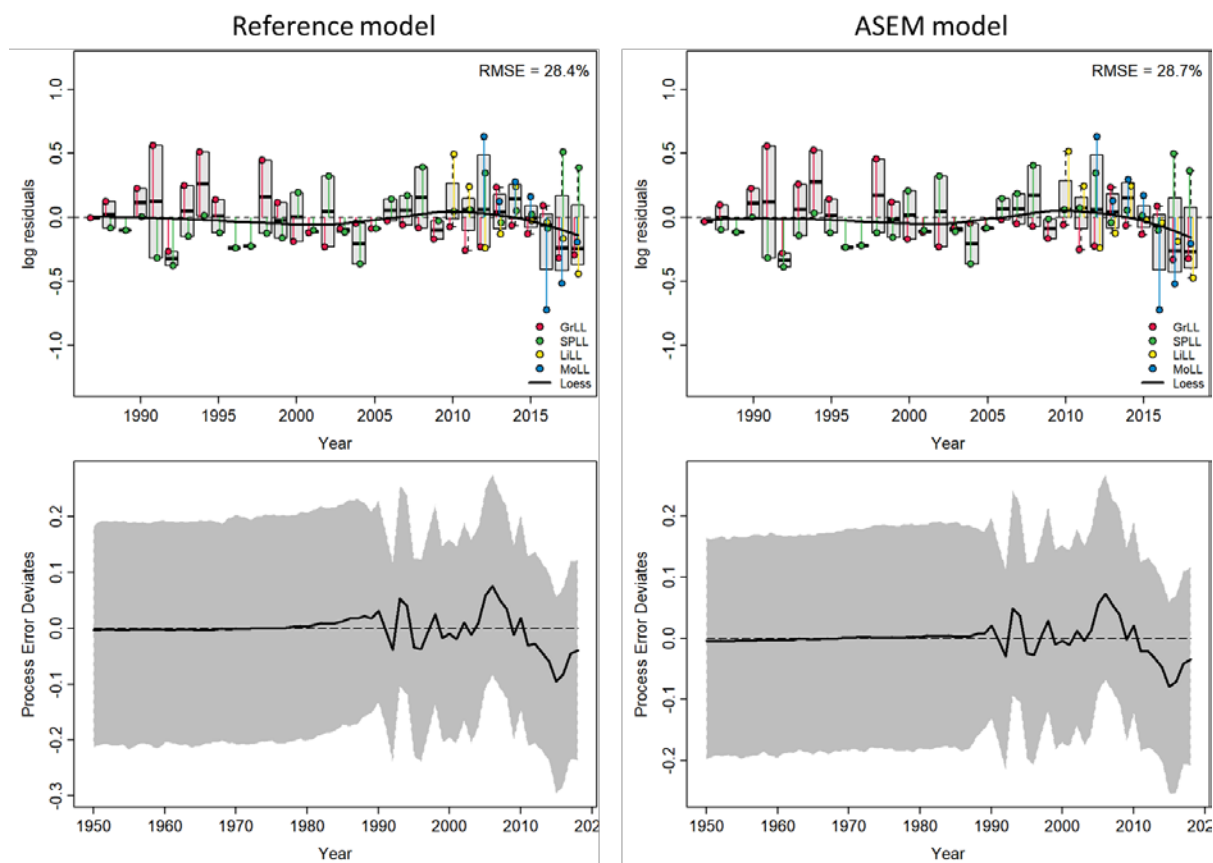


Figure 24. JABBA residual diagnostic plots for alternative sets of CPUE indices examined for each scenario (Left: Reference model; Right: ASEM model) for Mediterranean swordfish. Top panels: Boxplots indicating the median and quantiles of all residuals available for any given year, and solid black lines indicate a loess smoother through all residuals. Bottom panels: Process error deviates (median: solid line) with shaded grey area indicating 95% credibility intervals.

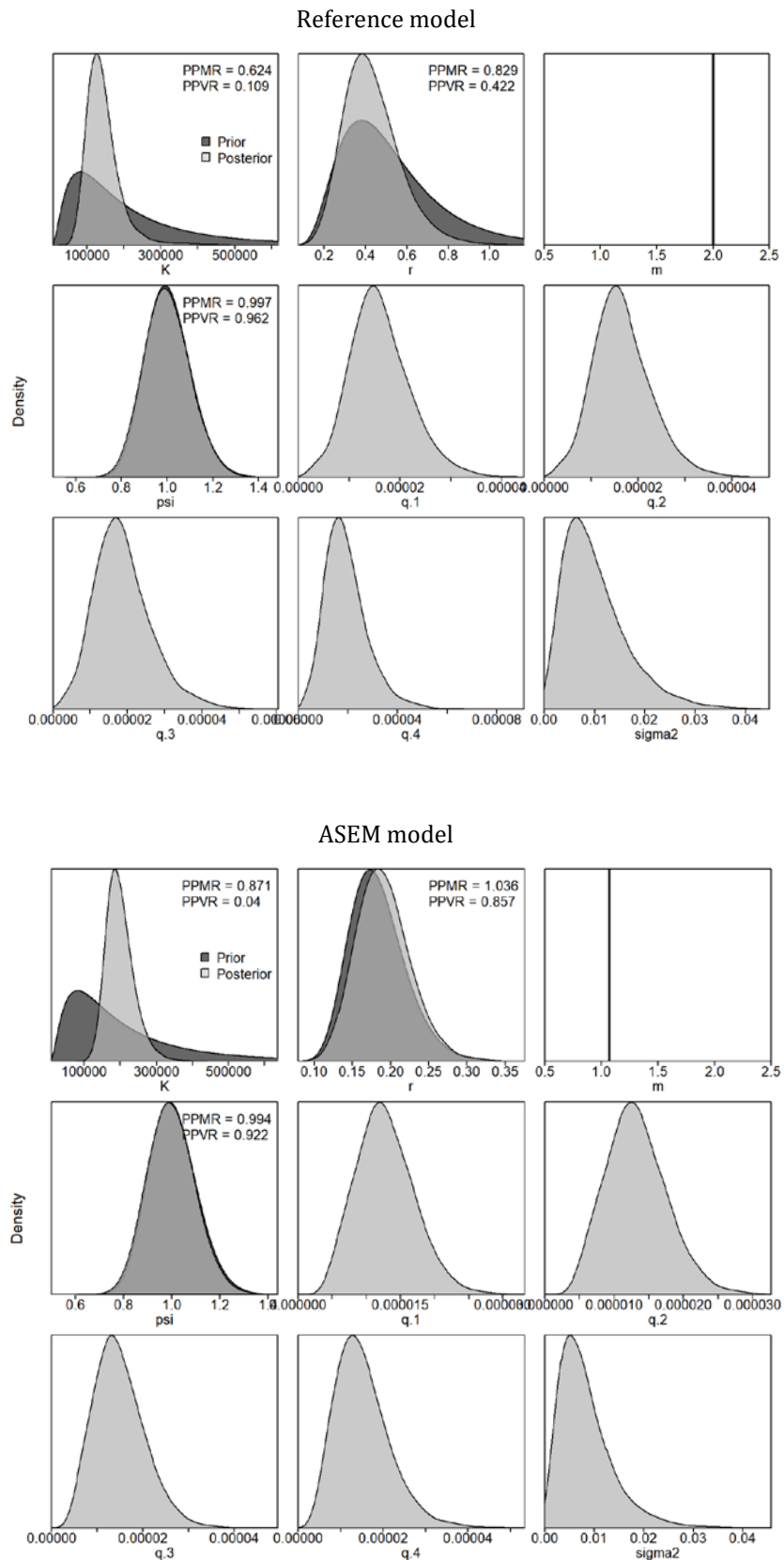


Figure 25. Prior and posterior distributions of various model and management parameters for the Bayesian state-space surplus production model for Mediterranean swordfish. PPMR: Posterior to Prior Ratio of Means; PPVR: Posterior to Prior Ratio of Variances. Upper panels: 'Reference' model and; Bottom panels: 'ASEM' model.

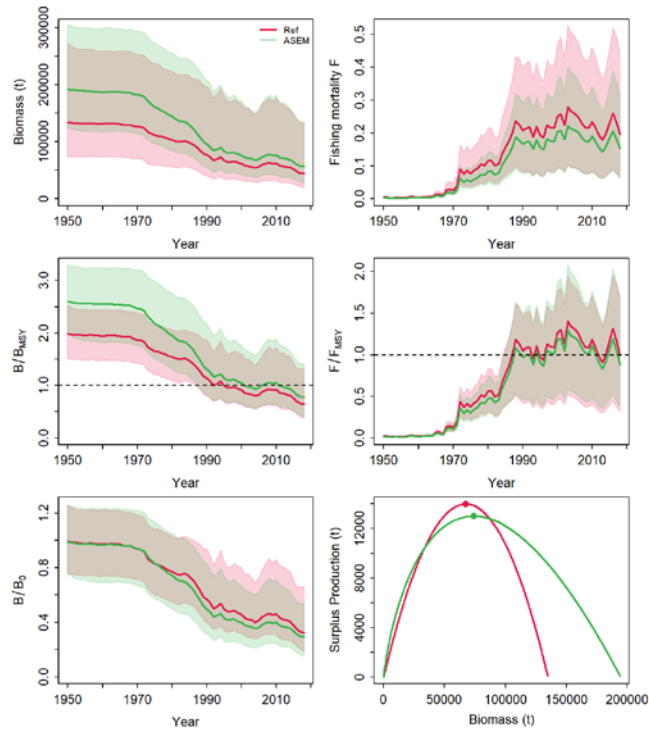


Figure 26. Trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/B_0) and surplus production curve (bottom panels) for each scenario from the Bayesian state-space surplus production model fits to Mediterranean swordfish.

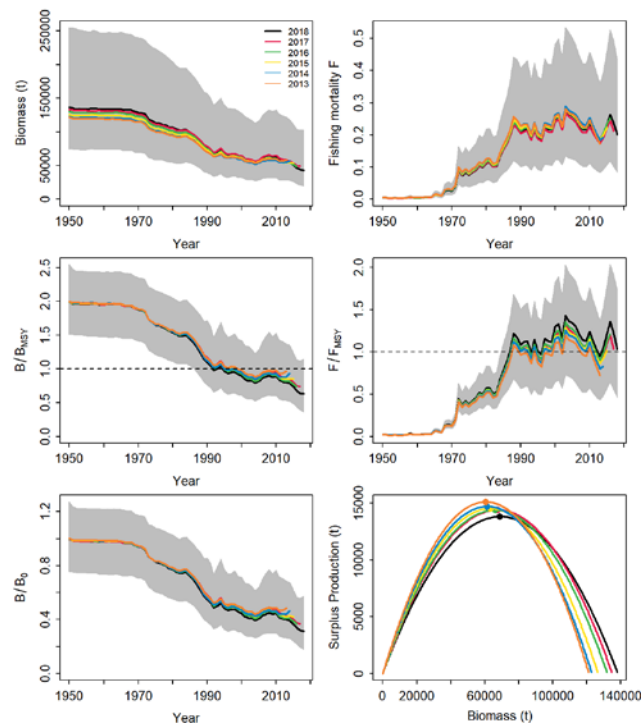


Figure 27. Retrospective analysis performed to the Reference model, by removing one year at a time sequentially ($n=5$) and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/B_0) and surplus production curve (bottom panels) for each scenario from the Bayesian state-space surplus production model fits to Mediterranean swordfish.

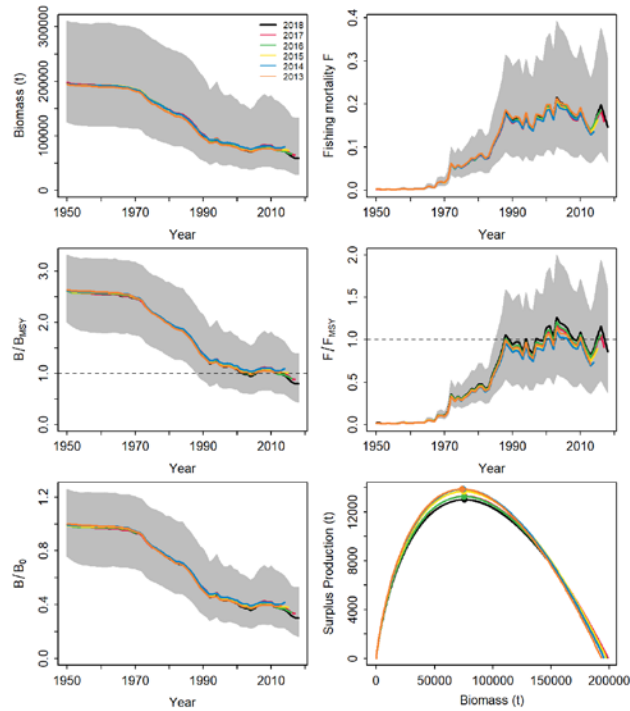


Figure 28. Retrospective analysis performed to the ASEM model, by removing one year at a time sequentially ($n=5$) and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/K) and surplus production curve (bottom panels) for each scenario from the Bayesian state-space surplus production model fits to Mediterranean swordfish.

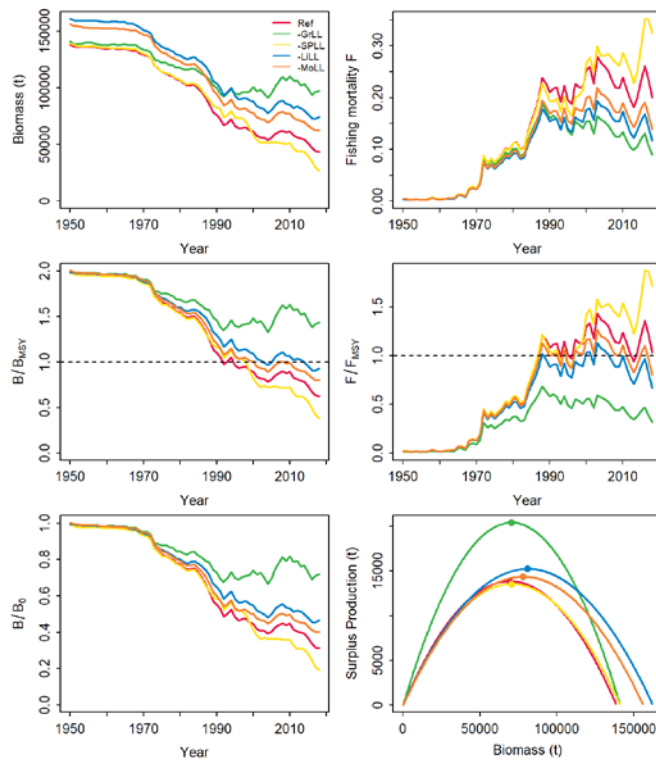


Figure 29. Jackknife index analysis performed to the Reference model, by removing one CPUE fleet at a time and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/K) and surplus production curve (bottom panels) for each scenario from the Bayesian state-space surplus production model fits to Mediterranean swordfish.

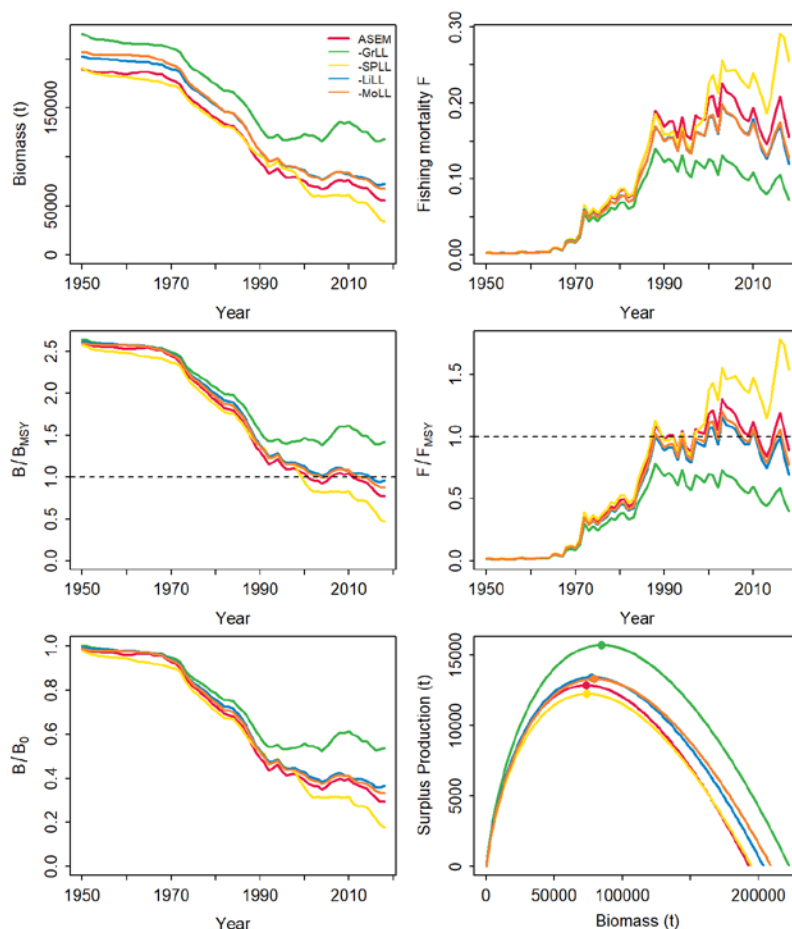


Figure 30. Jackknife index analysis performed to the ASEM model, by removing one CPUE fleet at a time and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/B_0) and surplus production curve (bottom panels) for each scenario from the Bayesian state-space surplus production model fits to Mediterranean swordfish.

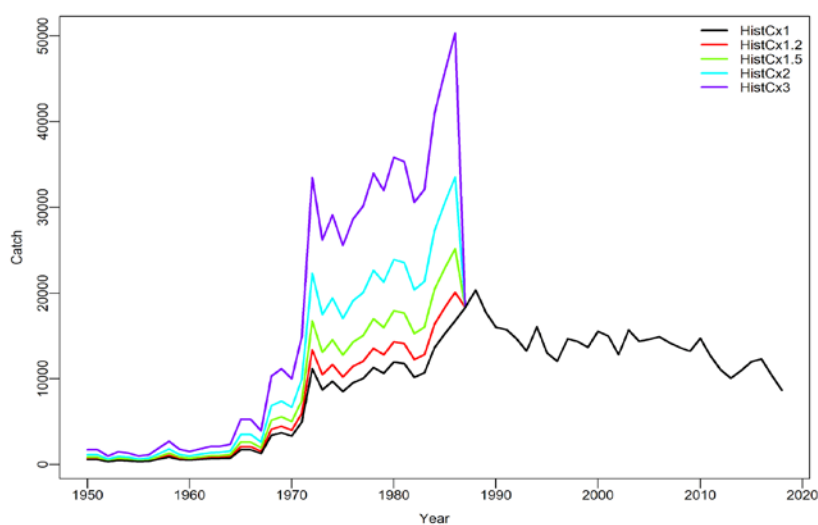


Figure 31. Alternative catch time series used in sensitivity runs to explore potential impacts of underreporting of early catches 1950-1986 by 20% (HistCx1.2), 50% (HistCx1.5), 100% (HistCx2) and 200% (HistCx3) on the JABBA assessment outputs.

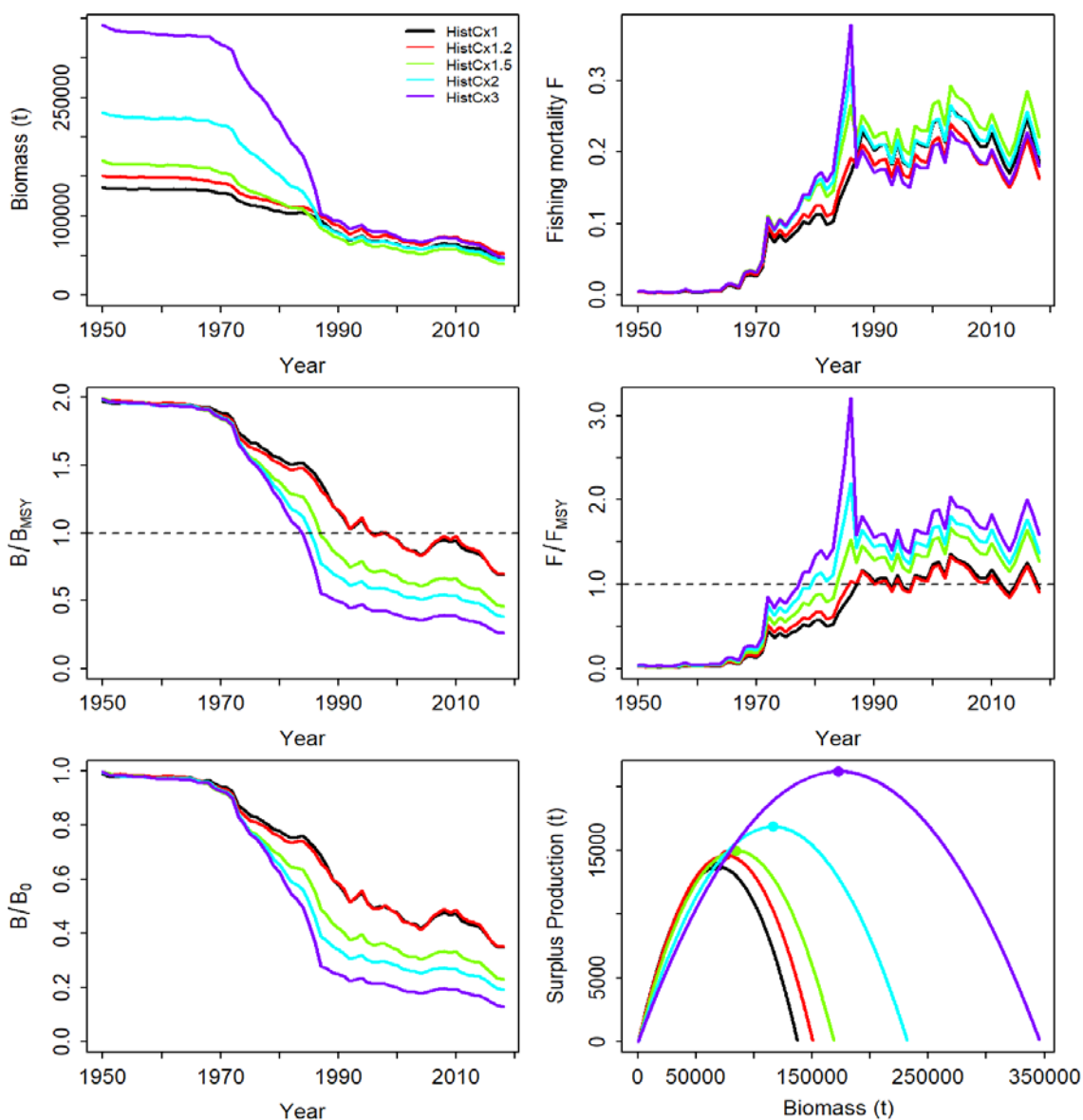


Figure 32. Sensitivity analysis performed to the Reference model for each assumption with regard to historical catches (multiplying the early catches from 1950 to 1986 by factors of 1.2, 1.5, 2 and 3) and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/K) and surplus production curve (bottom panels) for each scenario from the Bayesian state-space surplus production model fits to Mediterranean swordfish.

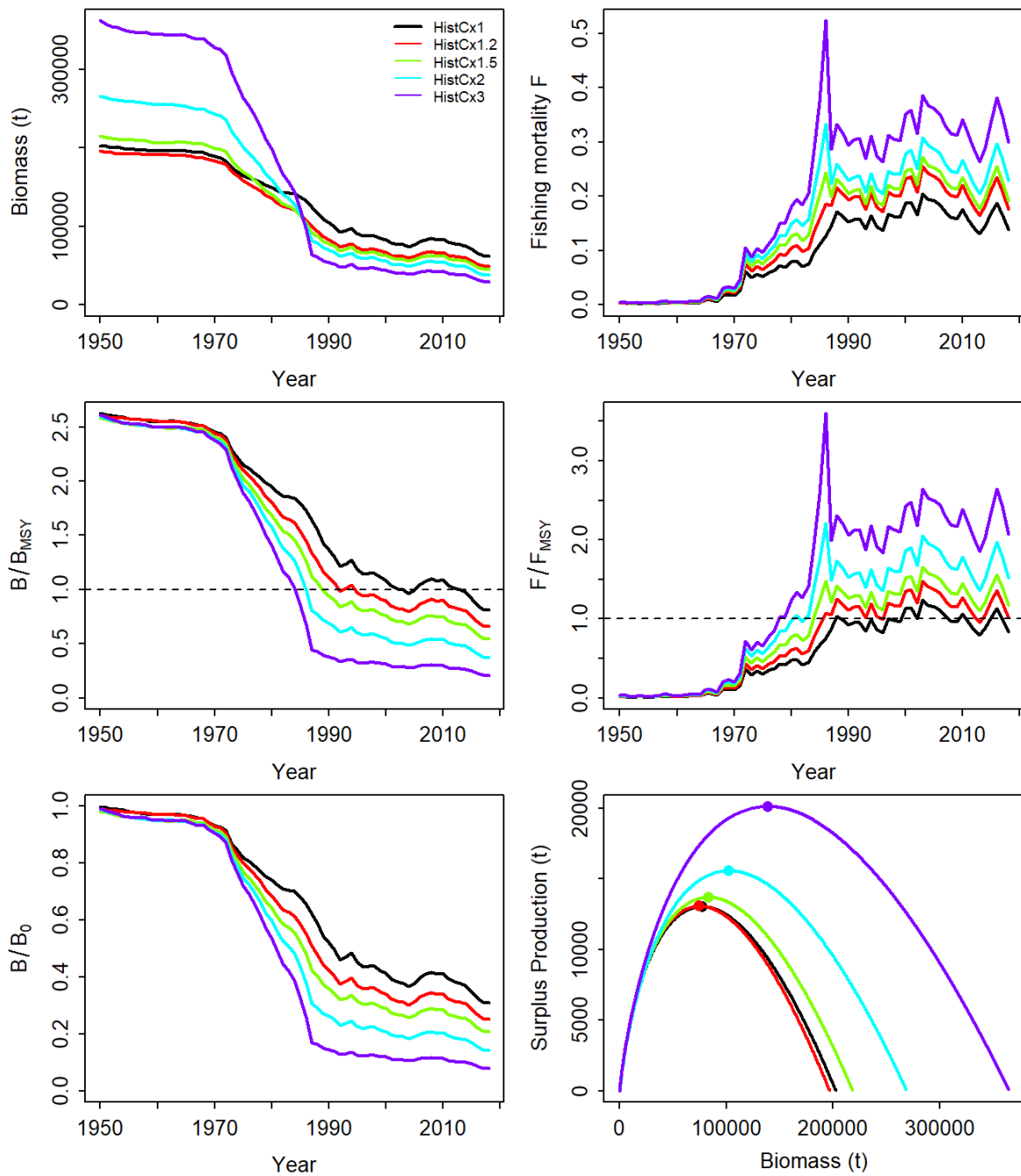


Figure 33. Sensitivity analysis performed to the ASEM model for each assumption with regard to historical catches (multiplying the early catches from 1950 to 1986 by factors of 1.2, 1.5, 2 and 3) and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/K) and surplus production curve (bottom panels) for each scenario from the Bayesian state-space surplus production model fits to Mediterranean swordfish.

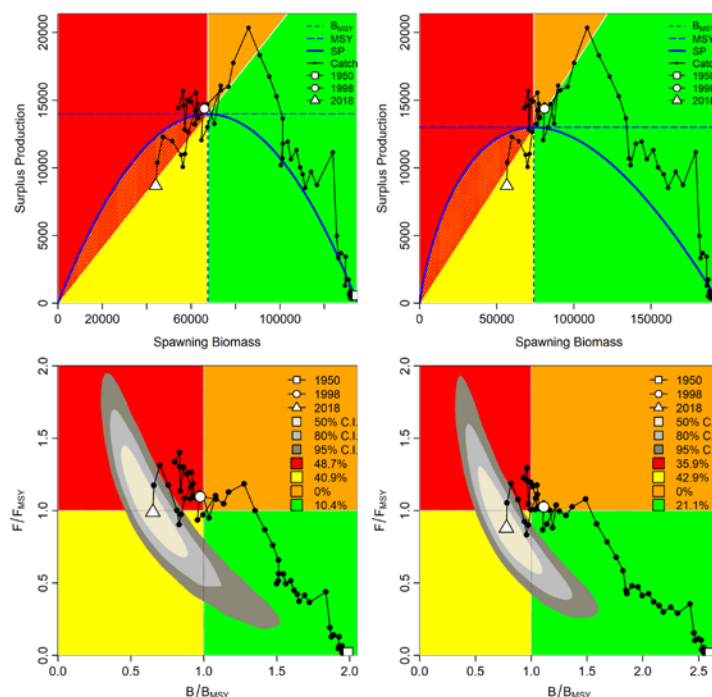


Figure 34. JABBA surplus production phase plot for the Reference Model (left panels) and the ASEM model (right panels) showing trajectories of the catches in relation to B_{MSY} and MSY (top panels) and Kobe phase plot showing estimated trajectories (1959-2018) of B/B_{MSY} and F/F_{MSY} for the Bayesian state-space surplus production model for the Mediterranean swordfish (bottom panels). Different grey shaded areas denote the 50%, 80%, and 95% credibility interval for the terminal assessment year. The probability of terminal year points falling within each quadrant is indicated in the figure legend.

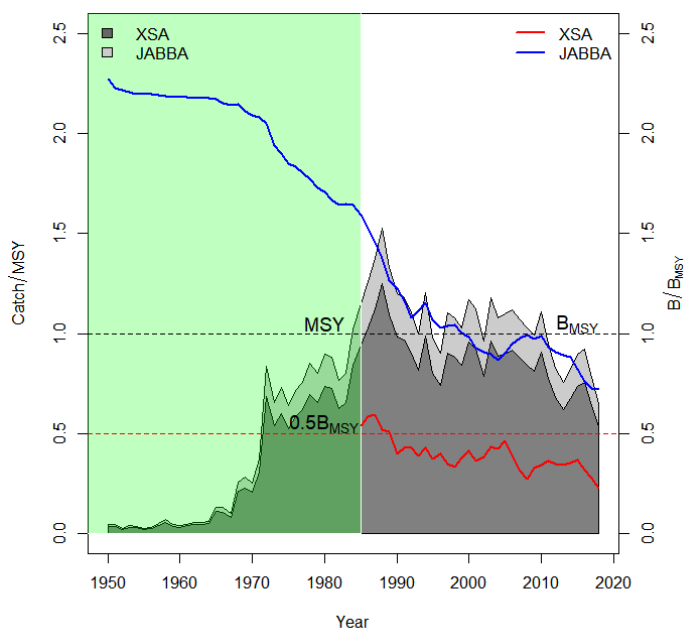


Figure 35. Illustration of catch series (1950-2018) relative to estimates of MSY (Catch/ MSY) for the XSA final run including discards and combined JABBA model ('Reference' and 'ASEM') on the left y-axis and the corresponding model-precited trajectories of SSB/SSB_{MSY} and B/B_{MSY} , respectively, on right y-axis. The green-shaded areas demarcate the period (1950-1985) when catches remained below MSY and, accordingly, the stock would be expected to be in the green quadrant of the Kobe phase plot ($B > B_{MSY}$ and $F < F_{MSY}$). Dashed black horizontal line denote catch and biomass levels at MSY , respectively and dashed red line denotes biomass level at $0.5B_{MSY}$.

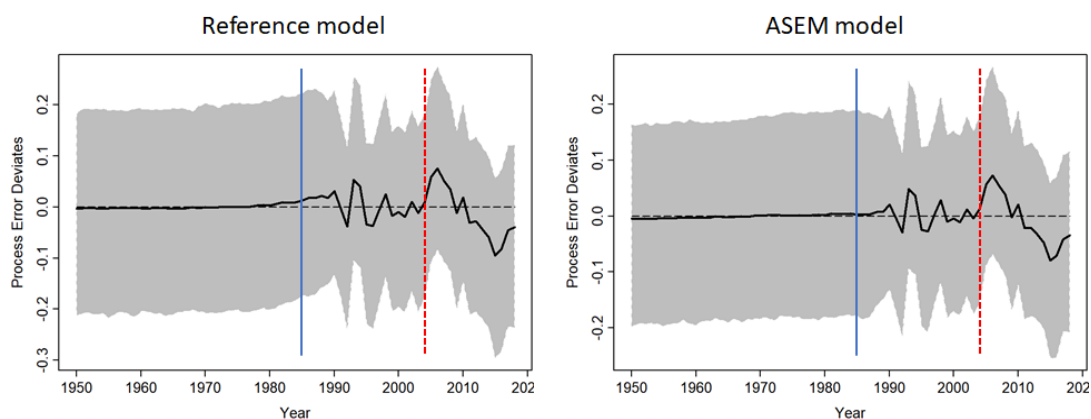


Figure 36. Process error deviates on the estimated biomass on log-scale (median: solid line) for JABBA models (Reference and ASEM models). Blue vertical lines show the year 1987 when relative abundances indices started to inform the model and red lines denote 2004 as the approximate year when the minimum size regulation was put in place.

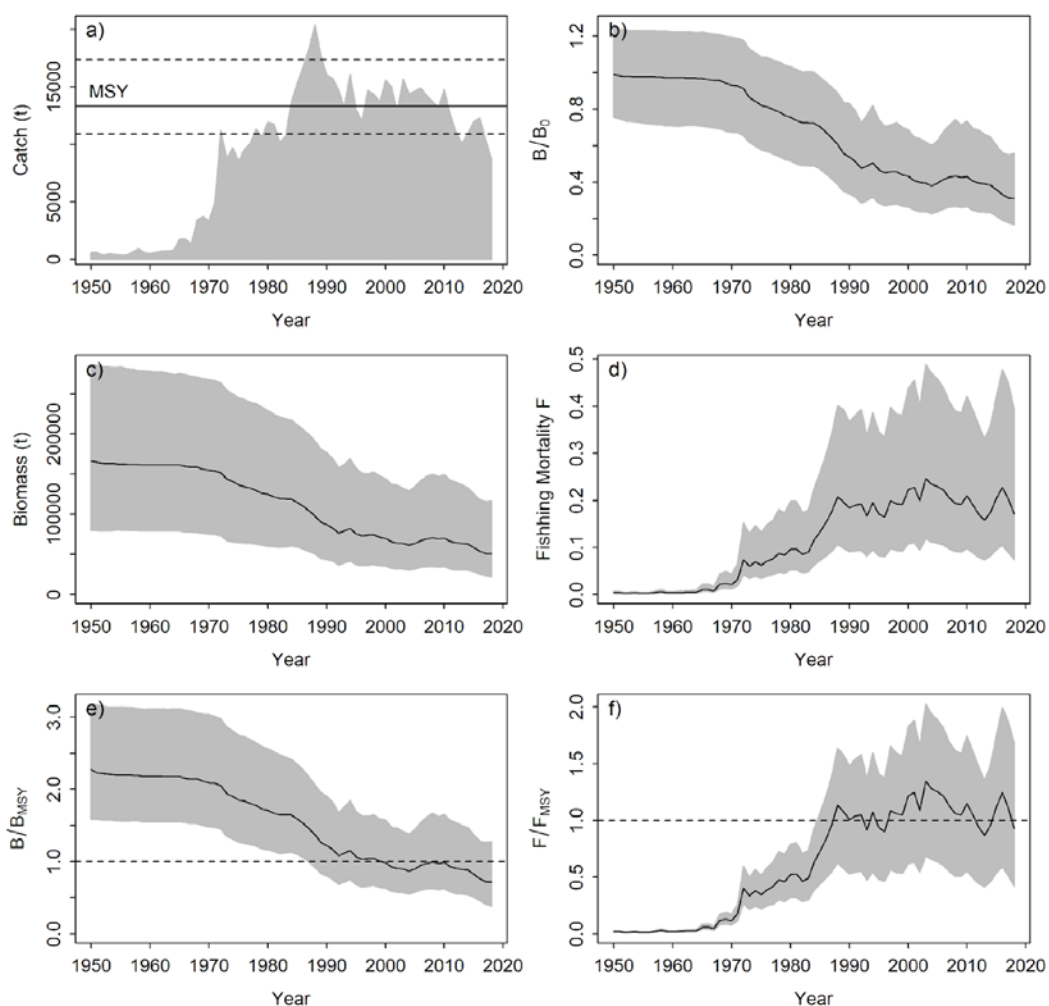


Figure 37. Final JABBA assessment model results for the Mediterranean swordfish in the form of joint MCMC posteriors of JABBA model runs ('Reference' and 'ASEM' models). (a) Catch time series depicting the MSY estimate with associated 95% credibility interval (dashed line); (b) biomass relative to B_0 (B/B_0) (upper panels); (c) trends in biomass and (d) fishing mortality; (e) trends of biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}); and (f) fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}).

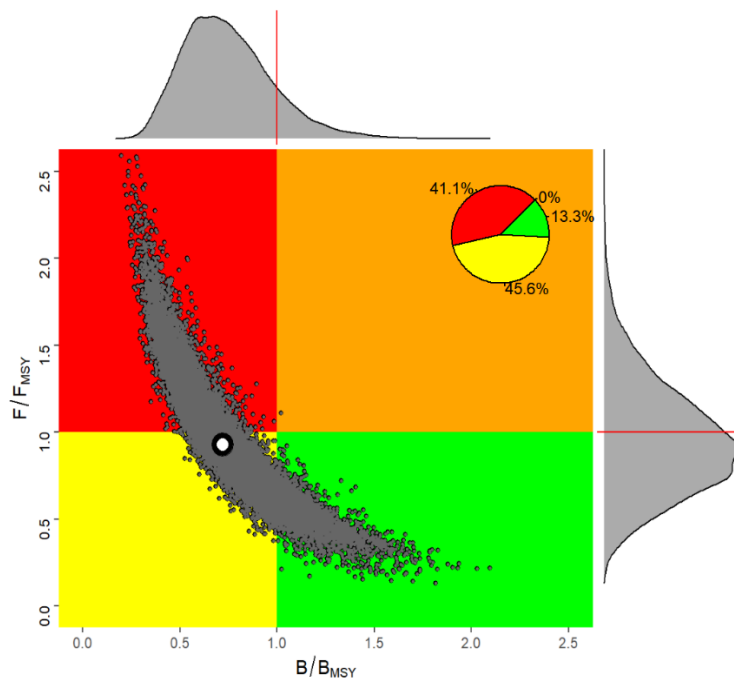


Figure 38. Kobe phase plot showing the combined posteriors of B_{2018}/B_{MSY} and F_{2018}/F_{MSY} presented in the form of joint MCMC posteriors of JABBA model runs ('Reference' and 'ASEM' models) for Mediterranean swordfish. The probability of posterior points falling within each quadrant is indicated in the pie chart.

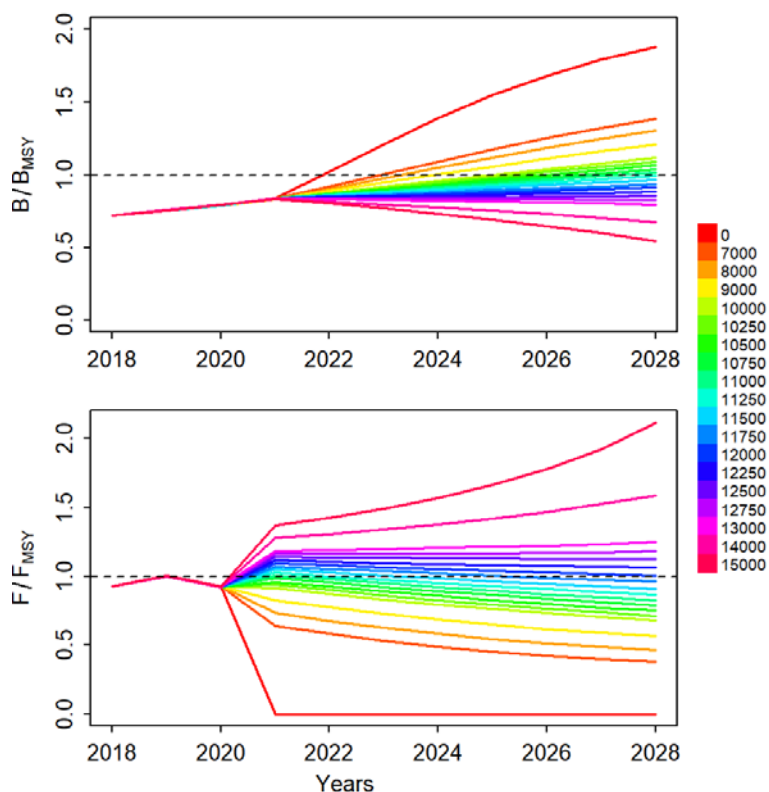


Figure 39. Trends of projected relative stock biomass (upper panel, B/B_{MSY}) and fishing mortality (bottom panel, F/F_{MSY}) of Mediterranean swordfish under different TAC scenarios (0 – 15,000 t), based on the combined projections of JABBA model runs ('Reference' and 'ASEM' models). Each line represents the median of 30000 MCMC iterations by projected year.

Agenda

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements
2. Summary of available data submitted according to the swordfish intersessional meeting deadlines
 - 2.1 Catches
 - 2.2 Length compositions
 - 2.3 Catch at size/age data
 - 2.4 Indices of abundance
 - 2.5 Biology
 - 2.6 Other relevant data
3. Relative abundance indices: overview of indexes to be potentially used based on the output of the swordfish intersessional meeting
4. Stock assessment methods and other data relevant to the assessment based on the output of the swordfish intersessional meeting
 - 4.1. Assessments models and Preliminary runs
 - 4.1.1. XSA
 - 4.1.2. a4a
 - 4.1.3. JABBA SPM
 - 4.2. New information for assessment. Historical data
5. Stock Assessment results
 - 5.1. Results
 - 5.1.1. XSA
 - 5.1.2. a4a
 - 5.1.3. JABBA SPM
 - 5.2. Synthesis of Stock Status and Final results
6. Projections
7. Recommendations
 - 7.1. Recommendations with financial implications
 - 7.2. Recommendations without financial implications
 - 7.3. Recommendations on management
8. Other matters
 - 8.1. Executive Summary
9. Adoption of the report and closure

List of Participants

Intersessional Meeting of the Swordfish tuna Species Group (Online, 16 – 20 March 2020)

CONTRACTING PARTIES

ALGERIA

Bennoui, Azzeddine

Chercheur au Centre de Recherche et de Développement pour la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA), 11 Boulevard Colonel Amirouche, 42415 Bou Ismail, Tipaza

Tel: +213 24 32 64 10, Fax: +213 24 32 64 11, E-Mail: bennoui_azeddine@yahoo.fr

Cheniti, Sarah

Sous Directrice des Pêcheries Hauturières et spécialisées, Ministère de la pêche et des Productions Halieutiques, Route des Quatre Canons, 1600

Tel: +213 21 43 32 56, Fax: +213 21 43 32 56, E-Mail: chenitisarah@yahoo.fr

Kouadri-Krim, Assia

Chef de Bureau, Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques, Direction du développement de la pêche, Rue des 04 Canons, 16000

Tel: +213 558 642 692, Fax: +213 21 43 31 97, E-Mail: dpmo@mpeche.gov.dz; assiakrim63@gmail.com

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, SP

Tel: +55 1196 765 2711, Fax: +55 11 3714 6273, E-Mail: bruno.mourato@unifesp.br; bruno.pesca@gmail.com; mourato.br@gmail.com

CANADA

Gillespie, Kyle

Fisheries and Oceans Canada, St. Andrews Biological Station, Population Ecology Division, 125 Marine Science Drive, St. Andrews, New Brunswick, E5B 0E4

Tel: +1 506 529 5725, Fax: +1 506 529 5862, E-Mail: kyle.gillespie@dfo-mpo.gc.ca

Hanke, Alexander

Scientist, St. Andrews Biological Station/ Biological Station, Fisheries and Oceans Canada, 125 Marine Science Drive, St. Andrews, New Brunswick E5B 2T0

Tel: +1 506 529 5912, Fax: +1 506 529 5862, E-Mail: alex.hanke@dfo-mpo.gc.ca

EGYPT

Abdelnaby Kaamouh, Mohamed Ibrahim

National Institute of Oceanography and Fisheries (NIOF), 14 Aly Abn Aby Taalep, Abo Qir, 11694 Alexandria, Cairo

Tel: +227 943 226, Fax: +227 921 339, E-Mail: ma_fotouh@outlook.com

EUROPEAN UNION

Biagi, Franco

Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries (DG-Mare) - European Commission, Rue Joseph II, 99, 1049 Bruxelles, Belgium

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

Coco, Ornella

Oceanis Srl, 80056 Ercolano, Napoli, Italy

Tel: +39 342 582 8477, E-Mail: ornellacoco.biomol@gmail.com

Di Natale, Antonio

Aquastudio Research Institute, Via Trapani 6, 98121 Messina, Italy
Tel: +39 336333366, E-Mail: adinatale@acquariodigenova.it

Garibaldi, Fulvio

Laboratorio di Biologia Marina e Ecologia Animale Univ. Degli Studi di Genova, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Corso Europa, 26, 16132 Genova, Italy
Tel: +39 335 666 0784; +39 010 353 8576, Fax: +39 010 357 888, E-Mail: largepel@unige.it; garibaldi.f@libero.it

Gioacchini, Giorgia

Università Politecnica delle Marche ANCONA, Dipartimento Scienze della Vita e dell'Ambiente, Via Breccie Bianche 131, 60131 Ancona, Italy
Tel: +39 071 220 4990; +39 712 204 693, E-Mail: giorgia.gioacchini@univpm.it

Macías López, Ángel David

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

Mantopoulou - Palouka, Danai

76A, Vouliagmenis Ave., 16452 Athens Attica, Greece
Tel: +306 948 727 339, E-Mail: danaim@hcmr.gr

Molina Schmid, Teresa

Subdirectora General Adjunta, Subdirección General de Acuerdos y Organizaciones Regionales de Pesca, Dirección General de Recursos Pesqueros, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Pesca, C/ Velázquez, 144 2ª Planta, 28006 Madrid, España
Tel: +34 91 347 60 47; +34 656 333 130, Fax: +34 91 347 60 42, E-Mail: tmolina@mapa.es

Ortiz de Urbina, Jose María

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Málaga, Puerto Pesquero s/n, 29640 Fuengirola, Málaga, España
Tel: +34 952 197 124, Fax: +34 952 463 808, E-Mail: urbina@ieo.es

Pappalardo, Luigi

Scientific Advisor, OCEANIS SRL, Vie Maritime 59, 80056 Ercolano (NA), Napoli, Italy
Tel: +39 081 777 5116; +39 345 689 2473, E-Mail: oceanissrl@gmail.com; gistec86@hotmail.com

Peristeraki, Panagiota (Nota)

Hellenic Center for Marine Research, Institute of Marine Biological Resources and Inland Waters, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Greece
Tel: +30 2810 337 830, Fax: +30 2810 337 822, E-Mail: notap@hcmr.gr

Pignalosa, Paolo

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

Poisson, François

IFREMER -- Centre de Recherche Halieutique, UMR MARBEC (Marine Biodiversity Exploitation and Conservation), Avenue Jean Monnet, CS 30171, 34203 Sète, France
Tel: +33 499 57 32 45; +33 679 05 73 83, E-Mail: francois.poisson@ifremer.fr; fpoisson@ifremer.fr

Saber Rodríguez, Sámara

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Málaga, Puerto Pesquero s/n, 29460 Fuengirola, Málaga, España
Tel: +34 952 197 124, Fax: +34 952 581 388, E-Mail: samar.saber@ieo.es

Thasitis, Ioannis

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

Tserpes, George

Hellenic Center for Marine Research (HCMR), Institute of Marine Biological Resources, P.O. Box 2214, 71003 Heraklion, Crete, Greece
Tel: +30 2810 337851, Fax: +30 2810 337822, E-Mail: gtserpes@hcmr.gr

MOROCCO

Abid, Nouredine

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

Bensbai, Jilali

Chercheur, Institut National de Recherche Halieutique à Casablanca - INRH/Laboratoires Centraux, Rue Sidi Abderrhman / Ain Diab, 90000 Casablanca
Tel: +212 661 59 8386, Fax: +212 522 397 388, E-Mail: bensbaijilali@gmail.com

Ikkiss, Abdelillah

Chercheur, Centre régional de l'Institut national de Recherche Halieutique, Dakhla
Tel: +212 662 276 541, E-Mail: ikkiss.abdel@gmail.com

Jghab, Ayman

Biologiste, Institut National de Recherche Halieutique, Centre Régional de Tanger, Km 7, Route Ksar Sghir. Malabata. B.P 5268. Dradeb, 90000 Tanger
Tel: +212 657 454 451, Fax: +212 593 231 593, E-Mail: jghabayman@gmail.com

TUNISIA

Zarrad, Rafik

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

UNITED STATES

Brown, Craig A.

Chief, Highly Migratory Species Branch, Sustainable Fisheries Division, NOAA Fisheries Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149
Tel: +1 305 586 6589, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: craig.brown@noaa.gov

Schirripa, Michael

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149
Tel: +1 305 361 4568; +1 786 400 0649, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: michael.schirripa@noaa.gov

OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

WORLD WIDE FUND FOR NATURE – WWF

Buzzi, Alessandro

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

SCRS CHAIRMAN

Melvin, Gary

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

SCRS VICE-CHAIRMAN

Coelho, Rui

SCRS Vice-Chairman, Portuguese Institute for the Ocean and Atmosphere, I.P. (IPMA), Avenida 5 de Outubro, s/n, 8700-305 Olhão, Portugal

Tel: +351 289 700 504, E-Mail: rpcoelho@ipma.pt

INVITED EXPERT

Winker, Henning

Joint Research Centre - European Commission, Ispra, Italy, 21027 Ispra, Italy

Tel: +27 725 126 558, E-Mail: henning.winker@ec.europa.eu

ICCAT Secretariat

C/ Corazón de María 8 – 6th floor, 28002 Madrid – Spain

Tel: +34 91 416 56 00; Fax: +34 91 415 26 12; E-mail: info@iccat.int

Neves dos Santos, Miguel

Ortiz, Mauricio

Palma, Carlos

Kimoto, Ai

Mayor, Carlos

List of Papers and Presentations

Number	Title	Authors
SCRS/2020/028	Estimation of undersize Mediterranean swordfish (<i>Xiphias gladius</i>) catches by the main longline fleets between 2008 – 2018	Ortiz M.
SCRS/2020/043	Standardized Catch Rates for Mediterranean Swordfish (<i>Xiphias gladius</i> Linnaeus, 1758) from the Spanish Longline Fishery: 1988-2018.	Saber S., Macías D., García S., Riojax P., Góomez-Vives M.J., Godoy D., Meléndes M.J., Puerto M.A., and Ortiz de Urbina J.
SCRS/2020/058	Additions to the Italian annotated bibliography on swordfish (<i>Xiphias gladius</i> , Linnaeus, 1758) and comprehensive overview.	Di Natale A.
SCRS/2020/074	A clarification about stage 2 maturity in female swordfish (<i>Xiphias gladius</i> , Linnaeus, 1758)	Di Natale A., Garibaldi F., and Corriero A.
SCRS/2020/076	Estimation of catch at size and catch at age for the Mediterranean swordfish (<i>Xiphias gladius</i>) assessment 2020	Ortiz M., and Palma C.
SCRS/2020/077	Assessment of the Mediterranean swordfish stock by means of extended survivor analysis (XSA)	Tserpes G., and Mantopoulou-Palouka D.
SCRS/2020/078	Assessment of the Mediterranean swordfish stock by means of assessment for all initiative (a4a)	Mantopoulou-Palouka D., and Tserpes G.
SCRS/2020/082	Developing of Bayesian state-space surplus production models JABBA for assessing Mediterranean swordfish (<i>Xiphias gladius</i>) stock	Mourato B.L., Winker H., Kimoto A., and Ortiz M.
SCRS/P/2020/028	Stock status, projections and K2SM for an ensemble of two JABBA assessment scenarios for Mediterranean swordfish (<i>Xiphias gladius</i>)	Winker H., Kimoto A., Mourato B.L., Tserpes G., and Ortiz M.
SCRS/P/2020/029	Final Assessment of the Mediterranean swordfish stock by means of extended survivor analysis (XSA)	Tserpes G., and Mantopoulou-Palouka D.
SCRS/P/2020/030	Final Assessment of the Mediterranean swordfish stock by means of assessment for all initiative (a4a)	Mantopoulou-Palouka D., and Tserpes G.

SCRS Document and Presentations Abstracts as provided by the authors

SCRS/2020/028 - Estimates of undersize Mediterranean swordfish catches were estimated using the size samples (task2sz) from the longline gear for 2008 – 2018. ICCAT minimum size landing regulations were implemented in 2014 (90 cm LJFL) and updated again in 2017 (100 cm LJFL). Prior research indicated that not all fleets have reported undersized catches/discards that can account for a significant percentage of the swordfish caught by the longline operations, which is currently the main fishing gear in the Mediterranean Sea. Estimated discards since 2008 represent overall about 12% to 14% between 2008 and 2017, and this increased to 24% in 2017/18 when the current minimum size was implemented.

SCRS/2020/043 – Standardized relative abundance indices for swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) caught by the Spanish surface longline in the western Mediterranean Sea were estimated for the period 1988-2018. Standardized CPUEs in number were estimated through a General Linear Mixed Modelling (GLMM) approach under a negative binomial (NB) error distribution assumption. Standardized CPUEs in biomass were estimated through a General Linear Mixed Modelling (GLMM) approach under a log-normal error distribution assumption. The main factors in the standardization analysis were fishing area and time of the year (quarter). The standardized indices showed notable annual fluctuations without any definite trend for the period under study.

SCRS/2020/058 – After the very first attempt to list together the many papers published so far on swordfish (*Xiphias gladius*) by Italian scientists, concerning the biology of this species, the fisheries and many other scientific and cultural issues, it was necessary to prepare an addition to the annotated bibliography published in 2019. Therefore, the present paper provides 185 additional papers, all annotated with specific keywords, which brings the available papers on this species up to 715, all duly annotated. This paper also provides an overview of the papers published over the centuries and decades, the main authors and the score of the main topics and themes included in the papers. This updated bibliography was set together to serve the scientists and to help them in finding some rare references that might be useful for their work.

SCRS/2020/074 – Recent documents generically provided the misleading information that most of the previous assessment of stage 2 maturity in female swordfish (*Xiphias gladius*) were erroneous. This short paper provides the augmented evidence that stage 2 maturity was always correctly attributed to female gonads which were in a developing stage and not mature. This clarification is important for avoiding uncertainties and spending unnecessary funds for searching what is already established since many decades.

SCRS/2020/076 – Catch-at-Size and catch-at-age of Mediterranean swordfish was estimated and preliminary analyses performed for its use within the stock evaluation models. The estimates used the size/catch at size data and or catch-at age data submitted to the Secretariat by CPCs under the Task II requirements, and new information from data recovery projects. With the new information it was possible to estimate and revise the CAS from 1972 to 2018, updating also the fishing gear associated with most of the annual catches within this period. Catch at age was estimated using two approaches; an estimation based on decomposing size mixture distributions and a monthly age-slicing growth function inversion. Both approaches assumed the current von Bertalanffy growth model for Mediterranean swordfish with estimates of variance of size at age. Results indicated that about 70% of the total catch is of ages 1, 2, and 3. Preliminary estimates of overall mortality were also produced from a catch curve analysis indicating on average total mortality Z of 0.56 (± 0.15 st.dev) and full fishery selectivity at age 2-3.

SCRS/2020/077 – Updated assessments of the Mediterranean swordfish stock are performed by means of Extended Survivors Analysis (XSA). They include a continuity run employing the model settings used in the 2016 ICCAT assessment, as well as candidate runs using modified model settings and two different assumptions regarding natural mortality-at-age. Additionally, scenarios assuming discards have been considered. All assessment runs indicate that the stock is overexploited and the current fishing mortality rates are higher than those corresponding to maximum sustainable yield (MSY) levels.

SCRS/2020/078 – Assessments of the Mediterranean swordfish stock are performed using a statistical catch-at-age model, developed in the framework of the Assessment for All (a4a) Initiative of the European Commission Joint Research Centre. Four runs are presented, including assumptions on natural mortality

and the presence of discards in the catch. The model structural components are kept the same for each run. All of the assessment runs indicate that the stock is overexploited and the current fishing mortality rates are higher than those corresponding to maximum sustainable yield (MSY) levels.

SCRS/2020/082 – Bayesian State-Space Surplus Production Models were fitted to Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) catch and CPUE data using the 'JABBA' R package. This document presents details on the model diagnostics and stock status estimates for two preliminary scenarios. For the 'Reference' model we used an existing prior distribution for r with $\log(r) \sim N(\log(0.45), 0.46)$ with a fixed input value of $BMSY/K = 0.5$ (Schaefer model-type), while for the 'ASEM' model we derived a new r prior with $\log(r) \sim N(\log(0.206), 0.2)$ and a fixed input value of $BMSY/K = 0.38$ (Pella-Tomlinson model type) from an Age-structured Equilibrium Model with Monte-Carlo simulations. In general, our results suggest that both candidate models provide reasonably robust fits to the data as judged by the presented model diagnostic results. The only notable difference in terms of performance is the slightly improved retrospective pattern for the 'ASEM' model. Both models predicted an overall similar exploitation history, with the peak in total catches in 1982 (~ 20,000 tons) also demarcating the onset of an extended period of overfishing. This was associated with continuous declines in stock biomass and eventually led to an overfished stock. The model-specific stock status posteriors for 2018 showed that the 'ASEM' model was more optimistic with a cumulative probability of over 60% (yellow + green) that current fishing mortality is currently sufficiently low enough to facilitate stock rebuilding. The 'Reference' model, by contrast, suggests that there is a more than 50% probability that stock remains overfish and that overfishing is still occurring. However, sensitivity analysis with regards various levels of under reporting early catches prior to 1987 revealed that the JABBA assessment result strongly dependent on the reliability of the historical catch time series. Raising the historical catch by a factor three would result a decrease in biomass levels of about 50% of $B/BMSY$ by 1990, which would be broadly comparable to the otherwise considerably more pessimistic 2016 XSA assessment model predictions.

SCRS/P/2020/028 – Summary of the Mediterranean swordfish assessment results applying Bayesian State-Space Surplus Production Models (JABBA) in *SCRS/2020/082* was provided with the Kobe plot, Chicken feet plots and Kobe 2 matrix based on the agreed projection settings by the Group for "Reference" and "ASEM" models. The projections were conducted for a range constant catch scenarios, including a reference scenario of zero catch and then covering a range from 9000 t to 15,000 t at specific intervals and for a period of 10 years (2019-2028). The catches for 2019 and 2020 were set to be 9,879 t and 9,583 t, which corresponds to the TAC set for 2019 and 2020, respectively.

SCRS/P/2020/029 – Updated assessments of the Mediterranean swordfish stock are performed by means of Extended Survivors Analysis (XSA) during the meeting based on *SCRS/2020/077*. Two runs are developed using the Spanish longline index in number, with and without discards. Results indicate that recruitment follows a decreasing trend, particularly in the last decade while current SSB levels are less than half of those observed at the beginning of the period.

SCRS/P/2020/030 – Further stock assessment results applying a4a to the Mediterranean swordfish stocks were provided for the requests by the Group based on *SCRS/2020/078*. The Ligurian surface longline index from 1991 to 2009 was additionally incorporated, and the two new runs results were provided with their reference points assuming constant M with/without discards. The updated results were similar to those in *SCRS/2020/078*, and the Group accepted those runs as final a4a results.

XSA FINAL RUNS

Table 1. Control settings for the XSA runs.

Parameters	Settings
shk.n	TRUE
shk.yrs	10
rage	1
maxit	100
shk.f	TRUE
shk.ages	4
fse	0.5
min.nse	0.3
qage	6
window	100
tsrange	20
tspower	1
vpa	TRUE
F range:minbar	2
maxfbar	4

a. Base run**Table 2.** Estimates of stock number-at-age for the base run.

age	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0	1.2342e+06	1.2608e+06	1.2960e+06	1.2736e+06	1.2578e+06	1.2099e+06
1	9.9524e+05	1.0067e+06	1.0307e+06	1.0589e+06	1.0383e+06	1.0241e+06
2	7.1831e+05	7.2933e+05	7.5615e+05	7.6961e+05	7.5197e+05	7.5689e+05
3	4.3199e+05	4.2551e+05	4.4068e+05	4.5496e+05	4.2689e+05	4.4040e+05
4	1.9422e+05	1.9654e+05	1.8446e+05	1.8665e+05	1.6873e+05	1.7326e+05
5	9.3050e+04	1.0660e+05	1.0379e+05	9.2859e+04	8.4970e+04	8.0926e+04
6	4.6495e-01	2.2168e+00	1.7596e+00	1.9186e+00	1.2792e+00	5.1920e-01
age	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0	1.2423e+06	1.2567e+06	1.2201e+06	1.2847e+06	1.4294e+06	1.3292e+06
1	9.8120e+05	1.0089e+06	1.0212e+06	9.9271e+05	1.0479e+06	1.1601e+06
2	7.2301e+05	7.0143e+05	7.3097e+05	7.3208e+05	7.0821e+05	7.5396e+05
3	4.0946e+05	4.0499e+05	3.9869e+05	4.1487e+05	3.9651e+05	3.9476e+05
4	1.6632e+05	1.6255e+05	1.7106e+05	1.6583e+05	1.6788e+05	1.6524e+05
5	7.9824e+04	7.9648e+04	8.0122e+04	8.6508e+04	7.6665e+04	8.5283e+04
6	1.0600e+01	1.1466e-01	1.0407e+00	1.0089e+00	1.3154e+00	3.8134e+03
age	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0	1.2903e+06	1.2950e+06	1.2130e+06	1.3371e+06	1.2590e+06	9.8627e+05
1	1.0883e+06	1.0529e+06	1.0470e+06	9.9110e+05	1.0947e+06	1.0287e+06
2	8.3678e+05	7.5494e+05	7.3322e+05	7.5226e+05	7.1476e+05	7.8549e+05
3	4.5205e+05	4.4817e+05	3.9779e+05	3.9351e+05	4.0404e+05	3.7557e+05
4	1.7995e+05	1.6515e+05	1.6772e+05	1.7043e+05	1.6181e+05	1.5203e+05
5	8.6839e+04	7.9816e+04	7.1075e+04	8.2619e+04	7.7562e+04	7.2902e+04
6	2.5433e+00	7.5124e-01	9.8436e-01	1.3544e+00	5.4097e-01	1.3812e+04
age	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	1.1083e+06	1.0635e+06	9.8586e+05	1.2255e+06	1.1229e+06	9.4534e+05
1	8.0749e+05	8.9355e+05	8.5403e+05	7.5341e+05	1.0011e+06	9.0551e+05
2	7.4935e+05	5.5802e+05	6.2235e+05	6.4558e+05	5.5152e+05	7.1655e+05

3	4.7460e+05	4.2106e+05	2.6909e+05	3.4234e+05	3.4523e+05	2.6824e+05
4	1.5606e+05	2.1160e+05	1.7234e+05	1.4444e+05	1.4509e+05	1.1523e+05
5	7.4652e+04	7.1087e+04	1.1789e+05	7.7345e+04	6.4388e+04	6.4915e+04
6	1.0293e+00	1.4869e+00	5.7480e-01	1.2341e+00	1.3012e+00	1.8418e+03

age 2009	2010	2011	2012	2013	2014	
0	8.5267e+05	9.7132e+05	8.5398e+05	7.4769e+05	8.4627e+05	6.3066e+05
1	7.6529e+05	6.9810e+05	7.9459e+05	6.5258e+05	6.1099e+05	6.9270e+05
2	6.4149e+05	5.2453e+05	4.7600e+05	4.6709e+05	4.7412e+05	4.4875e+05
3	3.1029e+05	3.4559e+05	2.7794e+05	2.8117e+05	2.6930e+05	2.7984e+05
4	1.6443e+05	1.5350e+05	1.4128e+05	1.3586e+05	1.3491e+05	1.3040e+05
5	3.3272e+04	7.0501e+04	7.4571e+04	7.1432e+04	7.5835e+04	7.6539e+04
6	1.3666e+03	4.5857e-01	1.9034e+00	1.8562e+00	2.3768e-01	9.1212e-01

age 2015	2016	2017	2018	
0	5.8328e+05	4.7859e+05	5.9481e+05	5.8293e+05
1	5.1634e+05	4.7755e+05	3.9183e+05	4.8662e+05
2	5.3089e+05	3.8666e+05	3.2289e+05	3.0422e+05
3	2.5558e+05	2.6395e+05	1.9181e+05	1.8823e+05
4	1.3534e+05	1.3246e+05	1.0133e+05	8.9787e+04
5	6.9523e+04	6.1405e+04	7.1211e+04	4.7828e+04
6	1.6656e+04	3.7343e+04	2.2439e+00	6.4978e-01

Table 3. Estimates of harvest-at-age for the base run.

age 1985	1986	1987	1988	1989	1990	
0	3.6919e-03	1.5087e-03	2.0751e-03	4.2898e-03	5.5152e-03	9.4804e-03
1	1.1086e-01	8.6216e-02	9.2098e-02	1.4228e-01	1.1611e-01	1.4816e-01
2	3.2361e-01	3.0380e-01	3.0804e-01	3.8934e-01	3.3503e-01	4.1437e-01
3	5.8752e-01	6.3587e-01	6.5910e-01	7.9190e-01	7.0177e-01	7.7375e-01
4	3.9988e-01	4.3856e-01	4.8634e-01	5.8693e-01	5.3476e-01	5.7494e-01
5	3.5546e-01	3.6611e-01	3.8639e-01	4.7761e-01	4.2191e-01	4.7781e-01
6	3.5546e-01	3.6611e-01	3.8639e-01	4.7761e-01	4.2191e-01	4.7781e-01

age 1991	1992	1993	1994	1995	1996	
0	8.1095e-03	7.5182e-03	6.2385e-03	3.7254e-03	8.7756e-03	1.6187e-09
1	1.3565e-01	1.2222e-01	1.3284e-01	1.3771e-01	1.2922e-01	1.2668e-01
2	3.7956e-01	3.6493e-01	3.6640e-01	4.1319e-01	3.8445e-01	3.1155e-01
3	7.2384e-01	6.6183e-01	6.7721e-01	7.0471e-01	6.7529e-01	5.8561e-01
4	5.3631e-01	5.0746e-01	4.8180e-01	5.7154e-01	4.7729e-01	4.4335e-01
5	4.4384e-01	4.1411e-01	4.1456e-01	4.5678e-01	4.1656e-01	3.6680e-01
6	4.4384e-01	4.1411e-01	4.1456e-01	4.5678e-01	4.1656e-01	3.6680e-01

age 1997	1998	1999	2000	2001	2002	
0	3.3944e-03	1.2547e-02	2.0485e-03	1.2958e-05	2.0115e-03	6.5333e-09
1	1.6570e-01	1.6181e-01	1.3065e-01	1.2688e-01	1.3193e-01	1.1688e-01
2	4.2438e-01	4.4072e-01	4.2236e-01	4.2158e-01	4.4351e-01	3.0385e-01
3	8.0691e-01	7.8290e-01	6.4760e-01	6.8865e-01	7.7743e-01	6.7821e-01
4	6.1296e-01	6.4315e-01	5.0805e-01	5.8725e-01	5.9733e-01	5.1124e-01
5	5.0249e-01	5.0715e-01	4.2716e-01	4.5885e-01	5.0870e-01	4.2876e-01
6	5.0249e-01	5.0715e-01	4.2716e-01	4.5885e-01	5.0870e-01	4.2876e-01

age 2003	2004	2005	2006	2007	2008	
0	1.5370e-02	1.9378e-02	6.8906e-02	2.2437e-03	1.5203e-02	1.1296e-02
1	1.6953e-01	1.6170e-01	7.9816e-02	1.1193e-01	1.3444e-01	1.4471e-01
2	3.7643e-01	5.2935e-01	3.9768e-01	4.2595e-01	5.2080e-01	6.3692e-01
3	6.0775e-01	6.9333e-01	4.2222e-01	6.5849e-01	8.9725e-01	2.8937e-01
4	5.8632e-01	3.8499e-01	6.0117e-01	6.0791e-01	6.0425e-01	1.0422e+00

5 4.7275e-01 4.8179e-01 5.8348e-01 5.5491e-01 5.3320e-01 5.2755e-01
 6 4.7275e-01 4.8179e-01 5.8348e-01 5.5491e-01 5.3320e-01 5.2755e-01

age	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	2.1610e-09	8.2627e-04	6.8961e-02	1.9157e-03	2.4618e-04	2.2476e-07
1	1.7775e-01	1.8295e-01	3.3131e-01	1.1948e-01	1.0860e-01	6.6050e-02
2	4.1852e-01	4.3509e-01	3.2647e-01	3.5068e-01	3.2726e-01	3.6294e-01
3	5.0381e-01	6.9450e-01	5.1581e-01	5.3437e-01	5.2525e-01	5.2640e-01
4	6.4688e-01	5.2195e-01	4.8202e-01	3.8304e-01	3.6677e-01	4.2893e-01
5	3.3503e-01	5.1559e-01	3.9366e-01	3.3577e-01	3.0832e-01	3.0085e-01
6	3.3503e-01	5.1559e-01	3.9366e-01	3.3577e-01	3.0832e-01	3.0085e-01

age	2015	2016	2017	2018
0	2.5404e-08	9.9621e-07	7.5485e-04	3.5328e-03
1	8.9225e-02	1.9135e-01	5.3090e-02	6.8659e-02
2	4.9880e-01	5.0104e-01	3.3965e-01	3.3155e-01
3	4.5726e-01	7.5734e-01	5.5905e-01	5.3277e-01
4	5.9031e-01	4.2063e-01	5.5079e-01	4.2985e-01
5	2.0524e-01	3.5724e-01	4.2669e-01	3.9316e-01
6	2.0524e-01	3.5724e-01	4.2669e-01	3.9316e-01

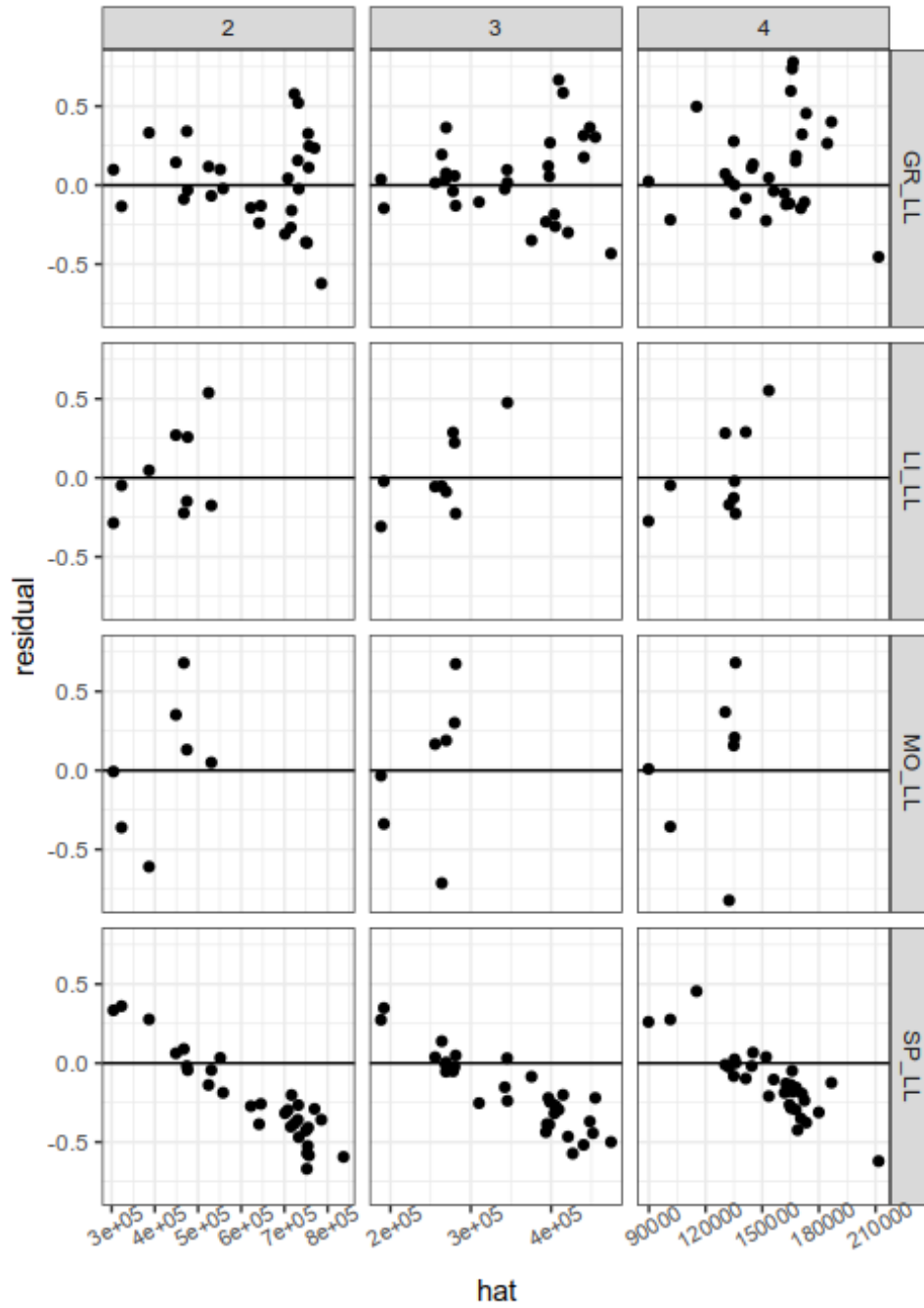


Figure 1. Residuals against fitted value for the base run.

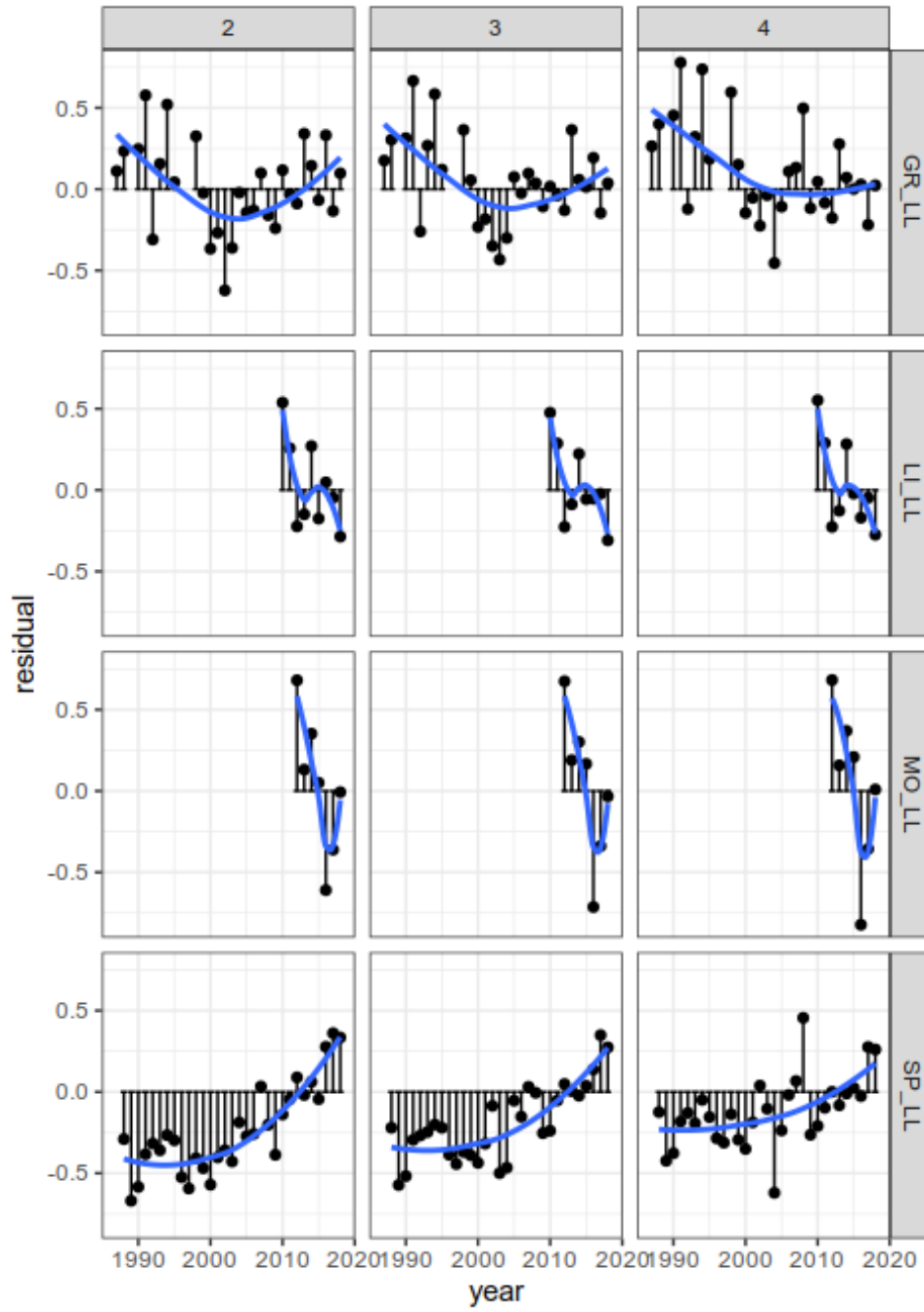


Figure 2. Residuals by fleet against year for the base run.

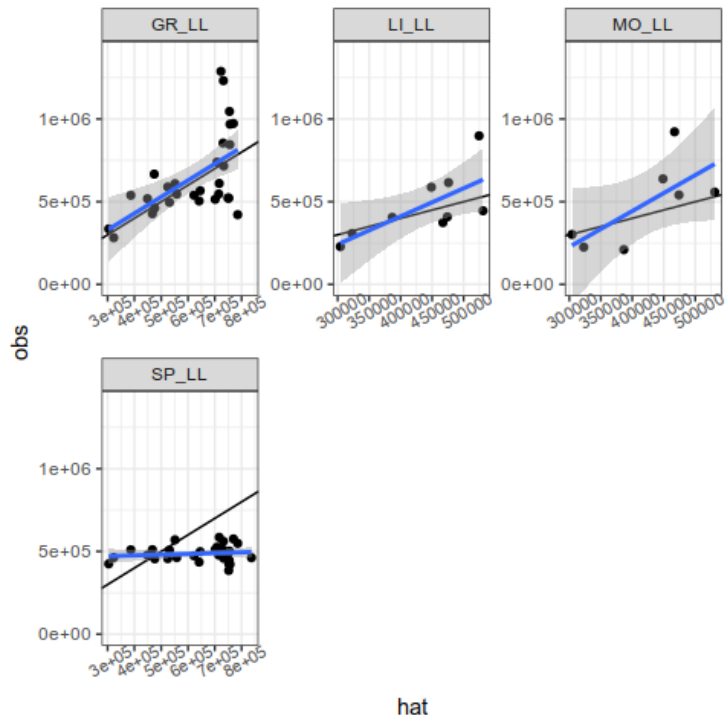


Figure 3. Calibration regression plots for age 2 for the base run. The blue line is a linear regression fitted to the residual pairs and the black line is the $y=x$ line. If the index is proportional to stock abundance, then the blue and black lines should coincide.

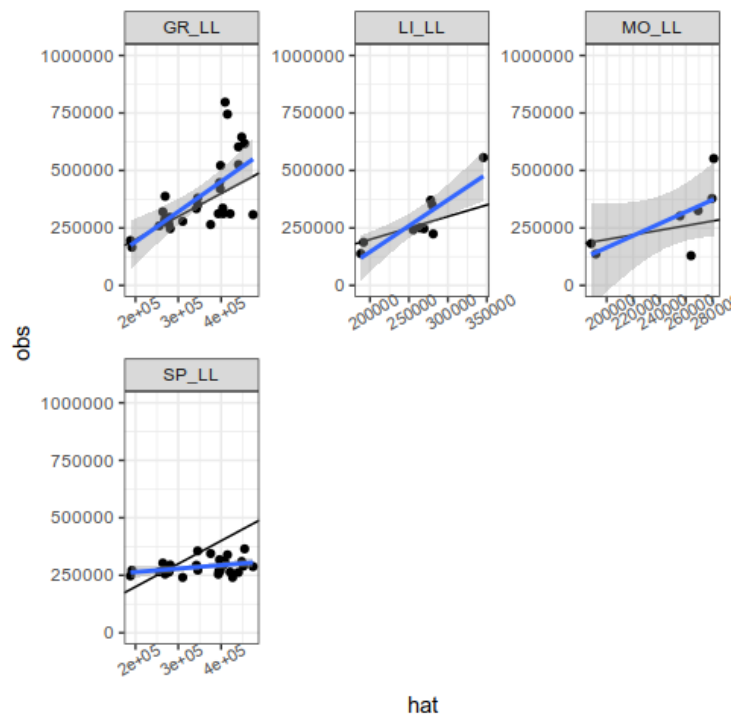


Figure 4. Calibration regression plots for age 3 for the base run. The blue line is a linear regression fitted to the residual pairs and the black line is the $y=x$ line. If the index is proportional to stock abundance, then the blue and black lines should coincide.

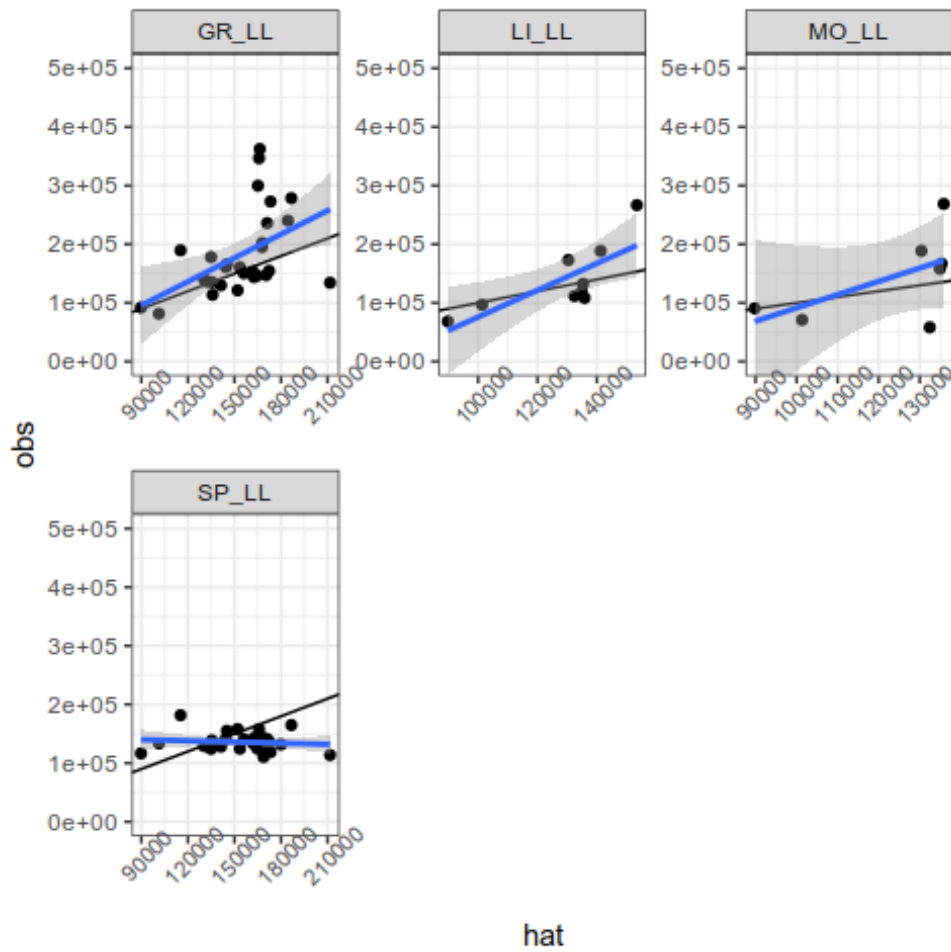


Figure 5. Calibration regression plots for age 4 for the base run. The blue line is a linear regression fitted to the residual pairs and the black line is the $y=x$ line. If the index is proportional to stock abundance, then the blue and black lines should coincide.

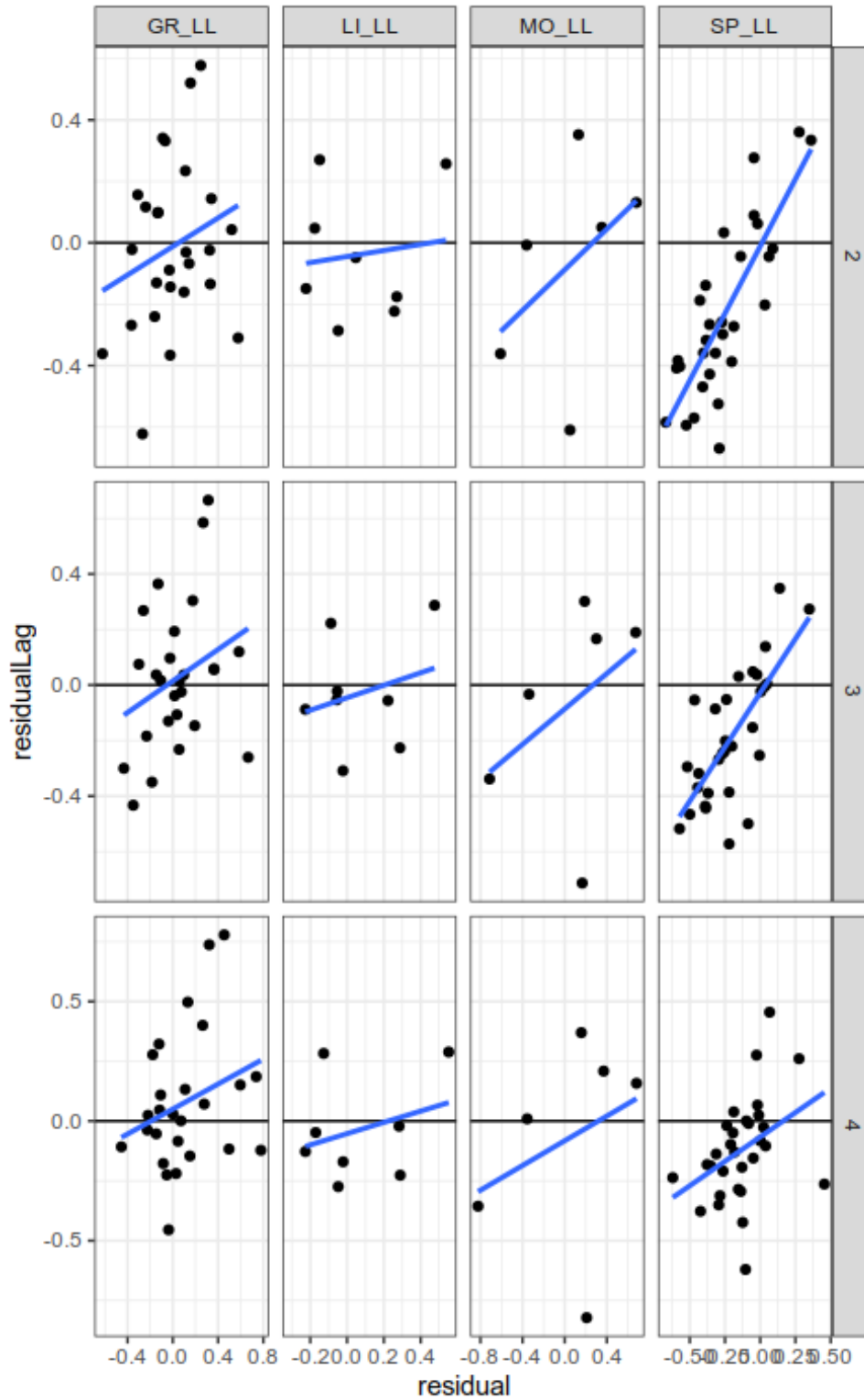


Figure 6. AR plots of lagged residuals for the base run. Blue line is the regression fitted to the data pairs. If residuals are uncorrelated then the slope of the regression should be 0.

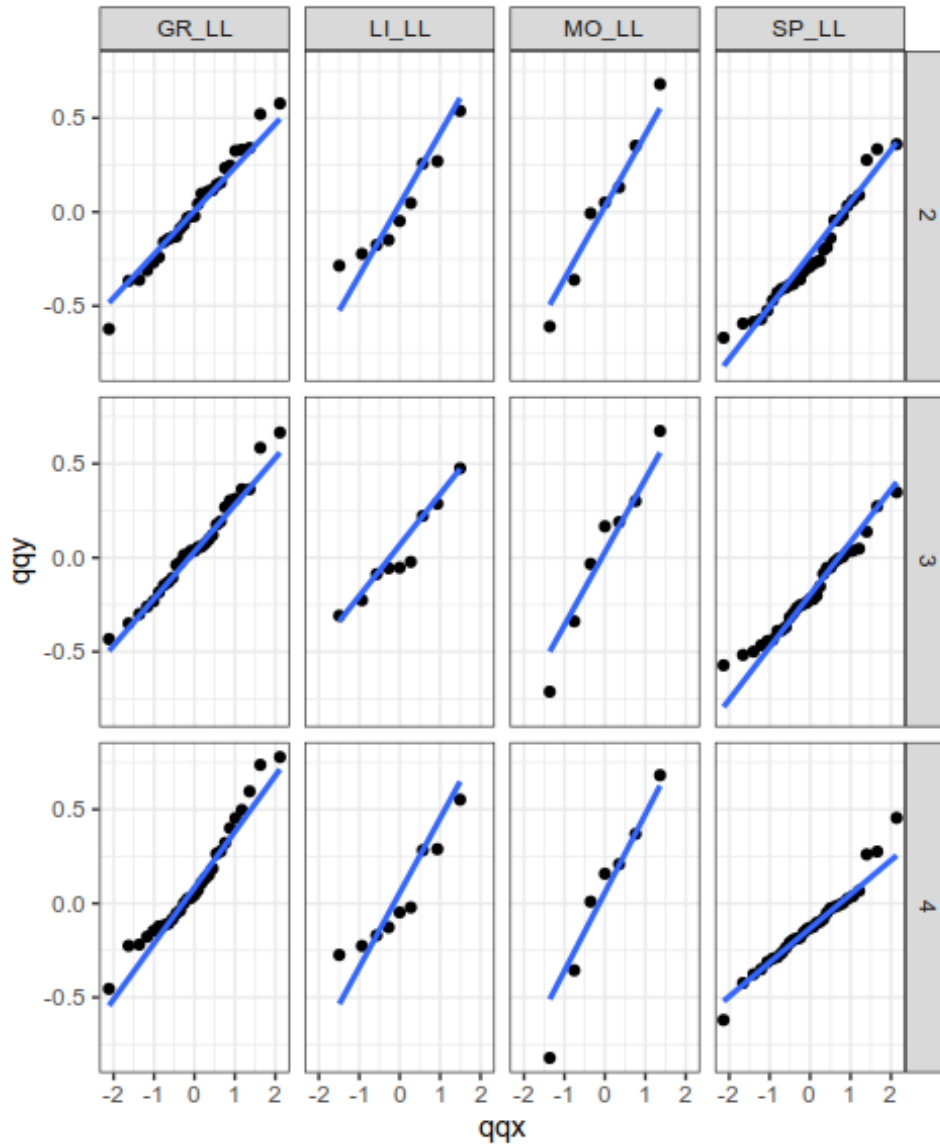


Figure 7. QQ plots to check for log normality (i.e. points and line should coincide) for the base run.

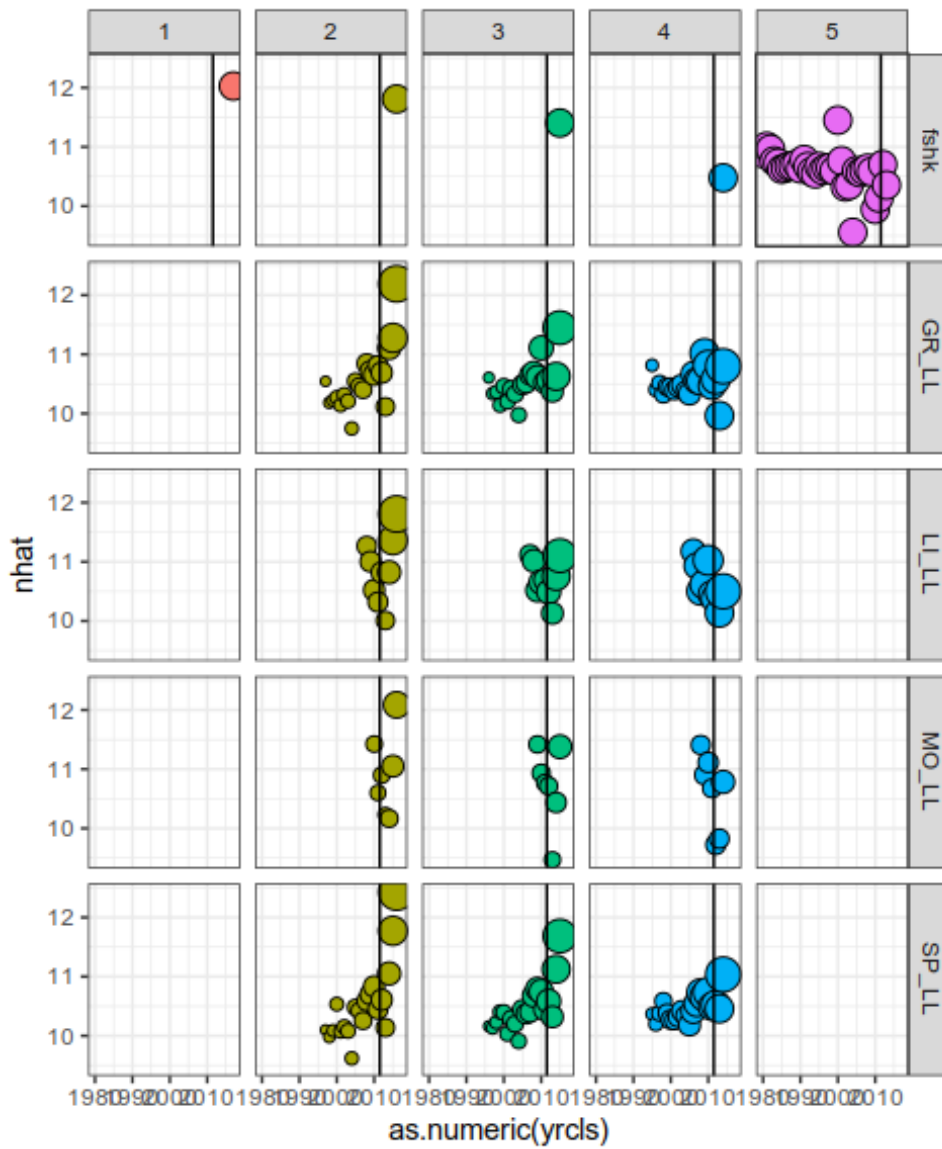


Figure 8. Weights for terminal year Ns for each CPUE observation and shrinkage to the mean $F(fshk)$ for the base run. The vertical line identifies the range used for shrinkage to age in the terminal ages. Points correspond to individual cohorts.

b. Discard run**Table 4.** Estimates of stock number-at-age for the discard run.

age	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0	1.2342e+06	1.2608e+06	1.2960e+06	1.2736e+06	1.2578e+06	1.2099e+06
1	9.9524e+05	1.0067e+06	1.0307e+06	1.0589e+06	1.0383e+06	1.0241e+06
2	7.1831e+05	7.2933e+05	7.5615e+05	7.6961e+05	7.5198e+05	7.5689e+05
3	4.3199e+05	4.2551e+05	4.4068e+05	4.5496e+05	4.2690e+05	4.4040e+05
4	1.9422e+05	1.9654e+05	1.8446e+05	1.8665e+05	1.6873e+05	1.7326e+05
5	9.3051e+04	1.0660e+05	1.0379e+05	9.2859e+04	8.4970e+04	8.0927e+04
6	4.6495e-01	2.2168e+00	1.7596e+00	1.9186e+00	1.2792e+00	5.1920e-01

age	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0	1.2423e+06	1.2567e+06	1.2202e+06	1.2848e+06	1.4295e+06	1.3295e+06
1	9.8121e+05	1.0089e+06	1.0212e+06	9.9276e+05	1.0480e+06	1.1602e+06
2	7.2302e+05	7.0144e+05	7.3098e+05	7.3210e+05	7.0825e+05	7.5403e+05
3	4.0946e+05	4.0500e+05	3.9870e+05	4.1488e+05	3.9653e+05	3.9480e+05
4	1.6632e+05	1.6255e+05	1.7107e+05	1.6584e+05	1.6789e+05	1.6526e+05
5	7.9825e+04	7.9649e+04	8.0123e+04	8.6511e+04	7.6669e+04	8.5291e+04
6	1.0600e+01	1.1466e-01	1.0407e+00	1.0089e+00	1.3154e+00	3.8137e+03

age	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0	1.2911e+06	1.2961e+06	1.2142e+06	1.3392e+06	1.2602e+06	9.8803e+05
1	1.0885e+06	1.0535e+06	1.0479e+06	9.9211e+05	1.0964e+06	1.0297e+06
2	8.3687e+05	7.5517e+05	7.3375e+05	7.5298e+05	7.1558e+05	7.8692e+05
3	4.5211e+05	4.4824e+05	3.9797e+05	3.9393e+05	4.0462e+05	3.7624e+05
4	1.7998e+05	1.6520e+05	1.6777e+05	1.7058e+05	1.6216e+05	1.5251e+05
5	8.6852e+04	7.9837e+04	7.1112e+04	8.2665e+04	7.7683e+04	7.3183e+04
6	2.5437e+00	7.5144e-01	9.8488e-01	1.3551e+00	5.4182e-01	1.3865e+04

age	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	1.1021e+06	1.0707e+06	9.7041e+05	1.3209e+06	1.3947e+06	1.0717e+06
1	8.0893e+05	8.8846e+05	8.5994e+05	7.4076e+05	1.0792e+06	1.1280e+06
2	7.5016e+05	5.5920e+05	6.1818e+05	6.5042e+05	5.4117e+05	7.8049e+05
3	4.7576e+05	4.2172e+05	2.7005e+05	3.3894e+05	3.4918e+05	2.5980e+05
4	1.5660e+05	2.1255e+05	1.7287e+05	1.4522e+05	1.4232e+05	1.1842e+05
5	7.5040e+04	7.1531e+04	1.1866e+05	7.7781e+04	6.5026e+04	6.2664e+04
6	1.0347e+00	1.4962e+00	5.7857e-01	1.2411e+00	1.3141e+00	1.6382e+03

age	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	1.0340e+06	1.1289e+06	9.8426e+05	7.8385e+05	1.0782e+06	8.3685e+05
1	8.6933e+05	8.4657e+05	9.2362e+05	7.6178e+05	6.3975e+05	8.8260e+05
2	7.8098e+05	5.7365e+05	5.6602e+05	5.3152e+05	5.3587e+05	4.5098e+05
3	2.8736e+05	3.8168e+05	2.7195e+05	3.0145e+05	2.8763e+05	3.0096e+05
4	1.7203e+05	1.6102e+05	1.4279e+05	1.4192e+05	1.3423e+05	1.3330e+05
5	3.1571e+04	6.8922e+04	7.5002e+04	7.0175e+04	7.5455e+04	7.1796e+04
6	2.2850e+03	1.5430e+00	2.6183e-01	1.6989e+00	1.8414e+00	1.4985e+00

age	2015	2016	2017	2018
0	7.6740e+05	6.4841e+05	8.0051e+05	8.7248e+05
1	6.8515e+05	6.2830e+05	5.3087e+05	6.5506e+05
2	6.5964e+05	4.8466e+05	4.1899e+05	3.7207e+05
3	2.2358e+05	2.9183e+05	2.3144e+05	2.1363e+05
4	1.3903e+05	1.3570e+05	1.0019e+05	9.0753e+04
5	6.8908e+04	6.0675e+04	6.6368e+04	4.4249e+04
6	4.4352e+03	2.0470e+04	2.3355e+00	8.1960e-01

Table 5. Estimates of harvest-at-age for the discard run.

age	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0	3.6919e-03	1.5087e-03	2.0751e-03	4.2897e-03	5.5152e-03	9.4803e-03
1	1.1086e-01	8.6216e-02	9.2098e-02	1.4228e-01	1.1610e-01	1.4816e-01
2	3.2361e-01	3.0380e-01	3.0803e-01	3.8934e-01	3.3503e-01	4.1437e-01
3	5.8752e-01	6.3586e-01	6.5910e-01	7.9190e-01	7.0177e-01	7.7375e-01
4	3.9988e-01	4.3856e-01	4.8634e-01	5.8692e-01	5.3475e-01	5.7494e-01
5	3.5546e-01	3.6611e-01	3.8639e-01	4.7761e-01	4.2191e-01	4.7780e-01
6	3.5546e-01	3.6611e-01	3.8639e-01	4.7761e-01	4.2191e-01	4.7780e-01
age	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0	8.1094e-03	7.5180e-03	6.2382e-03	3.7251e-03	8.7748e-03	1.6182e-09
1	1.3565e-01	1.2222e-01	1.3284e-01	1.3770e-01	1.2921e-01	1.2667e-01
2	3.7955e-01	3.6493e-01	3.6639e-01	4.1317e-01	3.8442e-01	3.1152e-01
3	7.2383e-01	6.6182e-01	6.7719e-01	7.0468e-01	6.7525e-01	5.8554e-01
4	5.3630e-01	5.0745e-01	4.8179e-01	5.7151e-01	4.7725e-01	4.4330e-01
5	4.4383e-01	4.1410e-01	4.1455e-01	4.5676e-01	4.1653e-01	3.6676e-01
6	4.4383e-01	4.1410e-01	4.1455e-01	4.5676e-01	4.1653e-01	3.6676e-01
age	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0	3.3923e-03	1.2537e-02	2.0464e-03	1.2937e-05	2.0096e-03	6.5216e-09
1	1.6566e-01	1.6170e-01	1.3053e-01	1.2674e-01	1.3171e-01	1.1677e-01
2	4.2433e-01	4.4056e-01	4.2199e-01	4.2108e-01	4.4287e-01	3.0321e-01
3	8.0676e-01	7.8272e-01	6.4718e-01	6.8760e-01	7.7575e-01	6.7651e-01
4	6.1284e-01	6.4290e-01	5.0783e-01	5.8656e-01	5.9561e-01	5.0918e-01
5	5.0240e-01	5.0697e-01	4.2688e-01	4.5853e-01	5.0768e-01	4.2672e-01
6	5.0240e-01	5.0697e-01	4.2688e-01	4.5853e-01	5.0768e-01	4.2672e-01
age	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0	1.5458e-02	1.9247e-02	7.0041e-02	2.0814e-03	1.2224e-02	9.2943e-03
1	1.6920e-01	1.6271e-01	7.9246e-02	1.1395e-01	1.2410e-01	1.6763e-01
2	3.7594e-01	5.2789e-01	4.0096e-01	4.2204e-01	5.3381e-01	7.9918e-01
3	6.0574e-01	6.9179e-01	4.2037e-01	6.6775e-01	8.8131e-01	2.1226e-01
4	5.8358e-01	3.8292e-01	5.9865e-01	6.0346e-01	6.2029e-01	1.1220e+00
5	4.6966e-01	4.7799e-01	5.7839e-01	5.5081e-01	5.2639e-01	5.5253e-01
6	4.6966e-01	4.7799e-01	5.7839e-01	5.5081e-01	5.2639e-01	5.5253e-01
age	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0	1.5045e-05	6.9921e-04	5.6230e-02	3.1339e-03	1.6575e-04	7.3432e-06
1	2.1571e-01	2.0256e-01	3.5257e-01	1.5176e-01	1.4966e-01	9.1175e-02
2	5.1595e-01	5.4641e-01	4.3003e-01	4.1406e-01	3.7693e-01	5.0163e-01
3	3.7919e-01	7.8319e-01	4.5036e-01	6.0903e-01	5.6907e-01	5.7227e-01
4	7.1469e-01	5.6404e-01	5.1041e-01	4.3171e-01	4.2575e-01	4.5984e-01
5	3.5652e-01	5.6413e-01	4.2346e-01	4.0519e-01	3.6357e-01	3.5588e-01
6	3.5652e-01	5.6413e-01	4.2346e-01	4.0519e-01	3.6357e-01	3.5588e-01
age	2015	2016	2017	2018		
0	1.0066e-10	3.7639e-08	5.1508e-04	4.7104e-03		
1	1.4618e-01	2.0516e-01	1.5545e-01	1.0716e-01		
2	6.1552e-01	5.3913e-01	4.7362e-01	4.6508e-01		
3	2.9933e-01	8.6905e-01	7.3618e-01	6.9124e-01		
4	6.2916e-01	5.1524e-01	6.1728e-01	5.5095e-01		
5	2.4454e-01	4.5336e-01	4.0227e-01	4.8793e-01		
6	2.4454e-01	4.5336e-01	4.0227e-01	4.8793e-01		

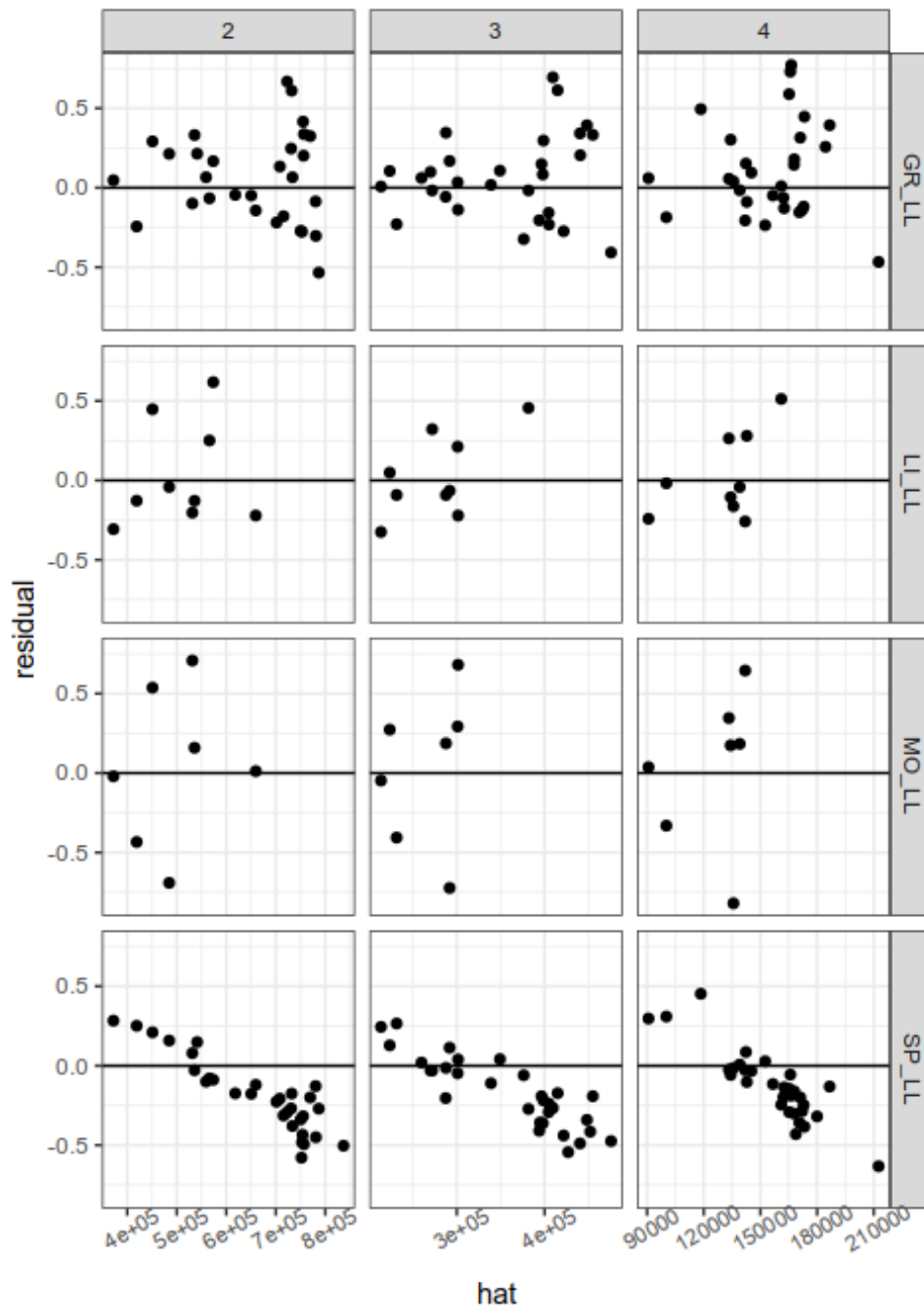


Figure 9. Residuals against fitted value for the discard run.

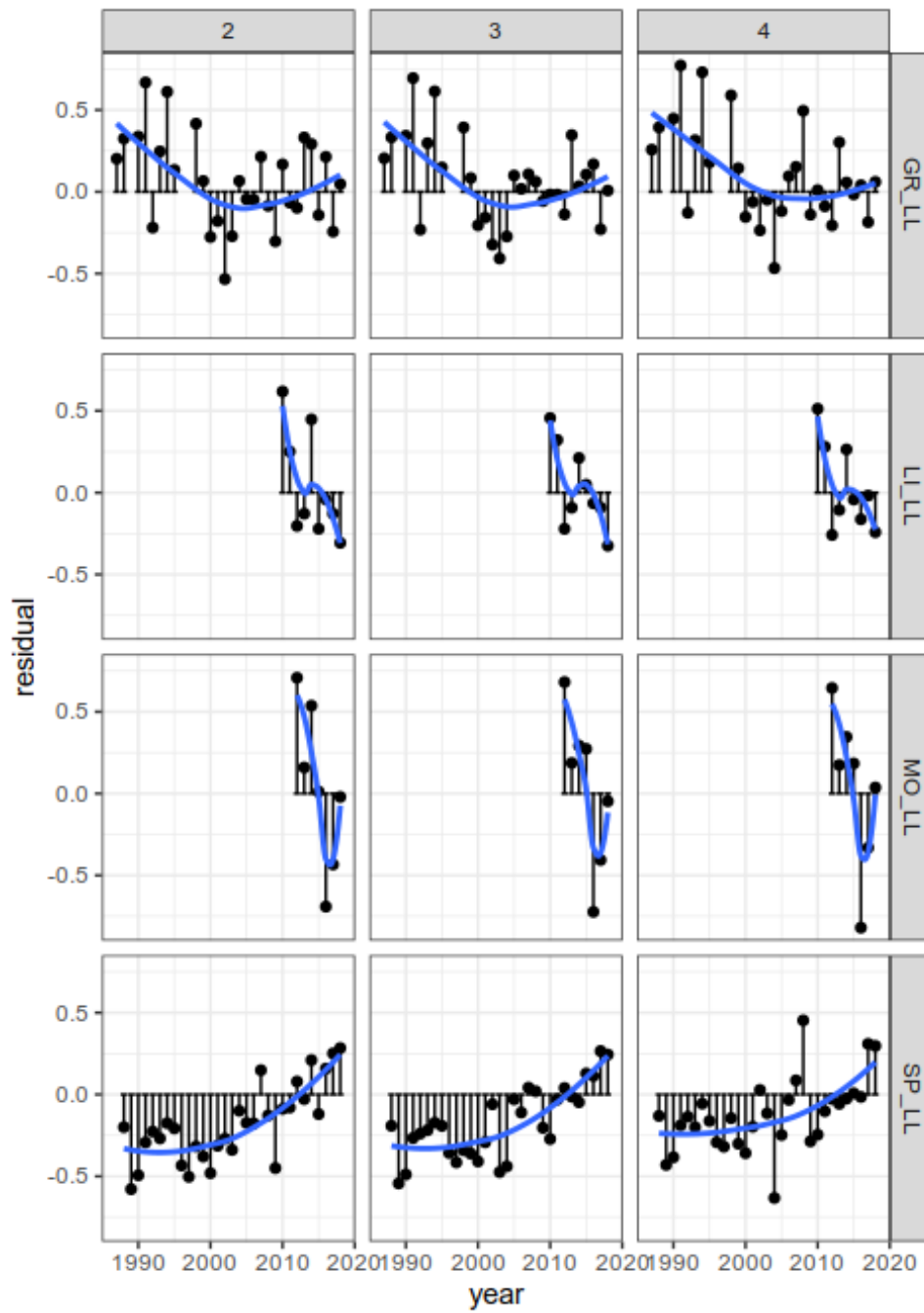


Figure 10. Residuals by fleet against year for the discard run.

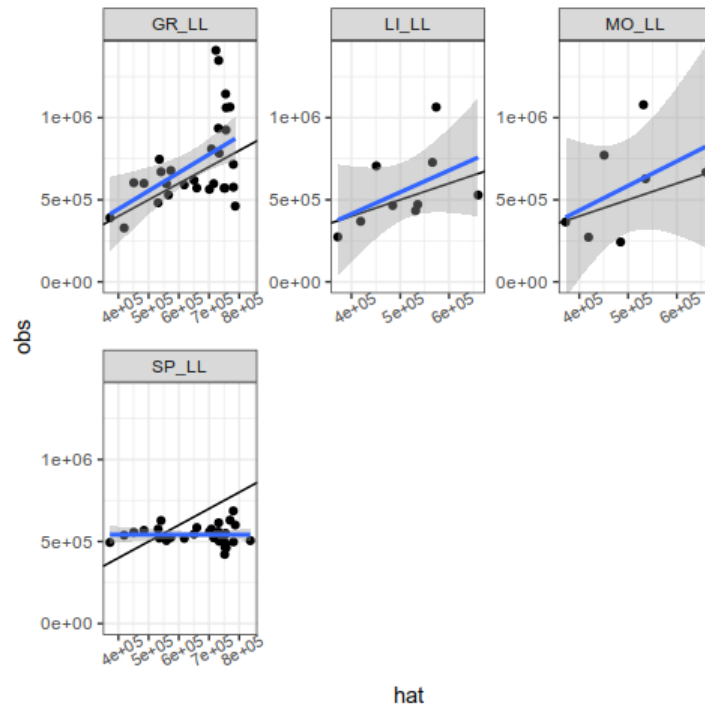


Figure 11. Calibration regression plots for age 2 for the discard run. The blue line is a linear regression fitted to the residual pairs and the black line is the $y=x$ line. If the index is proportional to stock abundance, then the blue and black lines should coincide.

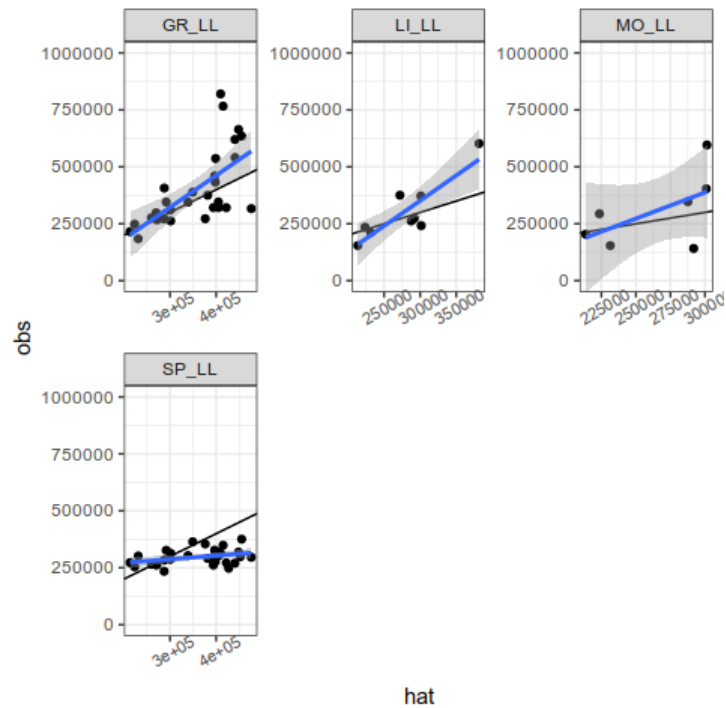


Figure 12. Calibration regression plots for age 3 for the discard run. The blue line is a linear regression fitted to the residual pairs and the black line is the $y=x$ line. If the index is proportional to stock abundance, then the blue and black lines should coincide.

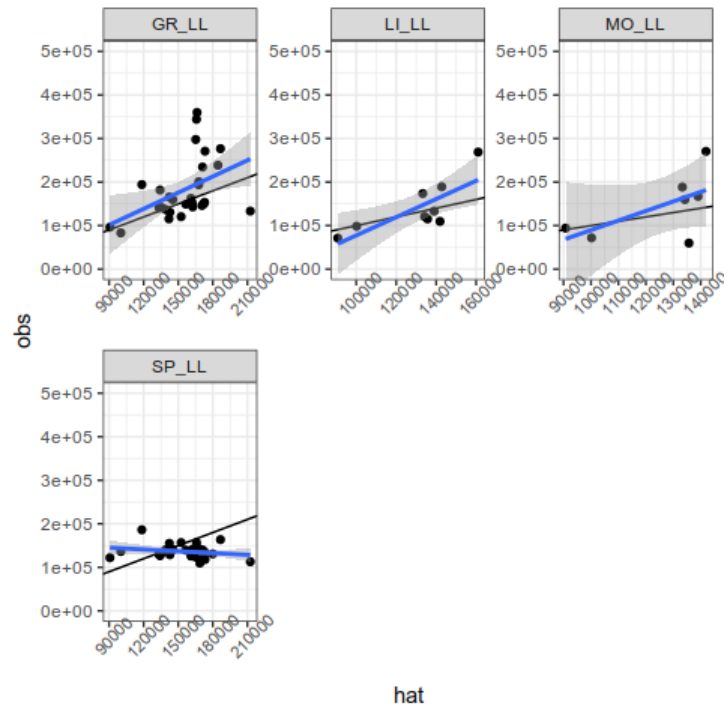


Figure 13. Calibration regression plots for age 4 for the discard run. The blue line is a linear regression fitted to the residual pairs and the black line is the $y=x$ line. If the index is proportional to stock abundance, then the blue and black lines should coincide.

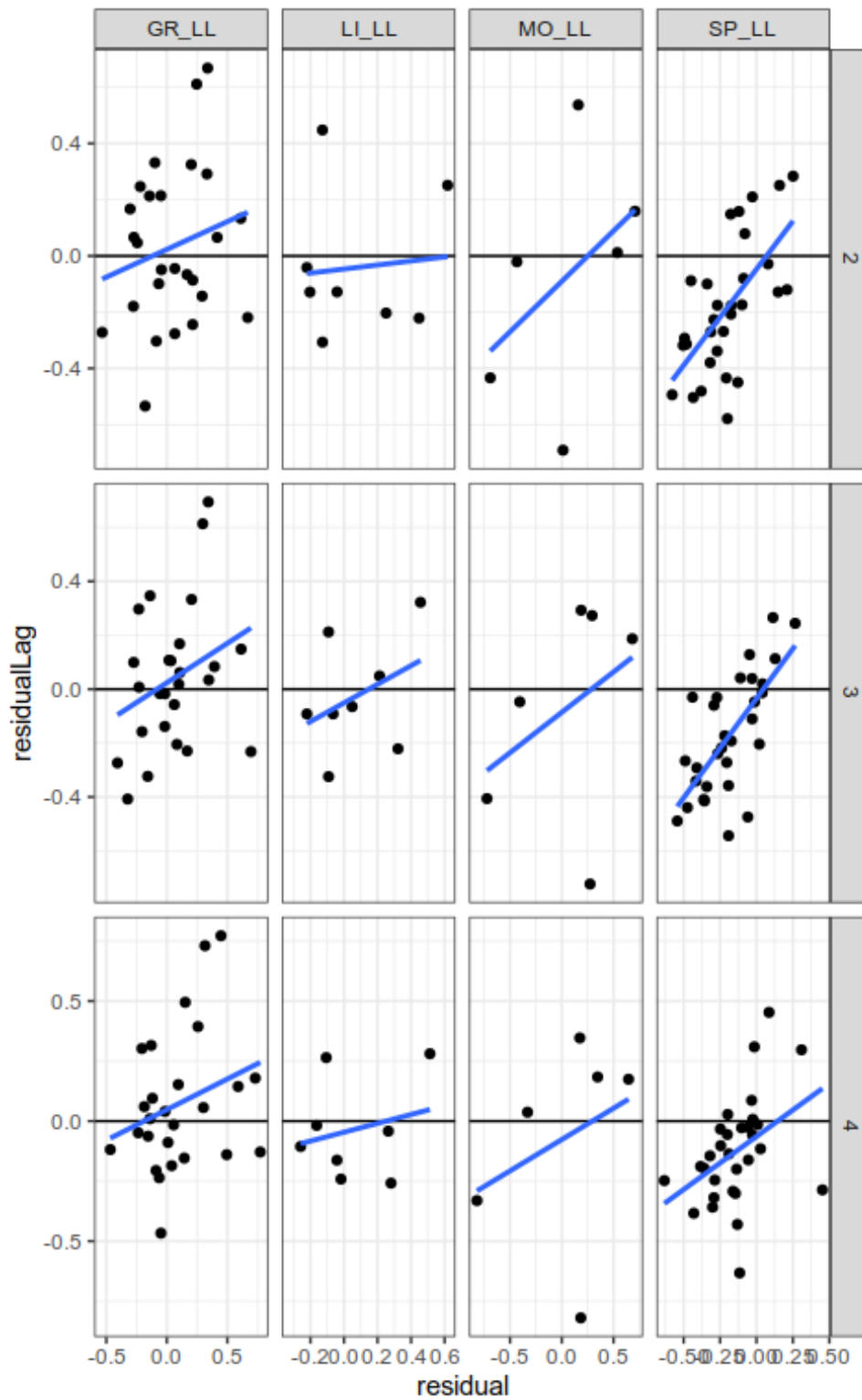


Figure 14. AR plots of lagged residuals for the discard run. The blue line is the regression fitted to the data pairs. If residuals are uncorrelated then the slope of the regression should be 0.

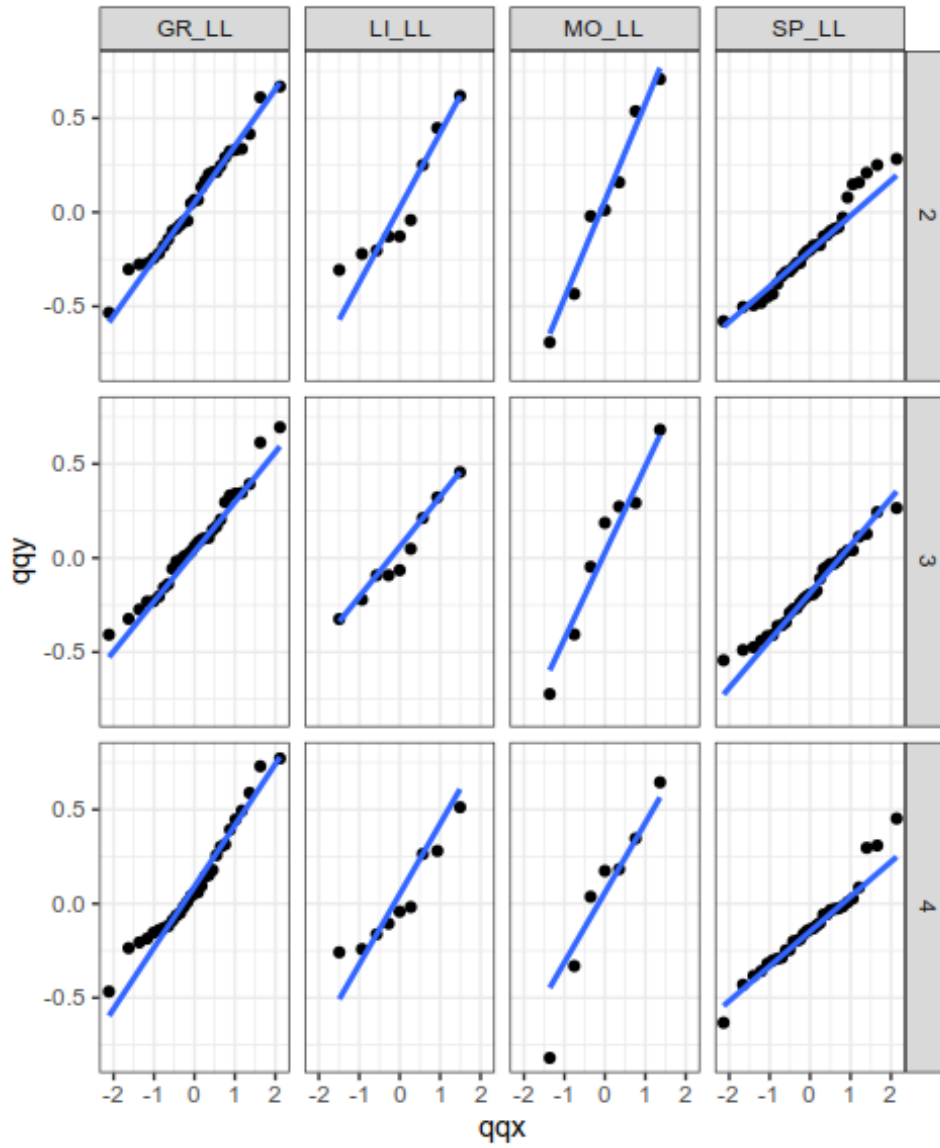


Figure 15. QQ plots to check for log normality (i.e. points and line should coincide) for the discard run.

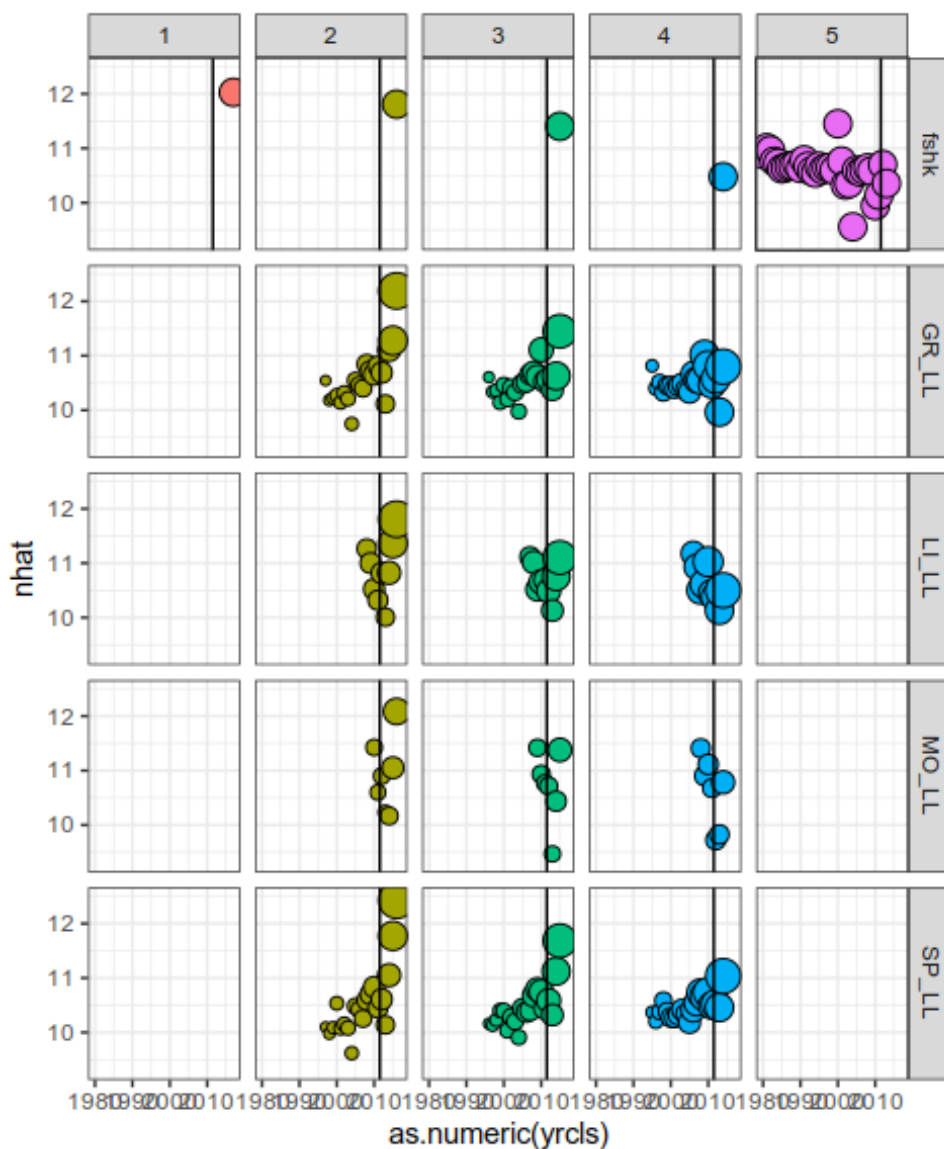


Figure 16. Weights for terminal year Ns for each CPUE observation and shrinkage to the mean $F(fshk)$ for the discard run. Vertical line identifies the range used for shrinkage to age in the terminal ages. Points correspond to individual cohorts.

A4A FINAL RUNS

1. Introduction

The final runs of the Mediterranean Swordfish, using statistical catch-at-age method a4a, are presented in the current document. Following the recommendation of the Group, the assessments assumed a constant natural mortality considered adequate to assess the status of the stock. The Group requested for two final a4a runs, assuming constant mortality vector with and without discards. The final runs took into consideration an additional standardized CPUE index, the one of the Ligurian surface longliners, expressed in biomass.

2. Materials and Methods

The final a4a runs used CAA data from 1985 to 2018 and five standardized CPUE biomass indices were considered. The first run assumed a constant mortality vector $M = 0.2$, while the second assumed also a constant M including discards estimates as derived from the SCRS/2020/028. The six CPUE indices are: Greek longliners (SCRS/2020/021), Moroccan longliners (SCRS/2020/026), Spanish longliners (SCRS/2020/043), Ligurian longliners (SCRS/2020/027), Sicilian longliners (SCRS/2014/105) and the historical Ligurian surface longliners (SCRS/2014/112) as suggested by the Group. All indices were considered representative of ages 2 – 4. The standardized CPUE indices are shown in **Figure 1**.

The same final model setup was applied in the two runs and the structure of submodels can be found in **Table 1**. Age plus group was set to 5 and the F range was set to ages 2 – 4.

3. Results

The results among the runs were considered similar, besides the estimated recruitment in recent years where the discards run estimation was a bit higher. A downward trend in the residuals, begging in the mid-1990s is present in both runs. Moreover, the uncertainty around estimates of the recruitment appeared high in both cases at the end of the time series. The trajectory of SSB revealed a slight declining trend and after the mid-2000s fluctuated around 7,500 t. The results of the two final runs are plotted in **Figures 2** and **3**. Diagnostic tests were performed for both CAA and standardized CPUE indices residuals and are presented in **Figures 4 - 7**. A negative pattern in the recruitment residuals is present in both runs, where it should be noted that this was probably the result of lack of a tuning index for age 0. Quantile – quantile plots for both CAA and standardized CPUE indices showed some heavy tails in the recruitment and are presented in **Figures 8** and **9**. Retrospective analysis conducted for both cases did not show any particular pattern, except some discrepancies that were observed for recruitment. The retrospective analysis for each run is presented in **Figures 10** and **11**. MCMC runs were performed for the two final runs as an alternative to the maximum likelihood estimation (MLE) that is being used as a default estimation procedure in the assessment. The plots comparing maximum likelihood estimation and MCMC are presented in **Figures 12** and **13**. Comparisons of the results between the two approaches are presented in **Figure 14**. For the estimation of biological reference points, a Beverton Holt Stock Recruitment relationship was assumed. Given the lack of sufficient data, an empirical relationship with high steepness value was developed. The reference points values along the final year's estimation for the SSB and F are presented in **Table 2**.

Table 1. Sub-models set up for the final a4a runs assuming constant M and discards run. ~1 stands for the constant model while ~s() are thin plate regression splines.

F-at-age F	~s(year, k = 17) + s(age, k = 3)
Recruitment R	~s(year, k = 15)
Catchability Q	~1 for GG_LL, SP_LL, SI_LL ~s(year, k = 3) for MO_LL ~s(year, k = 3) for LI_LL ~s(year, k = 9) for LI_SUR
Observation Variance of the catch σ^2	~s(age, k = 3)
Observation Variance of the indices τ^2	~1 for all indices
Initial age structure N	~s(age, k = 3)

Table 2. Biological reference points and terminal values for F and SSB for the two a4a final runs.

Estimates	Constant M	Discards
F_{2018}	0.536	0.702
SSB	7312	6332
MSY	14548	13783
F_{MSY}	0.383	0.375
B_{MSY}	45862	43513
F/F_{MSY}	1.397	1.871
B/B_{MSY}	0.500	0.518

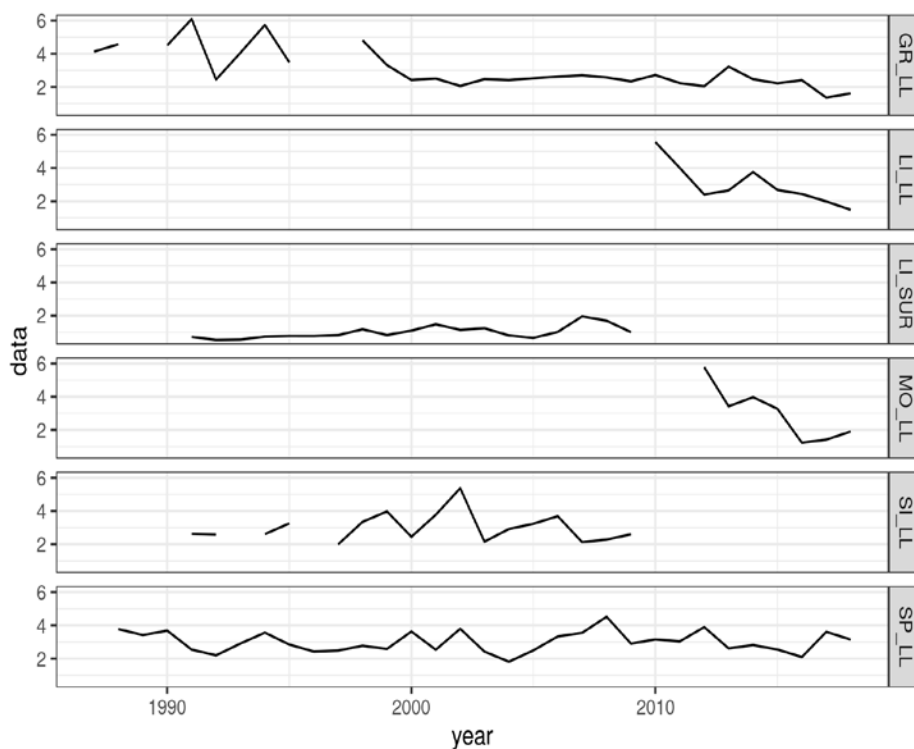


Figure 1. Time series of scaled standardized CPUE indices by fleet: GR_LL = Greek longline, SP_LL = Spanish longline, MO_LL = Moroccan longline, LI_LL = Ligurian longline, SI_LL = Sicilian longline. LI_SUR = Ligurian Surface longline.

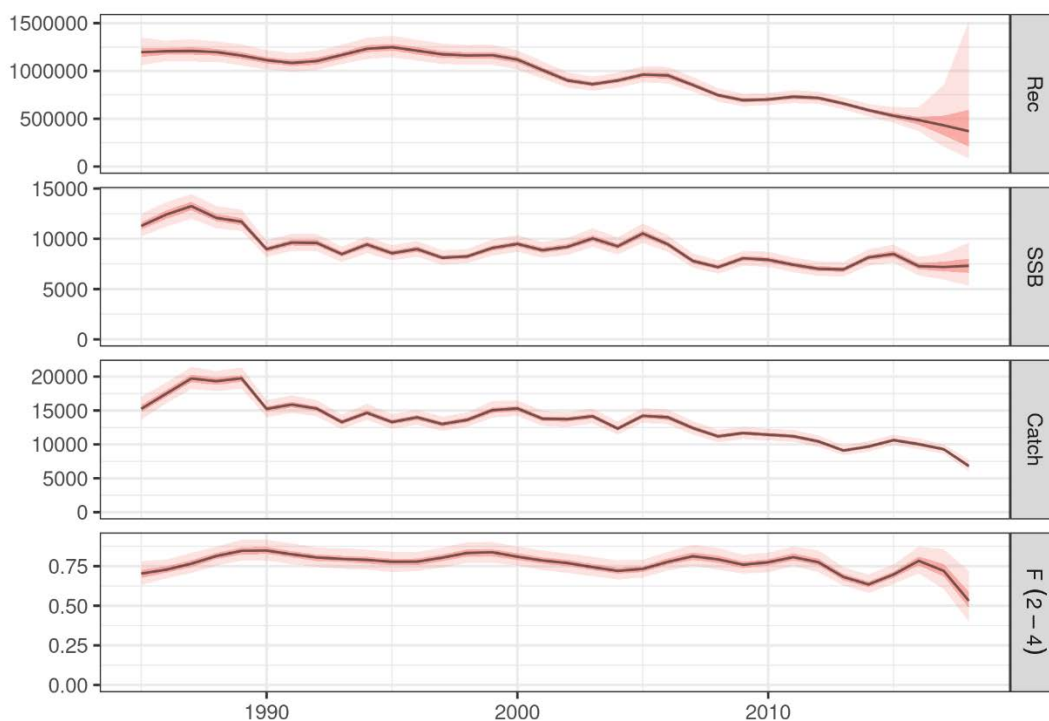


Figure 2. Estimated time series for the Constant M run. 50% and 90% CIs.

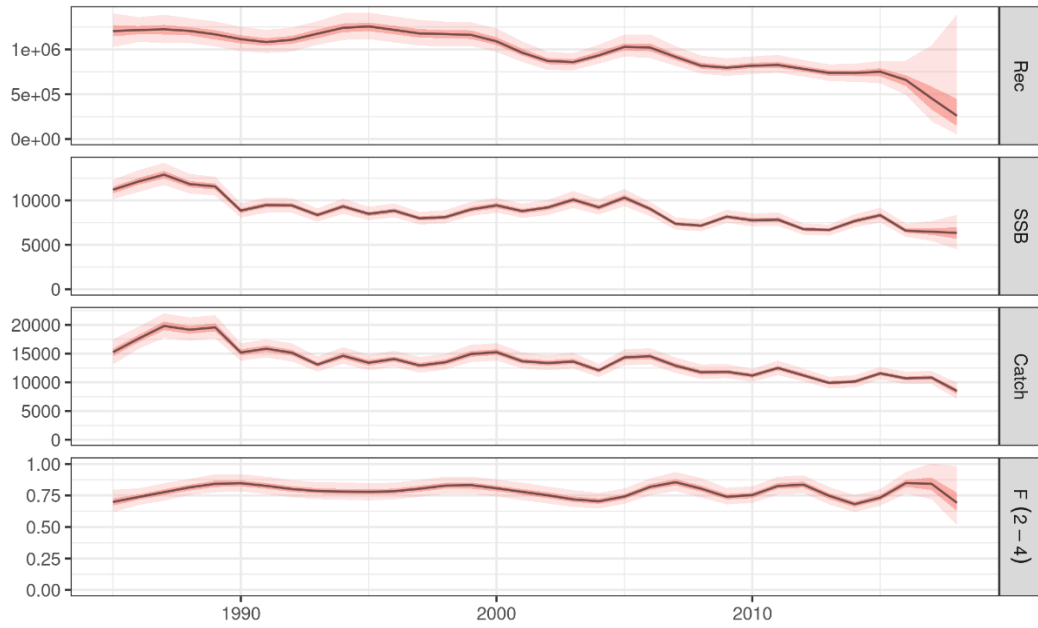


Figure 3. Estimated time series for the Discards run. 50% and 90% CIs.

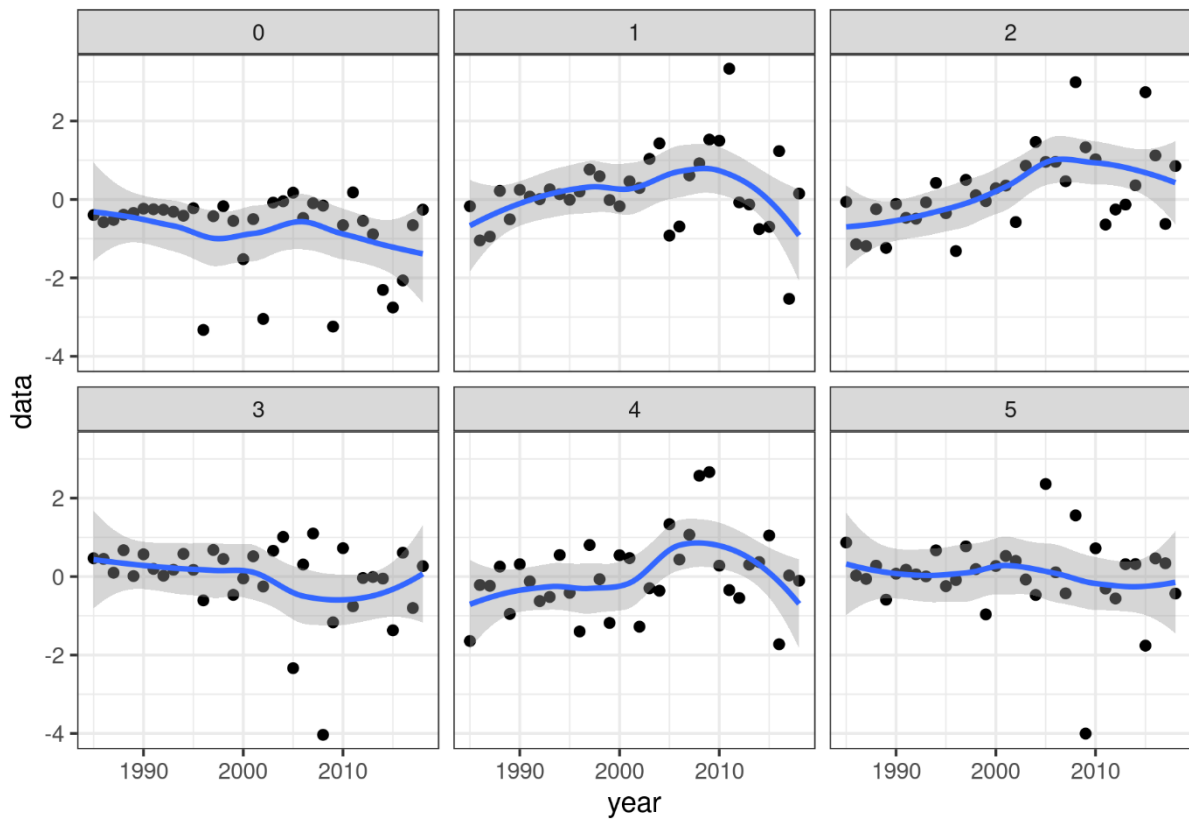


Figure 4. Standardized residuals for catch numbers for Constant M run.

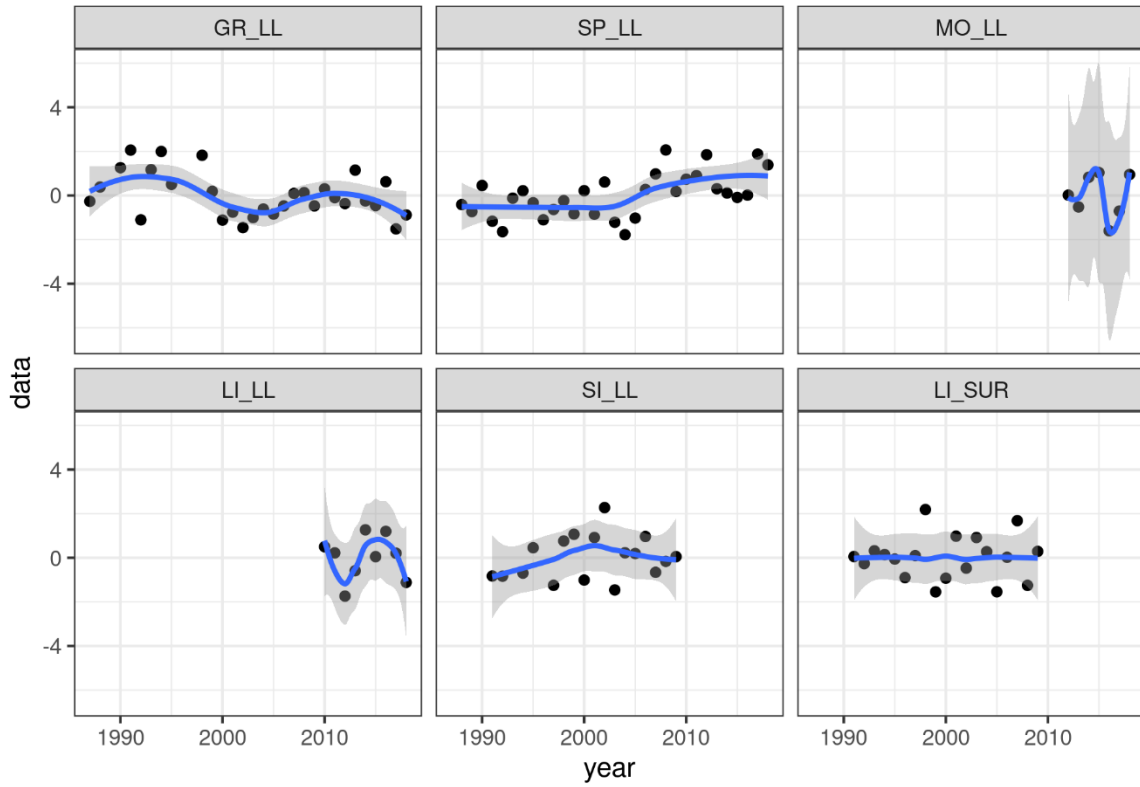


Figure 5. Standardized residuals for biomass indices for Constant M run.

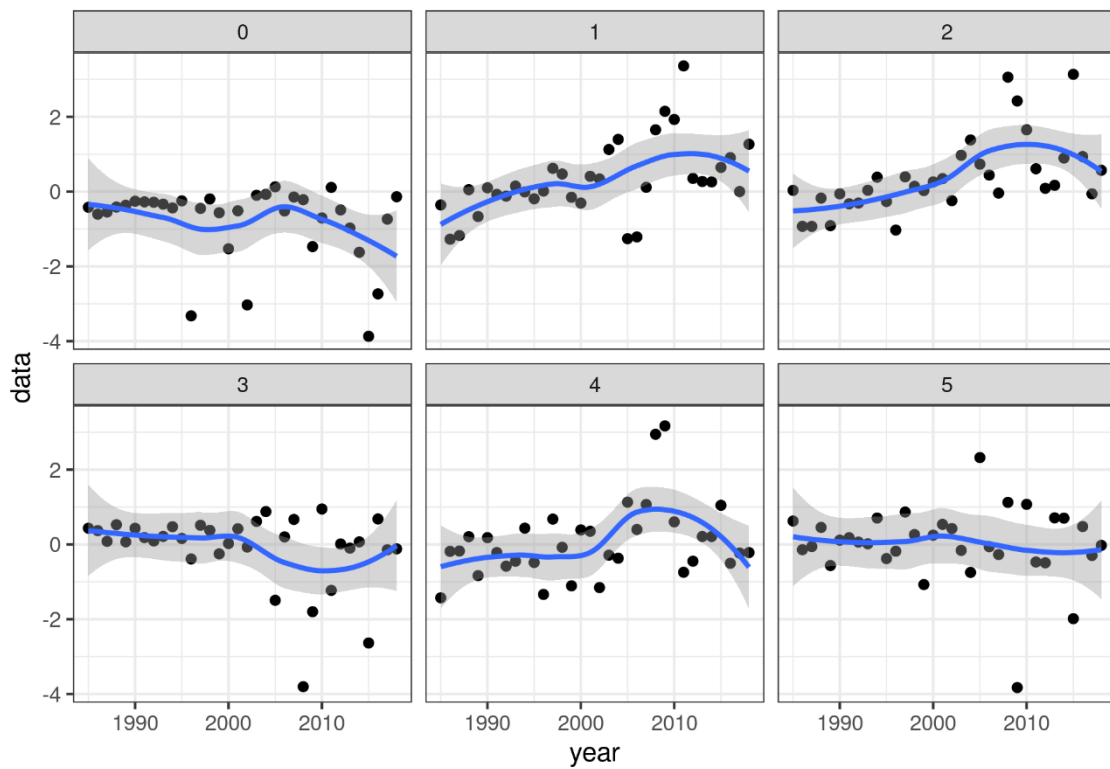


Figure 6. Standardized residuals for catch numbers for Discards run.

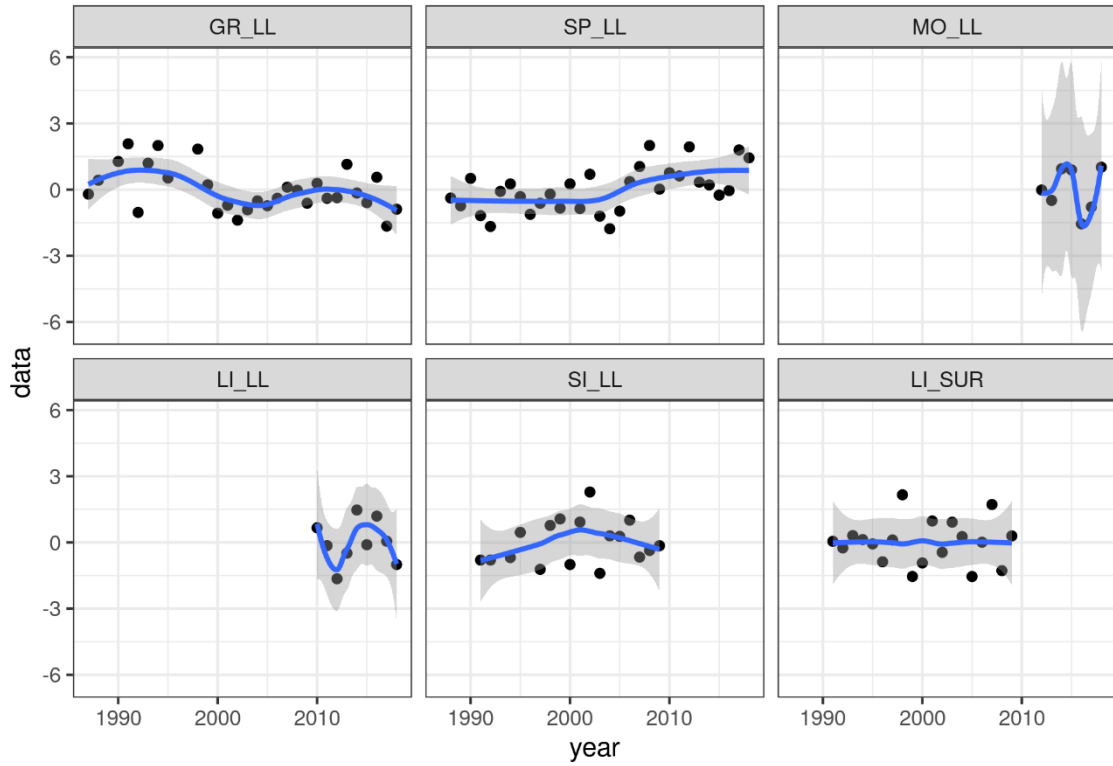


Figure 7. Standardized residuals for biomass indices for Discards run.

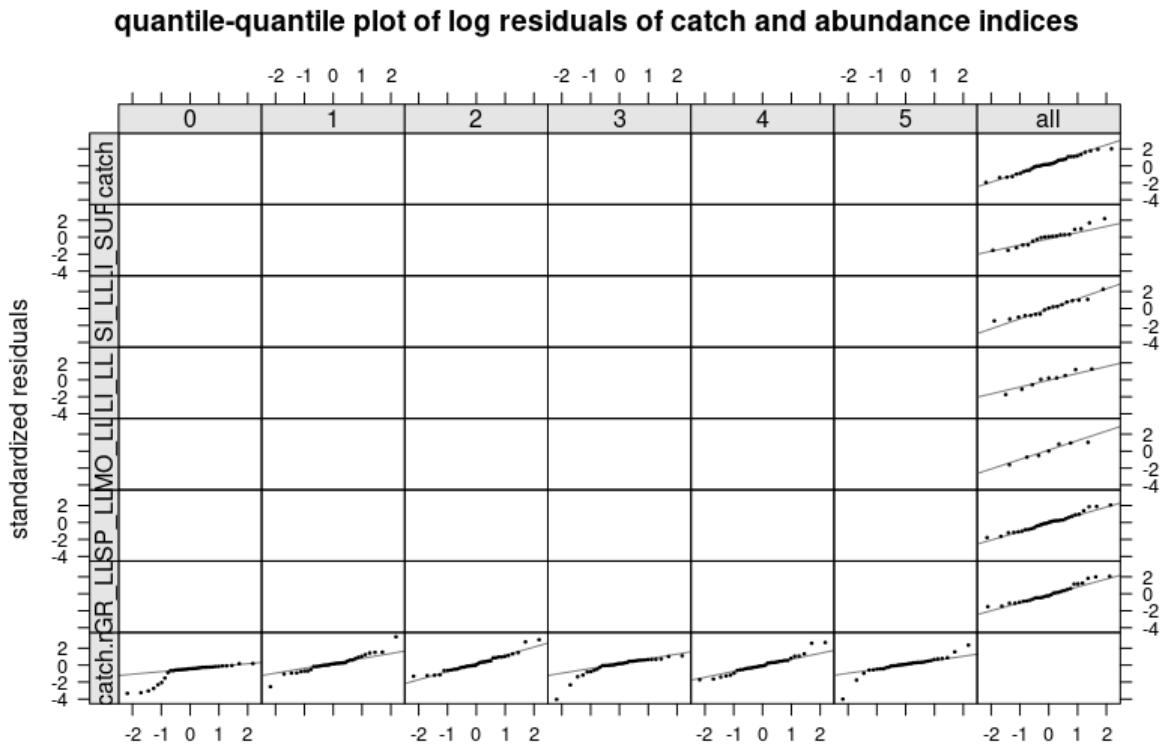


Figure 8. Quantile - quantile plots for catch numbers and biomass indices for Constant M run.

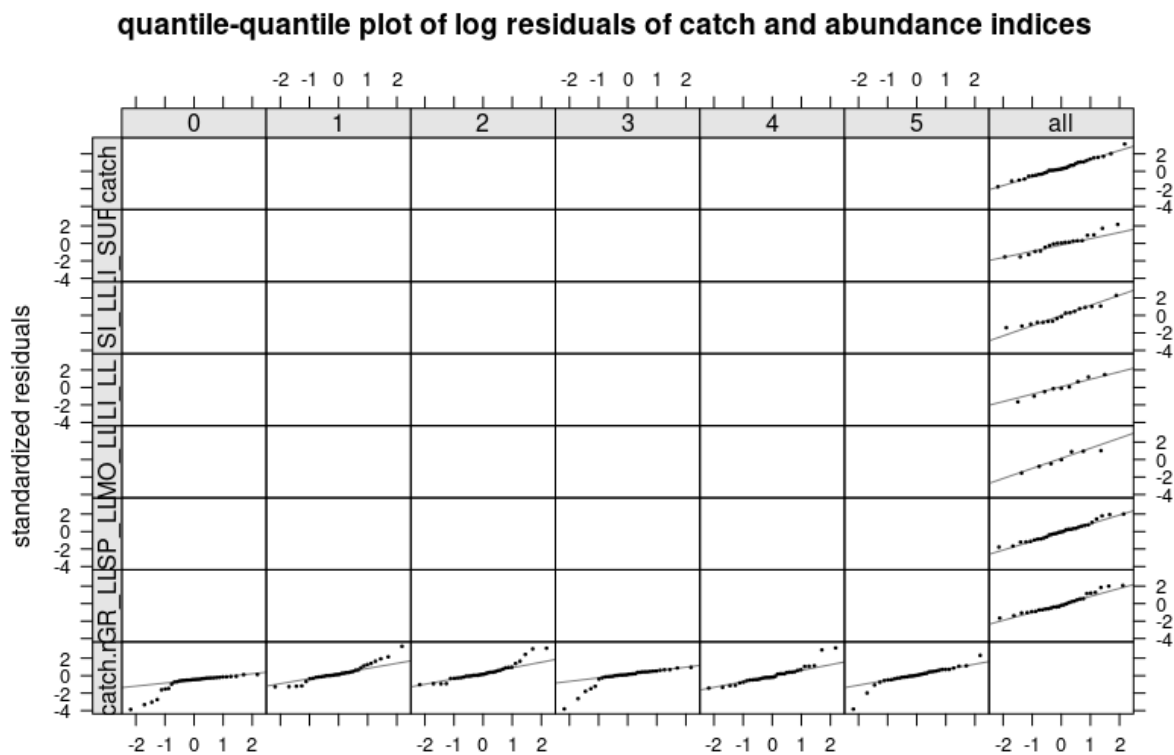


Figure 9. Quantile – quantile plots for catch numbers and biomass indices for Discards run.

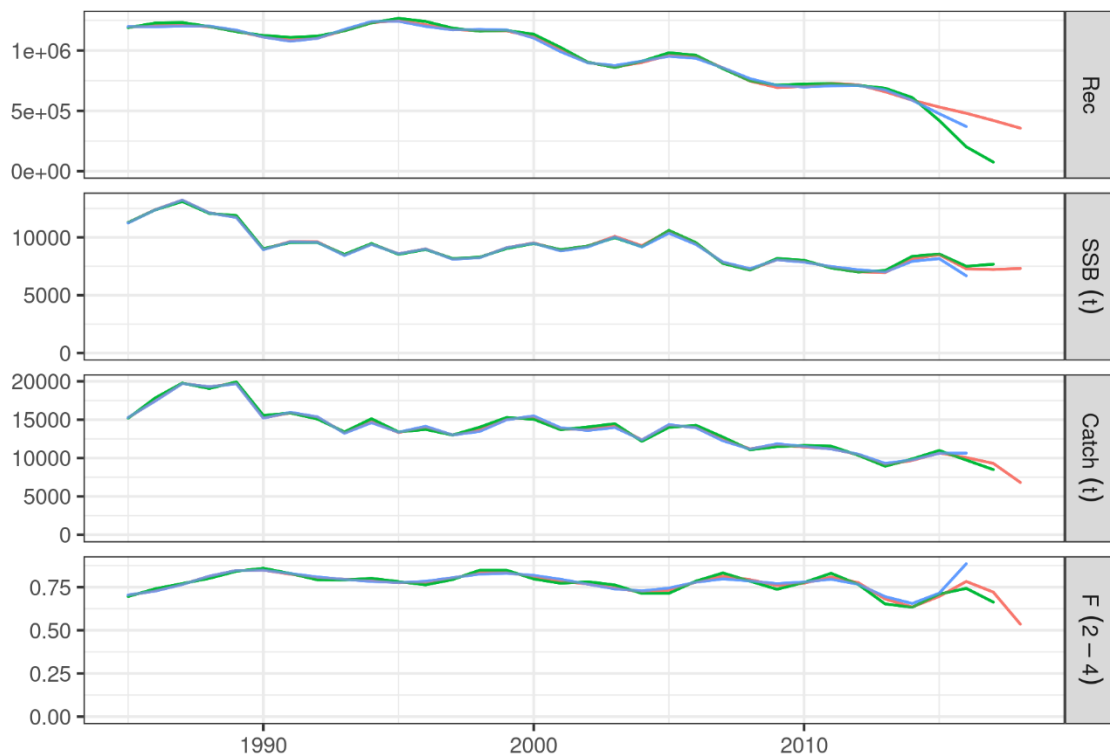


Figure 10. Retrospective plots for Constant M run.

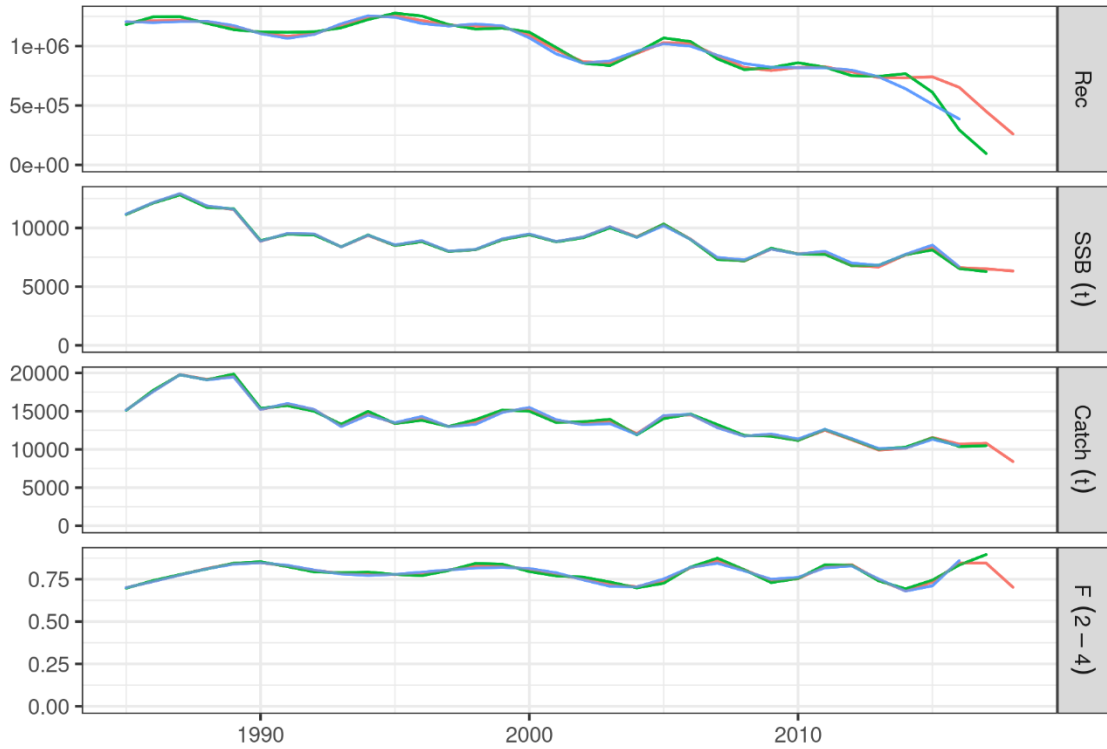


Figure 11. Retrospective plots for Discards run.

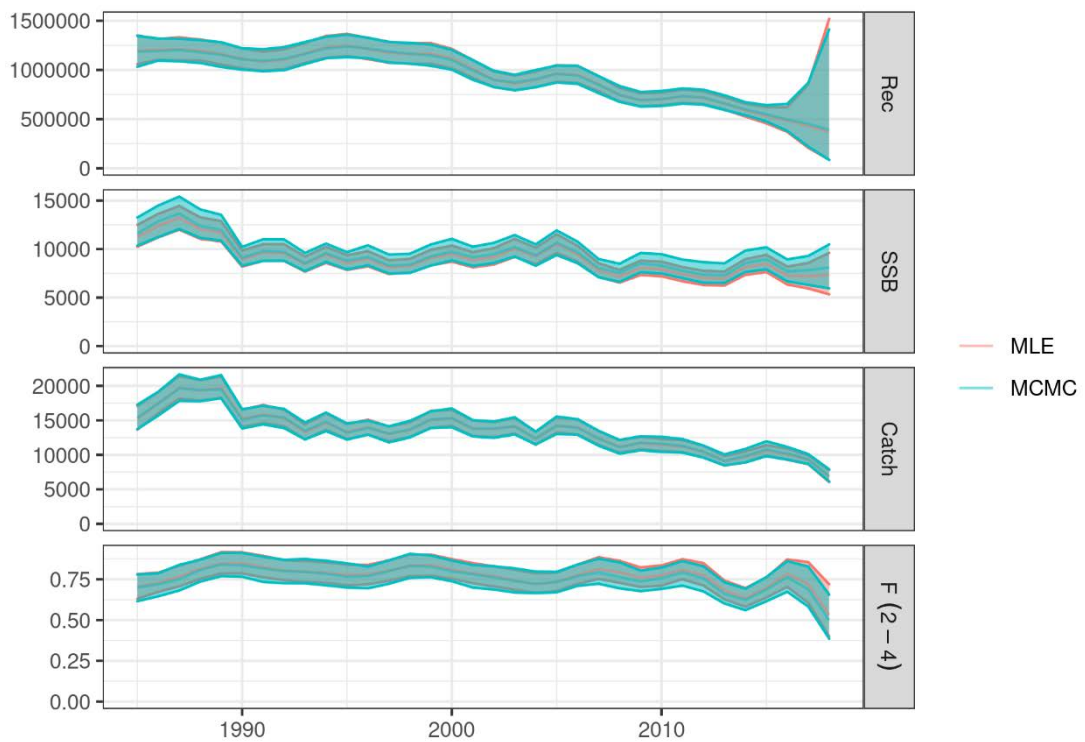


Figure 12. Comparative plot between MLE fit and MCMC for Constant M run.

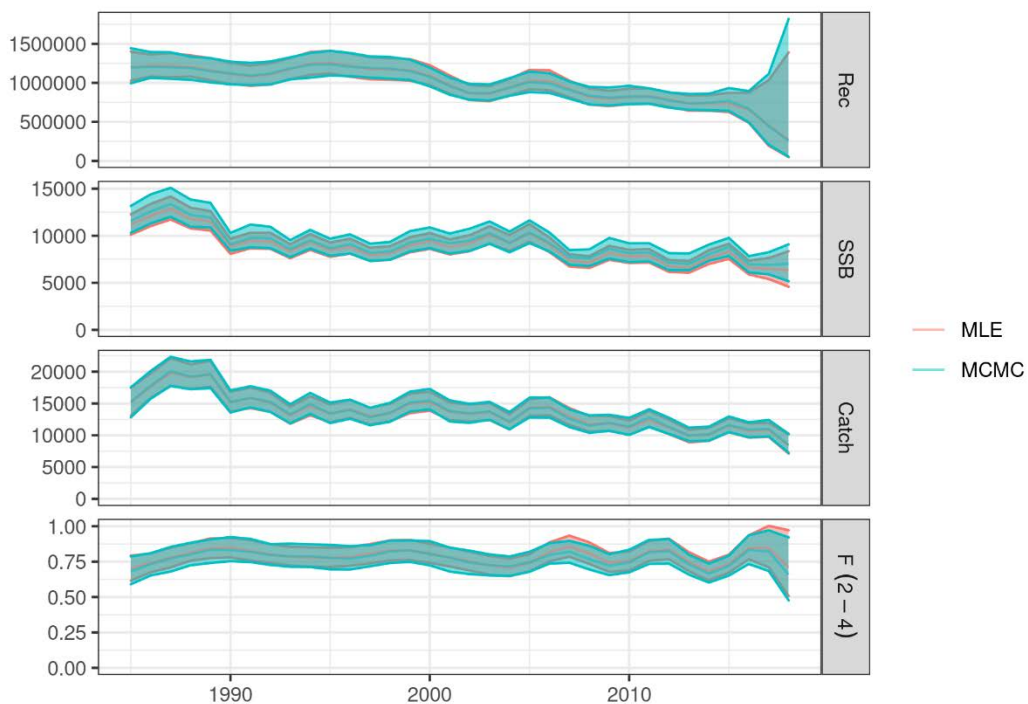


Figure 13. Comparative plot between MLE fit and MCMC for Discards run.

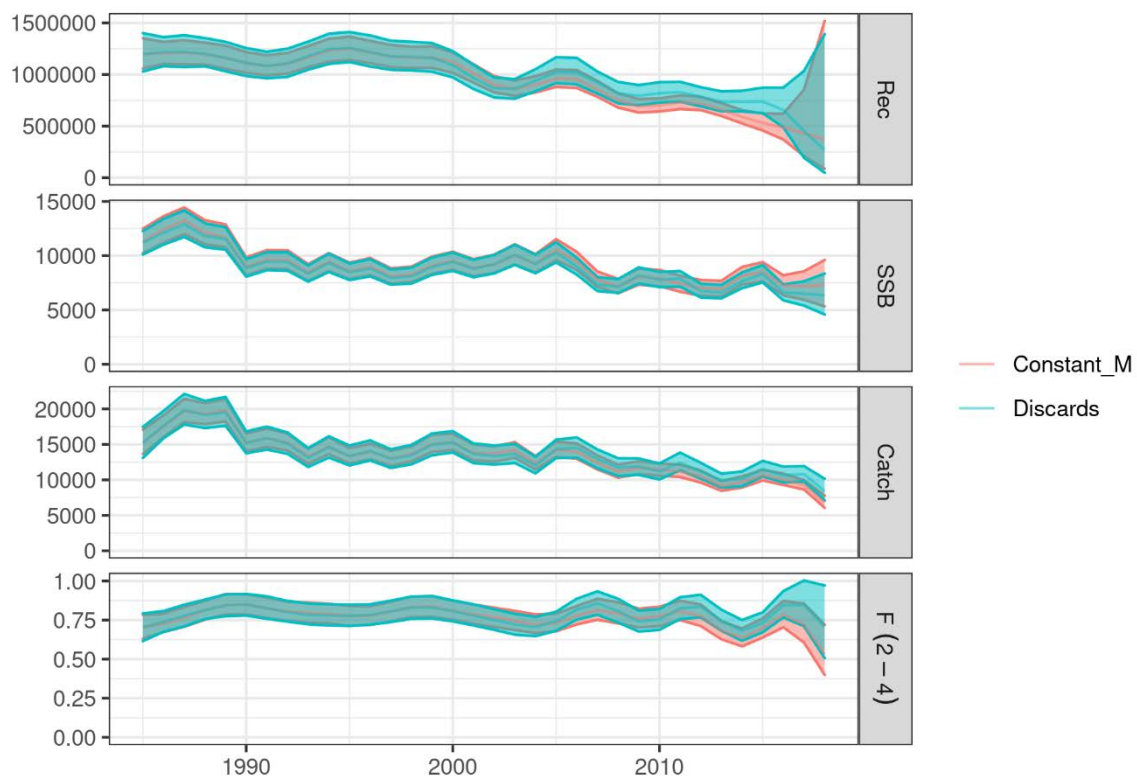


Figure 14. Comparative plot between Constant M run and Discards.