

RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL ICCAT 2019 SUR LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES STOCKS

(Madrid (Espagne), 8-12 avril 2019)

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

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

La réunion a été tenue au Secrétariat de l'ICCAT à Madrid du 8 au 12 avril 2019. Le Dr Michael Schirripa (États-Unis), Rapporteur du groupe de travail ("le groupe") et Président de la réunion, a ouvert la réunion et a souhaité la bienvenue aux participants. M. Camille Jean Pierre Manel (Secrétaire exécutif de l'ICCAT) a souhaité la bienvenue aux participants et a souligné l'importance des questions à débattre par le groupe en ce qui concerne le travail des différents groupes d'espèces du SCRS et des demandes formulées par la Commission. Le Président a procédé à l'examen de l'ordre du jour qui a été adopté avec quelques modifications (**appendice 1**).

La liste des participants se trouve à l'**appendice 2**. La liste des documents présentés à la réunion est jointe à l'**appendice 3**. Les 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, 10	A. Kimoto
Point 2	V. Ortiz de Zarate, C. Palma
Point 3	K. Gillespie
Point 4	G. Melvin, H. Arrizabalaga
Point 5	R. M. Pons, H. Winker
Point 6	A. Kimoto, M. Ortiz
Point 7	T. Frédou
Point 8	T. Frédou
Point 9	M. Schirripa.

2. Fiche de scores de la disponibilité des données sur les pêcheries

Depuis 2010, le Secrétariat, en collaboration avec divers scientifiques des CPC de l'ICCAT, ne cesse de travailler à l'amélioration des catalogues du SCRS adoptés par la Commission en 2011 ("para. 9i)" de la *Résolution de l'ICCAT 11-14 "Résolution de l'ICCAT en vue de standardiser la présentation des informations scientifiques dans le rapport annuel du SCRS et dans les rapports détaillés des groupes de travail"*. Jusqu'en 2016, les catalogues du SCRS étaient des résumés des données des pêcheries (tâche I/II) disponibles, l'accent étant mis sur les principales espèces de l'ICCAT (10 thonidés et espèces apparentées, et trois requins principaux). Cependant, pour que la Résolution [11-14] de l'ICCAT soit pleinement appliquée, les catalogues devaient comporter un indicateur quantitatif (score) pour une espèce/un stock donné(e) pendant une période.

Après 2016, le Secrétariat a présenté au SCRS des estimations préliminaires des scores. Le SCRS, à la suite d'une recommandation du Sous-comité des statistiques (SC-STAT), a demandé au groupe d'évaluer en 2019 la méthodologie de la fiche de scores présentée par le Secrétariat à la réunion annuelle 2018 du SCRS.

Le document SCRS/2019/045 présentait une version améliorée de cette méthodologie, généralisée pour être utilisée pour toutes les espèces de l'ICCAT et pour toute période arbitraire (après 1950). Une fonction de score déterministe a été choisie pour estimer les scores quantitatifs de 26 combinaisons espèces/stocks (10 principales espèces de thonidés et espèces apparentées et trois principaux requins). Pour chacun des

26 cas, les scores ont été obtenus pour diverses séries temporelles/scénarios (10, 15, 20, 25, 30 et 35 ans), couvrant toutes les données des tâches I et II disponibles à l'ICCAT entre 1950 et 2017. La fiche de scores peut contenir les scores d'une ou de plusieurs séries temporelles pour ces 26 combinaisons espèces/stocks.

Le groupe a félicité le Secrétariat pour le leadership dont il a fait preuve dans l'accomplissement de cette tâche demandée par le SCRS et la Commission, et a reconnu son importance et son utilisation potentielle au sein de l'ICCAT (SCRS et autres rapports, cadre MSE, indicateur pour les plans d'amélioration des données, etc.) Le Secrétariat a noté que ces scores ne reflètent que la "disponibilité des données" et non la "qualité des données". Le groupe a convenu et a recommandé que le contrôle de la qualité des données des pêcheries soit effectué de manière indépendante en utilisant des procédures spécialisées.

Enfin, le groupe a adopté la méthodologie de fiche de scores et proposé un format standard avec trois périodes temporelles (10, 20 et 30 ans) pour les 26 espèces/stocks principaux (**tableau 1**), tout en maintenant les 30 années actuelles pour la présentation des catalogues du SCRS. Le groupe a également appuyé les travaux en cours du Secrétariat en vue d'élargir les fiches de scores aux thonidés mineurs et éventuellement à d'autres espèces.

3. Standardisation de la CPUE/incorporation des changements océanographiques et environnementaux dans le processus d'évaluation

Ce point de l'ordre du jour comprenait une présentation et une brève discussion sur les données relatives aux déplacements de l'espadon obtenues à partir des marques archives pop-up reliées par satellite (PSAT).

La présentation SCRS/P/2019/017 a décrit un modèle de distribution des espèces (SDM) utilisant un cadre d'adéquation de l'habitat et dont l'espadon servait d'étude de cas. Le modèle intègre la profondeur de l'océan, la moyenne annuelle estimée du zooplancton total, la température, l'oxygène par profondeur, la latitude et la longitude, le mois et l'année. Les prévisions du modèle et les distributions générales des prises d'espadon de l'Atlantique Nord, les marques conventionnelles, les trajectoires par PSAT et les données d'observateurs sont utilisées comme critères pour l'inclusion et le traitement des variables. La formulation préliminaire prédit la migration saisonnière nord-sud dans l'Atlantique Nord, mais elle prédit également une forte abondance dans les zones où les prises d'espadon sont faibles. L'auteur a noté l'utilisation potentielle de ce modèle pour la standardisation de la CPUE basée sur l'adéquation de l'habitat et comme intrant dans un simulateur de pêche à la palangre.

Le groupe a reconnu les efforts déployés pour développer ce modèle. Il a été noté que certains des schémas de capture utilisés pour valider le modèle nécessitent un réexamen et une vérification des erreurs par rapport aux données de pêche spatiale de la tâche 2 de l'ICCAT. Il a été suggéré de tenir compte des migrations/mouvements trophiques et reproducteurs par cycle vital. L'auteur a fait remarquer que la modélisation par cycle vital et par sexe était l'approche idéale, mais qu'elle est très exigeante sur le plan analytique et qu'elle dépasse le cadre de l'élaboration actuelle du modèle. On a discuté de l'opportunité d'introduire une fonction de migration dans le modèle ou si le mouvement devrait plutôt être une propriété émergente fondée sur l'adéquation de l'habitat. L'auteur a noté que l'élaboration d'outils de modélisation tels que la visualisation est terminée et que l'accent est maintenant mis sur l'introduction dans le modèle de courbes d'affinité environnementales, trophiques et d'espèces appropriées. L'auteur a en outre noté qu'un certain nombre de projets sont prévus à l'aide du SDM, y compris un processus d'estimation des fermetures spatio-temporelles pour minimiser les prises accidentelles, et la standardisation des CPUE pour les espèces cibles et les espèces de prises accidentelles pour les pêcheries palangrières.

Le groupe a discuté de l'utilisation et du partage des données sur l'espadon obtenues par PSAT. Ceux qui disposaient de données ont été encouragés à fournir des données à un site OwnCloud PSAT de l'ICCAT sur l'espadon protégé par mot de passe. Sauf accord contraire, seules les personnes qui fournissent des données devraient avoir accès au site et être autorisées à utiliser les données de marquage. Il a été noté que les produits utilisant des données de marquage sont considérés comme un effort collectif parmi les contributeurs de données de marquage et que cela devrait être reflété dans ces documents (par exemple, par l'auteur).

4. Règles de contrôle de l'exploitation, points limites de référence (LRP) et évaluation de la stratégie de gestion (MSE)

Le document SCRS/2019/059 a fourni une approche analytique pour les diagnostics de l'estimation des paramètres dans l'évaluation de la stratégie de gestion (MSE). L'article a fourni une approche mathématique des diagnostics de la qualité de l'estimation des paramètres. Cette approche a fourni la base de la théorie mathématique de la dépendance paramétrique de l'incertitude. Cette théorie montre comment la distribution des erreurs d'estimation des paramètres dépend des paramètres eux-mêmes et de l'erreur de processus. La structure de cette distribution est entièrement déterminée par le comportement de la solution déterministe proche de la valeur réelle des paramètres. L'article présente des formules explicites pour les fonctions d'attente mathématique et de corrélation des estimations paramétriques. Bien qu'évidente dans les équations, plusieurs membres du groupe ont demandé, pour les travaux futurs, un exemple numérique de la manière dont l'approche serait utilisée et des résultats réels.

La présentation SCRS/P/2019/019 a fourni une mise à jour sur l'état actuel et les progrès de la MSE pour le germon de l'Atlantique Nord. Un examen par les pairs de la MSE pour le germon du Nord, y compris les modèles opérationnels (OM), les procédures de gestion, les indicateurs des performances et le code, a été effectué en 2018. L'examen par les pairs (Sculley, 2019) a conclu que la MSE pour le germon du Nord est scientifiquement solide et robuste face aux principales sources d'incertitude. Toutefois, l'examen a recommandé de vérifier plus avant le comportement de certains modèles, d'améliorer la communication des résultats et de séparer les OM dans un jeu de référence et de tests de robustesse. Pour 2019, le groupe d'espèces sur le germon du Nord caractérisera davantage les indicateurs identifiés par le SCRS en 2018 pour détecter les circonstances exceptionnelles, aborder les recommandations de l'examen par les pairs et préparer un rapport consolidé unique.

Le groupe a reçu du rapporteur du groupe d'espèces sur le germon un bref résumé des règles de contrôle de l'exploitation (HCR) du germon et des circonstances exceptionnelles au cours des dernières années. La Rec. 17-04 de l'ICCAT prévoyait que le SCRS élabore des critères d'identification des circonstances exceptionnelles. Le SCRS a également été invité à tester certaines variantes des HCR adoptées qui avaient été identifiées dans la Rec.17-04 (p. ex., limites de TAC plus basses et régimes alternatifs de changement de TAC maximum/minimum). Il était prévu que la Commission réexaminerait la HCR provisoire en vue d'adopter une HCR à long terme en 2020. Dans sa réponse à la Commission (section 19.7 dans Anon. 2019), deux principes qui signaleraient la possibilité de circonstances exceptionnelles ont été identifiés : 1) lorsqu'il existe des preuves que le stock est dans un état qui n'a pas été précédemment considéré comme plausible dans le contexte de la MSE et/ou ; 2) lorsqu'il existe des preuves que les données requises pour appliquer la HCR ne sont pas disponibles ou ne sont plus appropriées. Le Comité a adopté un tableau qui dresse une liste d'indicateurs pouvant être utilisés pour juger de l'existence de circonstances exceptionnelles.

Le développement de la MSE pour l'espadon de l'Atlantique Nord (N-SWO) a commencé en 2018, avec le développement initial du cadre à utiliser dans le conditionnement du modèle opérationnel (OM). Lors de sa réunion intersessions de 2018, le groupe d'espèces sur l'espadon (SWO) a défini une liste de facteurs qui ont été identifiés comme étant les plus incertains lors de la dernière évaluation des stocks (2017) et qui devraient être traités dans le cadre de la MSE. En 2018, les travaux sur la MSE pour le N-SWO de 2018 ont été principalement consacrés à quelques essais initiaux de développement d'OM en utilisant une approche de grille pour certains des principaux facteurs.

Les travaux sur la MSE pour le N-SWO sont prévus pour 2019 avec un appel d'offres. Les objectifs pour 2019 sont principalement liés à la poursuite du développement des OM, principalement pour inclure et traiter les facteurs précédemment identifiés par le groupe d'espèces sur l'espadon, ainsi que pour continuer le travail sur la validation des modèles.

La feuille de route pour l'élaboration d'une MSE pour le N-SWO adoptée par le SCRS en 2018 prévoyait la poursuite du développement des OM, la mise à l'essai des procédures de gestion et la réalisation d'un examen indépendant du code par les pairs. Toutefois, étant donné le développement limité de l'OM actuel, ainsi que le financement limité disponible pour 2019, la priorité pour cette année se restreindra uniquement à la poursuite du développement des OM et à leur validation. En conséquence, la feuille de route de la MSE pour le N-SWO devra probablement être révisée plus avant lors de la plénière du SCRS, pour refléter ces changements.

L'implication du SCRS dans la MSE pour le thon rouge de l'Atlantique (BFT) a essentiellement commencé en 2015 avec la Rec.15-07, bien qu'il y ait eu une certaine activité avant cette période. Entre 2016 et 2017, il y a eu un certain nombre de réunions pour discuter de l'approche et pour développer le cadre de la MSE. (Groupe de pilotage de modélisation, réunion conjointe des ORGP thonières sur la MSE, réunion intersessions du groupe de travail sur le dialogue entre halieutes et gestionnaires). Le calendrier initial prévoyait la mise en place d'un cadre de MSE fournissant des avis provisoires sur le thon rouge pour 2020. Toutefois, le processus a été retardé en raison de la nécessité de procéder à une évaluation complète en 2017 et d'autres problèmes. En avril 2018, lors de la réunion intersessions sur la MSE pour le thon rouge, la complexité du processus a été reconnue et le SCRS a recommandé à la Commission un calendrier plus réaliste pour achever le processus de MSE afin de fournir des avis provisoires sur le thon rouge pour 2021. Bien que la feuille de route ait été approuvée, le calendrier pourrait devoir être révisé de nouveau en raison des récents problèmes d'ordre technique et liés aux données.

Trois réunions ont été organisées en 2019 (à ce jour) pour faire avancer la MSE pour le thon rouge : une réunion du groupe technique sur la MSE pour le thon rouge en février, une réunion du groupe d'espèces sur le thon rouge (mi-février) et une réunion de la Sous-commission 2 début mars. Les objectifs de ces deux dernières réunions étaient d'examiner et d'approuver les modèles opérationnels (OM), de faire des progrès et de donner des conseils sur les possibles procédures de gestion (CMP) et d'identifier les principaux indicateurs des performances. L'objectif était de présenter les résultats à la Sous-commission 2 et d'obtenir des informations en retour sur les progrès de la MSE et des CMP, ainsi que de définir certains objectifs de gestion opérationnels. Malheureusement, une grave erreur de codage a été découverte (et corrigée) qui a limité les progrès de l'approche globale de la MSE. D'autres erreurs sur les données d'entrée ont été détectées lors de la réunion du groupe d'espèces sur le thon rouge et ont dû être corrigées avant qu'une grande partie du travail quantitatif puisse se poursuivre. Des activités telles que le conditionnement des OM et l'examen des CMP ont été reportées jusqu'à la réunion de travail de juillet du groupe technique sur la MSE pour le thon rouge. Les gestionnaires doivent être informés qu'il y a un risque que le travail sur la MSE ne soit pas terminé à temps pour fournir un avis sur le TAC pour 2021 et que, si une évaluation est nécessaire en 2020, le processus de la MSE sera encore retardé ou ralenti par le travail d'évaluation. Une recommandation sur l'opportunité d'aller de l'avant avec la MSE pour l'avis sur le TAC de 2021 ou de revenir à une évaluation des stocks en 2020 devra être faite lors de la réunion plénière du SCRS en septembre 2019.

Le SCRS devrait recommander que les CMP incluent une option où la capture est réduite à zéro pour illustrer la limite supérieure de la mesure dans laquelle les objectifs de gestion en matière d'état et de sécurité peuvent être atteints dans le cas le plus extrême de fermeture de la pêcherie. En outre, il a été souligné que, même si les répercussions du mélange Est-Ouest sur la gestion n'ont pas encore été quantifiées, les preuves scientifiques indiquent qu'il y a effectivement mélange. Il est important que la Sous-commission 2 reconnaisse que ce mélange Est-Ouest de thon rouge a des implications pour les deux stocks et qu'un TAC fixé pour la zone Ouest pourrait avoir un impact sur la population de l'Est et vice versa.

Il n'y a pas eu de présentation sur le rapport du groupe de travail conjoint sur la MSE des ORGP thonières et le groupe s'est concentré sur le glossaire de la MSE. Le groupe a décidé d'adopter le glossaire du groupe de travail conjoint sur la MSE des ORGP thonières utilisé dans la MSE afin de fournir une base commune à toutes les organisations. Il a également été recommandé que toute suggestion de modification ou d'ajout au glossaire faite par l'ICCAT/SCRS soit présentée et examinée par le groupe et la plénière du SCRS, puis soumise au groupe de travail conjoint sur la MSE des ORGP thonières via les représentants de l'ICCAT.

Le groupe a examiné les progrès réalisés sur la MSE pour le germon, l'espadon et le thon rouge et a étudié les options pour aller de l'avant. Il a également été tenu compte de la recommandation de la Commission de se concentrer sur la MSE pour le thon rouge et de ralentir les processus de MSE pour les autres espèces, à l'exception du germon pour lequel une HCR provisoire est déjà en place et des travaux spécifiques supplémentaires sont demandés dans la Rec. 17-04. Cela a été interprété comme signifiant réduire l'effort et continuer à travailler à un rythme plus lent, mais ne pas arrêter les autres MSE. Les activités associées à la MSE ont été discutées en deux grandes catégories : les MSE spécifiques à l'espèce et le processus global de la MSE.

Le groupe s'est vu proposer une option de réaffectation des fonds destinés aux efforts de MSE pour le germon du Nord et l'espadon de l'Atlantique Nord. Compte tenu des ressources limitées disponibles pour le germon et l'espadon, le groupe a recommandé que les fonds actuellement budgétisés pour les travaux relatifs à la MSE pour le germon et l'espadon du Nord restent consacrés aux travaux relatifs à ces efforts

spécifiques de MSE comme prévu initialement. Il s'agit d'achever les tâches identifiées dans le rapport d'examen par les pairs pour le germon, et pour l'espadon il s'agit de développer plus avant l'OM, comme le recommande le groupe d'espèces sur l'espadon.

Le groupe a appuyé l'idée d'un examen indépendant par les pairs (IPR) de l'approche/cadre global de la MSE de l'ICCAT pour toutes les espèces. Il s'agit d'une entreprise d'envergure qui prendra probablement plusieurs mois à réaliser. L'examen d'ensemble devrait être réalisé par une équipe de 1 à 3 examinateurs indépendants de l'ICCAT, d'abord pour examiner ce qui a été fait à ce jour pour chacune des trois espèces dont une MSE est actuellement en cours de développement. L'examen indépendant par les pairs devrait envisager d'évaluer tous les aspects du processus de MSE et recommander des améliorations. Par la suite, les examinateurs devraient concevoir un cadre générique pour le développement de la MSE au sein de l'ICCAT, en collaboration avec les représentants des espèces de l'ICCAT impliquées dans la MSE. Les représentants de l'ICCAT pour chaque espèce comprendraient les rapporteurs des groupes d'espèces et une personne active dans le processus de la MSE.

5. Description de l'incertitude entourant les résultats de l'évaluation des stocks

Le diagramme de phase de Kobe et la matrice de stratégie de Kobe2 (K2SM) constituent un résultat clé de l'évaluation des stocks pour la formulation d'un avis de gestion au sein des ORGP thonières. Dans les deux cas, il faut traduire l'incertitude estimée au sujet de l'état du stock en énoncés probabilistes. Les principales quantités d'intérêt sont les ratios de la biomasse du stock reproducteur (SSB) et de la mortalité par pêche (F) par rapport à leurs valeurs de référence SSB_{PME} et F_{PME} qui conduiront ou maintiendront le stock à des niveaux qui peuvent produire la production maximale équilibrée (PME), respectivement. Dans les modèles intégrés d'évaluation des stocks structurés par âge, tels que Stock Synthèse (SS), l'incertitude concernant les quantités individuelles (p. ex. PME) peut être directement approchée à partir des estimations de l'erreur type dérivées de la matrice variance-covariance à l'aide de la méthode delta. Toutefois, en raison de la nature intrinsèquement corrélée de SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} , il n'est pas simple d'estimer l'incertitude des deux quantités simultanément. Les approches actuellement utilisées à cette fin sont : i) l'utilisation de grandes grilles comprenant des scénarios de modèles avec des paramétrisations alternatives pour saisir l'incertitude structurelle, ii) le bootstrap et iii) les méthodes de Markov Chain Monte Carlo (MCMC) pour estimer l'incertitude dans le modèle. Toutefois, ces méthodes exigent beaucoup de calculs et de temps, ce qui en fait des tâches difficiles à accomplir au cours des réunions d'évaluation des stocks, qui sont généralement limitées dans le temps.

Pour remédier à ce problème, le SCRS/P/2019/020 a présenté les principaux résultats et concepts sous-jacents de Walter *et al.* (2019), qui ont introduit une approche pour estimer l'incertitude de l'état du stock en utilisant une distribution normale multivariée (MVN) qui tient compte de la covariance inhérente entre F/F_{PME} et SSB/SSB_{PME} . Walter *et al.* (2019) ont fourni deux études de cas pour comparer l'approche MVN avec le bootstrapping SS3 et la routine MCMC. Le premier exemple a utilisé la grille du modèle d'évaluation SS3 de taille moyenne de l'évaluation du thon obèse de l'Atlantique de 2018 pour comparer l'approximation de l'incertitude structurelle de MVN avec la routine de bootstrapping SS3 pour construire le diagramme de phase de Kobe et K2SM. Le deuxième exemple compare les estimations de l'incertitude à l'intérieur du modèle provenant de l'approche MVN en conjonction avec la méthode delta à la routine MCMC SS3 pour construire la K2SM en utilisant le scénario du cas de base du modèle SS3 de l'évaluation de 2018 du stock de makaire bleu (Anon. 2018a). Les résultats ont montré que la méthode MVN fournit une approximation raisonnable des estimations de l'incertitude à partir du bootstrap et de MCMC, ce qui indique que MVN pourrait fonctionner en principe pour estimer à la fois l'incertitude structurelle dans les grilles de taille moyenne et l'incertitude à l'intérieur du modèle. Le principal avantage de l'approche MVN par rapport au bootstrap et à la routine MCMC est qu'elle réduit le temps de calcul de plusieurs jours à quelques minutes.

Le groupe a suggéré que la méthode MVN offre une solution prometteuse qui permettrait de produire le diagramme de phase de Kobe et la K2SM à temps pour l'adoption du rapport d'évaluation des stocks. Il pourrait également s'agir d'une méthode permettant de combiner les résultats de plusieurs plates-formes de modélisation, mais il faut veiller à ce que les différences importantes entre les modèles soient signalées adéquatement et ne soient pas perdues dans la présentation. Le groupe a recommandé que davantage de comparaisons entre les approches MVN et MCMC et bootstrap soient effectuées avant d'adopter l'approche MVN comme seule méthode de choix.

Le groupe a examiné des options sur la façon de combiner et de présenter l'incertitude concernant les projections futures de l'état des stocks. Le document de Kimoto et Ortiz (2019) a été présenté comme information de base. Le groupe a noté que les projections en avant de l'approche déterministe dans le cadre de quotas alternatifs (diagramme en pattes de poulet) sont toujours appropriées pour être incluses dans le rapport d'évaluation. Pour la construction de la K2SM, le groupe a recommandé que des distributions a posteriori de projections supplémentaires soient fournies pour la préparation des diagrammes de diagnostic proposées dans Kimoto et Ortiz (2019). Le groupe a noté que ces routines pourraient ne pas toujours converger de manière adéquate, ce qui peut produire des valeurs irréalistes, voire négatives, dans les projections de l'état futur des stocks. Pour visualiser ces problèmes, Kimoto et Ortiz (2019) proposent des contrôles graphiques et des diagnostics sur les résultats des projections que le groupe recommande de présenter, avec la K2SM (**appendice 5**).

6. Examen du catalogue de logiciels d'évaluation des stocks

Le Groupe a examiné le nouveau logiciel proposé JABBA (« Just Another Bayesian Biomass Assessment » « Juste une autre évaluation de la biomasse de type bayésien »). Le Secrétariat a présenté le matériel nécessaire à l'inclusion de JABBA dans le catalogue de logiciels d'évaluation des stocks de l'ICCAT (« catalogue de logiciels de l'ICCAT »), comprenant la documentation, les codes source, le manuel de l'utilisateur, la vignette et des références. JABBA est largement utilisé dans les évaluations de stocks d'espèces hautement migratoires (requins, thons et istiophoridés) dans le monde entier. JABBA est publié en tant que publication en accès libre évaluée par les pairs (Winker et al., 2018) et distribué par le biais de la plateforme mondiale en open source GitHub. Elle est accessible gratuitement à <https://github.com/JABBAmodel>. Après avoir examiné le projet, le Groupe a pleinement accepté d'inclure JABBA dans le catalogue de logiciels de l'ICCAT.

Le Secrétariat a indiqué que le catalogue actuel des logiciels de l'ICCAT dans GitHub avait été réorganisé en suivant les suggestions formulées lors de la réunion du groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks (WGSAM) de 2018 (<https://github.com/ICCAT/software/wiki>) (Anon 2018b) : tous les liens sont maintenant à jour et renvoient vers les versions les plus récentes des développeurs de chaque modèle et les logiciels d'évaluation des stocks ; de plus, les diagnostics génériques et les outils graphiques sont maintenant clairement séparés. Il a été commenté que l'ancien format qui présentait une liste de liens directs vers les pages web du logiciel sur la page web de l'ICCAT était préférable, car la liste des logiciels de l'ICCAT peut être facilement saisie et le GitHub n'est pas toujours convivial pour les non-utilisateurs. Il a également été signalé que GitHub présente des avantages pour le contrôle des versions de logiciels permettant aux scientifiques de reproduire des résultats d'évaluation et de projection de stock particuliers utilisés pour les recommandations de gestion, et de conserver tous les résultats des évaluations de stock de l'ICCAT aux fins de transparence scientifique. Le groupe a demandé d'ajouter la liste des logiciels avec son lien vers la page web actuelle du catalogue de logiciels de l'ICCAT (<https://www.iccat.int/fr/AssessCatalog.html>), tout en maintenant le site GitHub.

L'archivage des résultats de l'évaluation des stocks a été abordé. Le Groupe a reconnu qu'il était important que tous les résultats de l'évaluation et de la projection des stocks soient reproductibles. Il a été recommandé de créer un tableau des évaluations de stocks utilisées pour les recommandations de gestion par espèce incluant l'année, les modèles d'évaluation des stocks acceptés et la version du logiciel utilisé pour la dernière évaluation. Le Groupe a également recommandé d'archiver les résultats pendant la réunion d'évaluation et de les transmettre au Secrétariat. Les résultats seront conservés au Secrétariat avec la version correcte du logiciel. Il a été suggéré de conserver ces données sous la forme d'objets R qui peuvent réduire la taille des fichiers et sont facilement lisibles. Il a été demandé de mettre à jour le site GitHub avec la version du logiciel utilisée pour les dernières évaluations lorsque cela était possible.

Le Groupe continue de recommander d'utiliser principalement les modèles d'évaluation des stocks du catalogue de logiciels de l'ICCAT pour formuler un avis de gestion. Cela ne devrait pas limiter ou décourager les efforts d'exploration d'applications ou d'autres méthodes de la part de chaque groupe d'espèces. Les groupes d'espèces sont encouragés à soumettre de nouveaux modèles d'évaluation des stocks pour examen aux fins de leur inclusion dans le catalogue de logiciels de l'ICCAT.

Enfin, le Groupe a examiné le processus en cours pour accepter et compléter l'inclusion d'un logiciel d'évaluation donné dans le catalogue de logiciels de l'ICCAT. Dans le catalogue de logiciels ICCAT actuel,

cinq modèles (ASPIC, VPA2Box, Stock Synthesis, mpb et JABBA) ont rempli les critères généraux du SCRS pour y être inclus, à savoir les exigences relatives au code, au guide de l'utilisateur, au test de simulation, aux exemples d'utilisation pour les espèces de thonidés et aux essais effectués par des scientifiques externes (et non pas par le concepteur du modèle). De plus, il y a actuellement deux modèles participant actuellement au processus (FLXSA et SAM) pour lesquels une demande partielle a été fournie. Il a été suggéré d'ajouter les informations sur l'état d'exhaustivité aux fins de la révision du catalogue de logiciels de l'ICCAT sur la page web. Le Groupe a précédemment noté que tout logiciel d'évaluation des stocks devrait être soumis à des tests de simulation et a recommandé de constituer un groupe d'étude pour faciliter les tests de simulation. Il a été noté que les évaluations réalisées par d'autres groupes scientifiques pourraient être prises en considération (par exemple, l'évaluation de JABBA par le groupe de travail technique sur les méthodes des États-Unis).

7. Méthodes d'évaluation limitées en données : théorie et postulats

Une discussion générale sur les méthodes limitées en données a été tenue. Quatre méthodes ont été mises en avant et présentées plus en détail au Groupe : deux méthodes fondées sur la longueur et deux méthodes fondées sur la capture (**tableau 2**).

Méthodes fondées sur la longueur

Ratio du potentiel de reproduction fondé sur la taille (LBSPR) (Hordyk et al., 2015a). Le ratio du potentiel de reproduction (SPR) dans une population exploitée est une fonction du ratio de la mortalité par pêche par rapport à la mortalité naturelle (F/M) et aux deux ratios du cycle vital M/k et L_m/L_∞ . K est le coefficient de croissance de von Bertalanffy, L_m est la taille de la maturité et L_∞ est la taille asymptotique (Hordyk et al., 2015b). Les valeurs d'entrée de LBSPR sont les suivantes : M/k , L_∞ , la variabilité de la taille en fonction de l'âge (CV_{L_∞}), qui est normalement supposée s'élever à environ 10%; et taille à maturité spécifiée en termes de L_{50} et de L_{95} (la taille à laquelle 50% et 95% d'une population est arrivée à maturité). Compte tenu des valeurs postulées pour les paramètres M/k et L_∞ et des données de composition des tailles d'un stock exploité, le modèle LBSPR utilise des méthodes de vraisemblance maximale pour estimer l'ogive de sélectivité, qui est postulée être une courbe logistique définie par des paramètres de sélectivité par taille S_{50} et S_{95} , ainsi que la mortalité par pêche relative (F/M), et ceux-ci sont utilisés pour calculer le SPR (Hordyk et al., 2015). Les estimations du SPR sont principalement déterminées par la longueur du poisson par rapport à L_{50} et L_∞ . Si une proportion raisonnable de poissons dans un échantillon atteint des tailles proches de L_∞ , une estimation élevée du SPR sera obtenue. LBSPR est une méthode d'équilibre reposant sur les postulats suivants : i) sélectivité asymptotique, ii) croissance décrite de manière adéquate par l'équation de von Bertalanffy, iii) une courbe de croissance unique peut être utilisée pour décrire les deux sexes ayant une capturabilité égale, iv) la taille par âge est distribuée normalement, v) les taux de mortalité naturelle sont constants dans toutes les classes d'âge adulte, vi) le recrutement est constant dans le temps et vii) les taux de croissance restent constants dans les classes d'âges d'un stock (Hordyk et al., 2015). Cette méthode peut être mise en œuvre dans R à l'aide du package LBSPR (Hordyk, 2017).

La présentation SCRS/ P/ 2019/023 donnait un aperçu des concepts de la nouvelle approche bayésienne fondée sur la taille (LBB; Froese et al., 2018a) pour estimer l'état du stock dans des situations où les données sont limitées. LBB ne nécessite aucune donnée d'entrée en plus des données de fréquence de tailles, mais offre à l'utilisateur la possibilité de spécifier des distributions a priori pour la taille asymptotique estimable du paramètre (L_∞), la longueur lors de la première capture (L_c) et la mortalité naturelle relative (M/k). En outre, la mortalité par pêche relative (F/M) est estimée sous forme de moyenne de la gamme d'âge représentée dans l'échantillon de fréquence de tailles. En utilisant ces paramètres comme données d'entrée, les équations de pêche standard peuvent être utilisées pour estimer l'épuisement ou la biomasse actuellement exploitée par rapport à la biomasse non exploitée (B/B_0). En outre, ces paramètres permettent d'estimer la longueur lors de la première capture qui maximiserait la capture et la biomasse pour un effort de pêche donné (L_{c_opt} ; Froese et al., 2016) et d'estimer une approximation de la biomasse relative capable de produire des prises maximales équilibrées ($BPME/B_0$). Les estimations de la biomasse relative de LBB ne différaient pas significativement des « vraies » valeurs dans les données simulées et étaient similaires aux estimations indépendantes issues d'évaluations de stock complètes. La version la plus récente de LBB inclut une option supplémentaire pour l'utilisateur permettant de comptabiliser l'effet d'« empilement » des intervalles de tailles lorsque l'échantillonnage est susceptible de se produire de manière continue tout au long de l'année (Froese et al., 2018b). Cependant, le Groupe a également discuté

du fait que la correction d'empilement pourrait probablement introduire un biais négatif lorsque l'échantillonnage a principalement lieu au cours d'un mois ou d'une saison spécifique.

Des exemples pratiques de LBB d'études de cas sur les thonidés mineurs dans Pons et al. (2019) ont été partagés et discutés avec le Groupe. Les applications de LBB à ces stocks sélectionnés de thonidés mineurs montrent qu'elles fonctionnent de la même manière que LBSPR (Hordyk et al., 2015 et 2016).

Le Groupe a expliqué que, tout comme les autres méthodes basées sur la longueur, LBB fonctionnerait mal si les données de taille d'entrée ne sont pas représentatives de la composition des tailles de la phase exploitée du stock ou si la sélectivité diverge fortement de la sélectivité logistiquée postulée.

Méthodes fondées sur la capture

La méthode de capture-PME (Martell et Froese, 2013) est une approche d'analyse de réduction de stock avec un modèle dynamique de biomasse de Schaefer. Les données d'entrée nécessaires sont les suivantes : une série temporelle de captures, des gammes de distributions a priori du taux de croissance de la population (r) et de la capacité de charge (K), ainsi que des gammes possibles des tailles relatives du stock de la dernière année de la série temporelle. Les gammes probables pour r et K sont filtrées selon une approche de Monte Carlo afin de détecter les paires « viables » r - K . Une paire de paramètres est considérée comme « viable » si les trajectoires de biomasse correspondantes calculées avec un modèle de production sont compatibles avec les captures observées, de sorte que l'abondance de la population ne tombe jamais en dessous de 0 et soit compatible avec les estimations antérieures de la biomasse relative (c'est-à-dire l'épuisement des stocks, Martell et Froese, 2013). Les paires r - K sont extraites de distributions a priori uniformes et la distribution de Bernoulli est utilisée comme fonction de vraisemblance pour accepter chaque paire r - K . La méthode de capture-PME peut être mise en œuvre dans R en utilisant le package « fishmethods » (Nelson, 2017).

La présentation SCRS/P/2019/022 donnait un aperçu des concepts de la méthode d'évaluation des stocks pauvres en données reposant uniquement sur la capture (« CMSY ») de Froese et al. (2017). CMSY estime les points de référence des pêcheries (PME, FPME, BPME) ainsi que la taille relative du stock ($B/BPME$) et l'exploitation ($F/FPME$) à partir des données de capture et des distributions a priori générales pour la résilience ou la productivité (r) et pour l'état du stock (B/K) au début et à la fin de la série temporelle. Une partie du package CMSY est une exécution bayésienne avancée état-espace du modèle de production excédentaire de Schaefer (BSM). Plusieurs différences par rapport à la méthode de capture-PME (Martell et Froese, 2013) ont été mises en évidence et discutées.

Le Groupe a noté que (1) CMSY va au-delà de la méthode de capture-PME en ce sens qu'elle met davantage l'accent sur les estimations de $B_t/BPME$ et de $F_t/FPME$, (2) CMSY incorpore explicitement l'erreur de processus, (3) CMSY utilise un filtre de Monte-Carlo récemment mis au point (qui n'est pas l'algorithme SIR) qui corrige les biais systématiques pouvant découler de la méthode de capture-PME, (4) les distributions a priori uniformes d'épuisement sont calculées par approximation au moyen de distributions log-normales, (5) le CMSY incorpore un « bâton de hockey » par morceaux pour éviter une surestimation du potentiel de rétablissement à un niveau très faible d'abondance $B < 0,25B_0$. Des exemples concrets d'applications de CMSY ont été présentés pour le germon de la Méditerranée, le requin-taube bleu de l'Atlantique Nord et le makaire blanc de l'Atlantique. Ceux-ci ont été examinés non seulement dans le contexte de méthodes d'évaluation de stocks pauvres en données mais également en tant que diagnostic potentiel permettant d'identifier les conflits entre les indices de prise et de prise par unité d'effort (CPUE), compte tenu de la productivité du stock, par rapport aux modèles ajustés à la CPUE, tels que le modèle de Schaefer de production excédentaire bayésien incorporé état-espace ou le modèle d'évaluation JABBA (Winker et al., 2018).

Le Groupe a reconnu que pour estimer l'état des stocks de quelconque espèce avec des méthodes basées sur la longueur, la distribution des tailles devrait provenir de l'engin le plus représentatif de la distribution des tailles de la population exploitable. Il a également été noté que les méthodes fondées sur la prise sont très sensibles à l'exhaustivité (données historiques non déclarées) des données de capture et qu'elles ne donneront donc pas de résultats satisfaisants pour les espèces de thonidés mineurs.

8. Méthodes d'évaluation des stocks limitées en données

Deux documents scientifiques concernant les méthodes d'évaluation des stocks pauvres en données ont été présentés. Le document SCRS/2019/063 présentait une exploration des méthodes d'évaluation à données limitées pour les espèces de thonidés mineurs. Dans ce document, six stocks de petits scombridés ont été évalués au moyen de deux modèles basés sur la prise (analyse de réduction des stocks basée sur l'épuisement –DBSRA– et *Simple Stock Synthesis* –SSS), deux modèles fondés sur la taille (ratio du potentiel de reproduction fondé sur la taille (LBSPR) et effets intégrés mixtes fondés sur la taille –LIME) et un modèle qui combine les jeux de données de prise et de taille (LIME_Catch). Les auteurs ont constaté qu'une grande incertitude entourait l'estimation de l'état du stock et que ces méthodes sont très sensibles aux paramètres d'entrée, ce qui suggère qu'une analyse de sensibilité plus poussée devrait être effectuée. Des études en simulation en boucle fermée, telles que l'évaluation de la stratégie de gestion, devraient être envisagées afin de déterminer les procédures de gestion les plus viables à appliquer à chaque stock en tenant compte des données, des incertitudes entourant le modèle et des paramètres actuels.

Le Groupe a reconnu que l'augmentation observée des captures des espèces de thonidés mineurs était due à une augmentation des captures déclarées par les CPC. Le Groupe a suggéré que, compte tenu de l'incertitude entourant les captures déclarées de ces espèces, le groupe d'espèces sur les thonidés mineurs devrait explorer : (1) l'utilisation de reconstitutions de captures (par exemple, le projet « Sea Around Us ») comme données d'entrée des modèles basés sur la capture et (2) l'utilisation de fiches de scores des captures pour sélectionner la période la plus appropriée de la série temporelle de captures disponible à l'ICCAT pendant laquelle la déclaration était plus stable.

Le document SCRS/2019/041 présentait un exercice préliminaire d'évaluation de la stratégie de gestion (MSE) utilisant la boîte à outils DLMtool pour tester les performances de diverses procédures de gestion pour le thazard-bâtard de l'Atlantique Nord-Ouest. Dans cette analyse, neuf procédures de gestion ont été sélectionnées aux fins de leur inclusion dans le scénario de MSE afin d'évaluer la performance de chacune d'entre elles et leur efficacité pour formuler un avis de gestion. Les procédures de gestion retenues étaient fondées sur la capture (AvC, CC1, SPMSY et DBSRA), la taille (LBSPR, minlenLopt1 et matlenlim) et les contrôles de l'effort de pêche (curE et curE75). Les résultats préliminaires montrent que les méthodes basées sur la capture étaient les plus acceptables en ce qui concerne les valeurs de seuil préétablies pour les mesures de la performance. Cependant, une procédure de gestion fondée sur la longueur pourrait être plus indiquée pour la plupart des espèces de thonidés mineurs.

Le Groupe a noté qu'une approche MSE était une bonne option dans un cadre limité en données (par exemple, l'application dlmttools), mais a signalé que de nombreux groupes ne comprenaient pas en profondeur l'approche de simulation MSE. Le Groupe a reconnu que des capacités de formation étaient nécessaires à la fois sur les méthodes d'évaluation à données limitées et sur la MSE des stocks pauvres en données. Ces méthodes pourraient être appliquées à d'autres groupes d'espèces tels que les groupes d'espèces sur les requins ou les istiophoridés.

9. Recommandations

Recommandations ayant des implications financières

1. Le Groupe a reconnu que plusieurs groupes d'espèces se trouvaient dans des situations de «données limitées» et qu'une capacité d'évaluation des stocks leur faisait défaut. Par conséquent, le Groupe recommande qu'une série d'ateliers sur des méthodes d'évaluation des stocks pauvres en données soit organisée pour répondre spécifiquement aux besoins de l'ICCAT. Ces ateliers devraient présenter des avantages à long terme pour les groupes d'espèces et couvrir les divers aspects d'une évaluation fiable des stocks, tels que les exigences en matière de données, la collecte de données, la mise en œuvre de modèles, etc.
2. Le Groupe a convenu que le modèle de distribution des espèces appliqué à l'espadon était un outil utile et a recommandé qu'il soit poursuivi dans le cadre du plan de travail du WGSAM. Le Groupe a recommandé que des fonds soient mis à disposition pour poursuivre ce travail grâce à un effort de coopération entre le WGSAM et un expert indépendant. Les produits de ce travail devraient soutenir le développement en cours du simulateur palangrier (LLSIM), ce qui augmentera considérablement

son utilité en fournissant les moyens d'étudier en profondeur la standardisation de la CPUE et de développer les meilleures pratiques à cet égard.

3. En réponse à la demande de la Commission relative à une évaluation indépendante de la MSE par des pairs (IPR), le Groupe a recommandé que le SCRS crée un groupe d'un à trois examinateurs indépendants de l'ICCAT afin d'examiner l'ensemble du processus et l'efficacité du processus MSE de l'ICCAT à ce jour. Les produits de cette évaluation indépendante par des pairs consisteraient en un examen des pratiques passées et actuelles, des recommandations d'améliorations et la conception ultérieure d'un cadre général pour le processus de MSE adapté au processus de l'ICCAT. Pour faciliter cet examen, il a été recommandé de consulter les représentants compétents du groupe d'espèces.

Recommandations n'ayant pas d'implications financières

1. Le Groupe a reconnu l'importance des fiches de scores et des catalogues du SCRS car ils constituent des instruments utiles pour suivre la disponibilité des données halieutiques et leurs améliorations au fil du temps. Le Groupe a recommandé aux CPC de l'ICCAT d'utiliser ces outils pour réviser/compléter leurs données et de prendre dûment en considération l'erreur de la capture dans l'évaluation des stocks et l'élaboration d'avis de gestion. Il est recommandé de déclarer la fiche de scores contenant trois séries temporelles (10, 20 et 30 ans) de tous les stocks dans le rapport du Sous-comité des statistiques.
2. Le Groupe a recommandé que les fonds actuellement consacrés à la MSE pour le germon du Nord et l'espadon du Nord restent consacrés au travail sur ces efforts spécifiques au MSE, comme prévu initialement.
3. Le Groupe a recommandé de réaliser une analyse basée sur la comparaison des évaluations antérieures de l'ICCAT (ou d'autres ORGP thonières) utilisant l'analyse Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ou des techniques de bootstrap des méthodes employant une distribution normale à plusieurs variables (MVN) présentées au cours de cette réunion afin qu'une décision puisse être prise quant à la question de savoir si la méthode MVN est une solution efficace et fiable pour produire des résultats équivalents de manière plus efficace et plus rapide.
4. Le Groupe a souligné qu'il était important d'enregistrer correctement les résultats de l'évaluation des stocks et le logiciel utilisé pour formuler un avis de gestion afin que l'avis puisse être reproduit. À cet égard, le Groupe recommande vivement que la version du logiciel utilisé soit explicitement mentionnée dans le rapport de la réunion d'évaluation des stocks et que tout logiciel utilisé pour formuler un avis de gestion soit fourni au Secrétariat avant la fin de la réunion d'évaluation pour archivage. La responsabilité de cette tâche incombe au rapporteur du groupe d'espèces.
5. Le Groupe recommande d'explorer davantage de méthodes limitées en données pour les stocks pauvres en données, y compris les méthodes d'évaluation et la MSE. Le Groupe reconnaît que la collecte de données sur les captures d'espèces de thonidés mineurs peut être difficile (déclaration de capture partielle, prise accessoire non déclarée, captures de pêcheries artisanales nationales qui ne sont pas déclarées à l'ICCAT). Par conséquent, le Groupe recommande que davantage d'efforts soient consacrés à la collecte de données de prise et d'effort de la tâche II et de taille de la tâche II pour ces stocks pauvres en données.
6. Reconnaissant l'importance d'une analyse scientifique rigoureuse de la CPUE dans le processus d'évaluation des stocks, le Groupe réitère sa recommandation d'utiliser le tableau d'évaluation de la CPUE du WGSAM publié antérieurement lors de chaque évaluation des stocks.

Points à inclure dans le plan de travail

1. Finaliser le modèle de distribution des espèces appliqué à l'espadon en tant que modèle autonome et ajouter une pêche dirigée simulée à l'outil du simulateur palangrier.
2. Continuer à progresser dans l'étude du niveau d'agrégation de la CPUE.
3. Poursuivre les travaux sur les problèmes liés à l'utilisation d'une CPUE localisée et/ou de la

distribution du stock.

4. Réaliser une étude comparative entre les techniques MCMC et de bootstrap et les techniques MVN pour caractériser l'incertitude entourant l'évaluation des stocks.
5. Préparer un document décrivant les diagnostics standard recommandés pour les modèles d'évaluation des stocks.
6. Préparer un document présentant plusieurs options pour l'utilisation d'un logiciel d'évaluation des stocks et son inclusion dans le catalogue de logiciels de l'ICCAT.

10. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté pendant la réunion. La réunion a été levée.

Bibliographie

- Anon. 2018a. Report of the 2018 ICCAT blue marlin stock assessment session (Miami, USA 18-22 June, 2018). ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. Vol. 75(5): 813-888.
- Anon. 2018b. Report of the 2018 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods Meeting (WGSAM) (Madrid, Spain 7-11 May, 2018). ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. Vol. 72(5): 125-165.
- Anon. 2019. Report for biennial period, 2018-19 PART I (2018) - Vol. 2.
- Cope J.M. 2013. Implementing a statistical catch-at-age model (Stock Synthesis) as a tool for deriving overfishing limits in data-limited situations. *Fisheries Research*, 142: 3–14. Elsevier B.V.
- Dick E.J., and MacCall A.D. 2011. Depletion-Based Stock Reduction Analysis: A catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks. *Fisheries Research*, 110: 331–341.
- Froese R., Winker H., Gascuel D., Sumaila U.R., and Pauly D. 2016. Minimizing the impact of fishing. *Fish Fish.* 17, 785–802. doi:10.1111/faf.12146
- Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K.M., and Winker, H. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish Fish.* 18. doi:10.1111/faf.12190
- Froese R., Winker H., Coro G., Demirel N., Tsikliras A.C., Dimarchopoulou D., Scarcella G., Probst W.N., Dureuil M., and Pauly, D. 2018a. A new approach for estimating stock status from length frequency data. *ICES J. Mar. Sci.* fsy078. doi:10.1093/icesjms/fsy078
- Froese R., Winker H., Coro G., Demirel N., Tsikliras A.C., Dimarchopoulou D., Scarcella G., Probst W.N., Dureuil M., and Pauly D. 2018b. On the pile-up effect and priors for Linf and M / K: response to a comment by Hordyk et al. on "A new approach for estimating stock status from length frequency data." *ICES J. Mar. Sci.* doi:10.109. doi:10.1093/icesjms/fsy199
- Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S., Loneragan, N. and Prince, J. 2015a A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. 72, 217–231.
- Hordyk A., Ono K., Sainsbury K., Loneragan N., and Prince J. 2015b. Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning-per-recruit, and the spawning potential ratio. *ICES J. Mar. Sci.* doi:10.1093/icesjms/fst235
- Hordyk A.R., Ono K., Prince J.D., and Walters C.J. 2016. A simple length-structured model based on life history ratios and incorporating size-dependent selectivity: application to spawning potential ratios for data-poor stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 73, 1787–1799.

- Hordyk A.R. 2017. LBSPR: Length-Based Spawning Potential Ratio. R package version 0.1.3.
- Kimoto A., and Ortiz M. 2018. A proposal for diagnostic and presentation of uncertainty in stock projections. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 75(5), 1051-1055.
- Martell S., and Froese R. 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience Fish and Fisheries 14, 504–514. doi:10.1111/j.1467-2979.2012.00485.x
- Nelson A.G. 2017. fishmethods: Fishery Science Methods and Models in R. R package version 1.10-4.
- Pons M., Kell L., Rudd M.B., Cope J.M., and Frédou, L.F. 2019. Performance of length-based data-limited methods in a multifleet context: application to small tunas, mackerels, and bonitos in the Atlantic Ocean. ICES Journal of Marine Science. Doi: <http://doi.org/10.1093/icesjms/fsz004>
- Rudd M.B., and Thorson J.T. 2018. Accounting for variable recruitment and fishing mortality in length-based stock assessments for data-limited fisheries. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 75: 1019–1035.
- Sculley M. 2019. Peer review of the code and algorithms used within the management strategy evaluation framework for the north Atlantic albacore stock. Document SCRS/2018/142 (withdrawn).
- Walter J., Yokoi H., Satoh K., Matsumoto T., Winker H., Ijurco A.U., and Schirripa, M. 2019. Atlantic bigeye tuna stock synthesis projections and kobe 2 matrices. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 75(7), 2283–2300.
- Winker H., Carvalho F., and Kapur M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. Fish. Res. 204, 275–288. doi:<http://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.03.01>

TABLEAUX

Tableau 1. Fiche de scores pour les 26 espèces/stocks principaux contenant trois séries temporelles (10, 20 et 30 ans) s’achevant en 2017 (année finale).

Tableau 2. Techniques d’évaluation à données limitées discutées lors de la présente réunion. Les techniques incluent des méthodes reposant sur la longueur, reposant sur la capture et une méthode intégrée fondée sur la longueur et la capture. Les méthodes diffèrent en termes d’exigences de données d’entrée, résultats et postulats.

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. Exemple de diagnostic supplémentaire de projections stochastiques.

Table 1. Scorecard for the 26 main species/stock with 3 time series (10, 20, and 30 years) ending in 2017 (final year).

SCORECARD on Task I/II availability for the main ICCAT fisheries (final year: 2017)										
FisheryID	Spc. Group	Species	Species/stock	SCORES (by time series)			N. flag fisheries ranked			
				10 yr (2008-2017)	20 yr (1998-2017)	30 yr (1988-2017)	10 yr (2008-2017)	20 yr (1998-2017)	30 yr (1988-2017)	
1	Temperate	ALB	ALB-N stock	7.77	7.13	7.05	12	14	12	
2			ALB-S stock	5.81	6.01	5.49	10	9	10	
3			ALB-M stock	5.75	2.82	1.89	6	9	12	
4		BFT	BFT-E stock (ATE region)	9.32	6.63	5.71	6	9	10	
5			BFT-E stock (MED region)	5.87	4.15	3.12	18	21	29	
6			BFT-W stock	9.76	8.77	8.49	7	8	9	
7	Tropicals	BET	BET-A stock (AT + MD)	8.09	7.29	6.49	26	27	27	
8		YFT	YFT-E region	8.79	7.47	6.46	16	21	24	
9			YFT-W region	5.00	4.73	4.36	23	25	26	
10		SKJ	SKJ-E stock	8.62	7.86	7.05	15	17	18	
11			SKJ-W stock	4.61	4.60	4.37	3	4	5	
12	SWO & billfish	SWO	SWO-N stock	8.75	8.41	7.48	10	11	12	
13			SWO-S stock	6.83	7.22	6.52	11	10	11	
14			SWO-M stock	6.51	4.89	3.90	9	10	12	
15		BUM	BUM-A stock (AT + MD)	3.84	4.02	4.11	28	28	29	
16		WHM	WHM-A stock (AT + MD)	5.23	5.21	5.08	16	18	18	
17		SAI	SAI-E stock	3.92	3.61	2.93	10	12	14	
18			SAI-W stock	4.18	3.74	3.62	13	16	18	
19		SPF	SPF-E stock	5.25	4.70	2.03	3	4	3	
20			SPF-W stock	4.00	4.00	3.37	6	6	6	
21	Major sharks	BSH	BSH-N region	6.58	4.58	3.30	3	4	5	
22			BSH-S region	6.91	5.40	3.70	7	6	6	
23		POR	POR-N region	3.30	2.16	1.24	13	11	8	
24			POR-S region	2.85	1.58	0.93	4	4	5	
25		SMA	SMA-N region	5.80	3.52	2.47	7	6	5	
26			SMA-S region	7.32	5.50	3.25	7	8	7	

Table 2. Data-limited assessment techniques discussed at this meeting. Techniques include length-based, catch-based, and an integrated catch and length-based method. Methods vary in their input requirements, outputs and assumptions.

Type	Method	Data requirements and outputs	Supporting documents	Notes
Length based	LBSPR (Hordyk <i>et al.</i> , 2015a). Length-base spawning potential ratio	Inputs: lengths/length frequency (single or multi-year); life history (maturity, growth, M/k ratio) Outputs: Spawning potential ratio; F/M ratio; selectivity ogive	https://cran.r-project.org/web/packages/LBSPR/vignettes/LBSPR.html	Assumes logistic selectivity; best used with data containing wide range of sizes; available as simulation model
	LBB (Froese <i>et al.</i> , 2018a). Length-based Bayesian biomass estimation	Inputs: Length Frequencies (single or multi-year); Optionally: life history priors (L_{∞} , M/k) Outputs: Ratios B/B _{MSY} and F/M, selectivity	http://oceanrep.geomar.de/43182/7/LBB UserGuide_1.zip	Assumes stock equilibrium; logistic selectivity; von Bertalanffy growth function; representative of the length composition of the exploited phase of the stock.
Length and/or catch based	LIME (Rudd and Thorson, 2017). Length-based integrated mixed effects model	Inputs: lengths/length frequency; life history (maturity, growth, M and length-weight relationship) Outputs: Spawning potential ratio; F; selectivity ogive and recruitment deviations	https://github.com/merrillrudd/LIME	Assumes logistic selectivity; best used with data containing wide range of sizes; includes recruitment and F variability. Can include catch and index of abundance
Catch based	Catch-MSY (Martell and Froese, 2013)	Inputs: catch series; priors K, r and prior on B/B ₀ Outputs: MSY, F _{MSY} , B _{MSY}	https://cran.r-project.org/web/packages/fishmethods/fishmethods.pdf	Assumes a logistic population growth model (Schaefer); the input range for r is representative of the plausible stock's productivity; some degree of knowledge about the exploitation history
	CMSY (Froese <i>et al.</i> , 2017)	Inputs: catch series; priors r and prior on B/B ₀ (at least one) Outputs: B, B/B _{MSY} , F/F _{MSY} , MSY	http://oceanrep.geomar.de/33076/21/UserGuideNew.zip	Assumes a logistic population growth model (Schaefer); the input range for r is representative of the plausible stock's productivity; some degree of knowledge about the exploitation history
	Depletion Based Stock Reduction Analysis, DBSRA (Dick and McCall, 2011)	Inputs: catch series; Age at maturity and priors F _{MSY} /M, B _{MSY} /B ₀ , M and B/B ₀ Outputs: B, B/B _{MSY}	https://cran.r-project.org/web/packages/fishmethods/fishmethods.pdf	Assumes a logistic population growth with a delay difference model, selectivity equal to maturity ogive
	Simple Stock Synthesis (SSS, Cope, 2013)	Inputs: catch series; growth and reproductive parameters, priors h, M and B/B ₀ Outputs: B, B/B _{MSY} , SPR and other derived quantities	https://github.com/shcaba/SSS	Age structured model, stock recruitment relationship could be Beverton-Holt or Ricker

Appendix 1

Agenda

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements
2. Score Card on Fisheries Data Availability
3. CPUE standardization / incorporation of oceanographic and environmental changes into the assessment process
4. Harvest Control Rules, Limit Reference points and Management Strategy Evaluation (MSE)
5. Characterizing uncertainty in stock assessment results
6. Review of stock assessment software catalogue
7. Data Limited Methods: Theory and Assumptions
8. Data Limited Methods of stock assessment
9. Recommendations
10. Adoption of the report and closure

Appendix 2

LIST OF PARTICIPANTS/LISTE DES PARTICIPANTS/LISTA DE PARTICIPANTES

Meeting of the Working Group on Stock Assessment Methods (Madrid, Spain 8 – 12 April 2019)

Réunion du groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks (Madrid, Espagne 8 – 12 avril 2019)

Reunión del Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock (Madrid, España 8 – 12 de abril de 2019)

CONTRACTING PARTIES/PARTIES CONTRACTANTES/PARTES CONTRATANTES

BRAZIL/BRÉSIL/BRASIL

Frédou, Thierry

Professor Associado, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq, Rua Dom Manuel Medeiros s/n - Dois Irmaos, CEP 52171-900 Recife/Pernambuco PE

Tel: +55 81 332 06605, E-Mail: thierry.fredou@ufrpe.br

CANADA/CANADÁ

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

EUROPEAN UNION/UNION EUROPÉENNE/UNIÓN EUROPEA

Arrizabalaga, Haritz

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

Tel: +34 94 657 40 00; +34 667 174 477, Fax: +34 94 300 48 01, E-Mail: harri@azti.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

Ortiz de Zárate Vidal, Victoria

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Santander, Promontorio de San Martín s/n, 39004 Santander Cantabria, España

Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: victoria.zarate@ieo.es

JAPAN/JAPON/JAPÓN

Honda, Hitoshi

Scientist, Reserach Management Department, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1, Orido, Shimizu-ward, Shizuoka-city, Shizuoka-prefecture, 424-8633

Tel: +81 54 336 6000, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: hhonda@affrc.go.jp

Tsuji, Sachiko

Researcher, Ecplogically Related Species Group, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido Shimizu Shizuoka, 424-8633

Tel: +81 543 366 047, E-Mail: sachiko27tsuji@gmail.com

MOROCCO/MAROC/MARRUECOS

Serghini, Mansour

Institut national de recherche halieutique, Route Sidi Abderrahmane Club équestre Ould Jmel, 20000 Casablanca

Tel: 0660 455 363, E-Mail: serghini2002@yahoo.com; serghinimansour@gmail.com

Yassir, Anass

Ingénieur Statisticien, Institut National de Recherche Halieutique, Route Sidi Abderrahmane Club équestre Ould Jmel, 20000 Casablanca

Tel: +212 618 392 738, E-Mail: yassiranas.insea@gmail.com

RUSSIAN FEDERATION/FÉDÉRATION DE RUSSIE/FEDERACIÓN RUSA

Mikhaylov, Andrey

Federal Research Institute of Fishery and oceanography (FSBI VNIRO), gene, V. Krasnoselskay st. 17, 107140 Moscow

Tel: 89167016459, Fax: 84992649078, E-Mail: mikhailov1984@gmail.com

SENEGAL/SÉNÉGAL

Sow, Fambaye Ngom

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

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

SOUTH AFRICA/AFRIQUE DU SUD/SUDÁFRICA

Winker, Henning

Scientist: Research Resource, Centre for Statistics in Ecology, Environment and Conservation (SEEC), Department of
Agriculture, Forestry and Fisheries (DAFF), Fisheries Branch, 8012 Foreshore, Cape Town

Tel: +27 21 402 3515, E-Mail: henningW@DAFF.gov.za; henning.winker@gmail.com

UNITED STATES/ÉTATS-UNIS/ESTADOS UNIDOS

Pons, Maite

School of Aquatic and Fishery Sciences, University of Washington, 1122 Boat St., Seattle, WA, 98105

Tel: +1 206 883 5102, E-Mail: mpons@uw.edu

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

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: +1 506 651 6020, 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

ICCAT Secretariat/ Secrétariat de l'ICCAT/ Secretaría de ICCAT

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

Taylor, Nathan

Appendix 3

List of Papers and Presentations

Number	Title	Authors
SCRS/2019/041	Application of the DLM tool kit: small tunas case study	Mourato B., Pons M., Lucena-Frédou F., and Frédéric T.
SCRS/2019/045	Global scores on Task-I and Task-II data availability by species and stock, for the major ICCAT managed species	Palma C., Mayor C., Taylor N.G., Schirripa M., and Diaz G.
SCRS/2019/059	Analytical approach for diagnostic of parameters estimation in management strategy evaluation	Mikhaylov A.
SCRS/2019/063	Exploration of length-based and catch-based data limited methods for small tunas	Pons M., Lucena-Frédou F., Frédéric T., and Mourato B.

SCRS/P/2019/017	Progress Towards a Swordfish Species Distribution Model Based on Habitat: A Work in Progress	Schirripa, M.J., Forrestal F., and Phillip Goodyear C.P.,
SCRS/P/2019/019	Summary of North albacore MSE	Arrizabalaga H.
SCRS/P/2019/020	The Multivariate Normal (MVN) approach to capture uncertainty about the stock status within a two dimensional Kobe-framework	Winker H.
SCRS/P/2019/022	CMSY is not Catch-MSY: ICCAT assessment applications	Winker H., and Mourato B.
SCRS/P/2019/023	LBB: Length-Based Bayesian Estimator	Winker H.

Appendix 4

SCRS Document and Presentations Abstracts as provided by the authors

SCRS/2019/041 - This paper presents a preliminary exercise of Management Strategy Evaluation (MSE) using the DLMtool toolkit to test the performance of a variety of management procedures (MPs) for the Northwest Atlantic wahoo. In this analysis, nine management procedures (MP) were selected to be included in the MSE run in order to evaluate the performance of each MP and its effectiveness for management advice. The chosen MPs were based on catch ("AvC", "CC1", "SPMSY" and "DBSRA"), length ("LBSPR", "minlenLopt1" and "matlenlim"), and fishing effort controls ("curE" and "cure75"). Our preliminary results show that catch-based methods are the most acceptable with respect to the pre-established threshold values for the performance metrics. Simulations of the length-based and fishing effort control methods did not present satisfactory results with respect to the annual variability in yield and probability of spawning biomass being higher than spawning biomass at maximum sustainable yield. However, results must be interpreted with caution given the high uncertainty in the parametrization of the operating model, which might be strongly influence the performance of MPs.

SCRS/2019/045 - This study presents an improved version of the methodology used by the Secretariat to obtain global scores on fisheries statistics (Task I and Task II data) availability. A deterministic score function was adopted to estimate quantitative scores for 26 species-stock combinations (10 major tuna & tuna like species, and 3 major sharks), the global scorecard on fisheries data availability. For each one of the 26 cases, the scores were obtained for various time series/scenarios (10, 15, 20, 25, 30, and 35 years), covering all the Task I/II data available in ICCAT between 1950 and 2017. For all the 26 cases, the retrospective results show an increasing trend of the scores, with an overall convergence tendency (all scenarios) to higher scores on the last decade. Overall, larger time series (≥ 25 years) tend to be more stable (lower variability) however more pessimistic (lower scores), while smaller time series (< 25 years) show higher variability (more unstable) and are more optimistic. Also observed is that, with higher data completeness/homogeneity levels (recent decade), the scores obtained in all the scenarios tend to converge to a unique value. The scenarios recommended for the global scorecard are 25 or 30 years.

SCRS/2019/059 - The problems of diagnostics of parameter estimation within the framework of management strategy evaluation are discussed. The observations are generated by stochastic differential equation. The dependence of the error distribution on the model parameters, noise level, and duration of observation are investigated in general case. An example of an exactly solvable model is built up.

SCRS/2019/063 - For most of the small scombrids species, such as small tunas, mackerels and bonitos, data are insufficient to perform traditional stock assessments despite their economic importance in many small-scale fisheries. Thus, most of these fisheries remain unassessed and their exploitation status is unknown. In such data-limited situations two main quantitative approaches, based on data availability, can be used to assess exploitation status: catch-based model, when only catch data exist, or length-based models, when only information of the length composition of the catch is available. In this study, we estimated the exploitation status of 6 small scombrids stocks in the Atlantic Ocean using 2 catch-based models (Depletion Based Stock Reduction Analysis –DBSRA– and Simple Stock Synthesis –SSS), 2 length-based models (Length Based Spawning Potential Ratio –LBSPR– and Length-based Integrated Mixed Effects –LIME) and one that combines both data-sets (LIME_Catch). We found that there is high uncertainty in the estimation of stock status by these models and, since they are highly sensitive to input parameters, more sensitivity analysis should be done before drawing conclusions about stock status. We suggest moving to close loop simulations studies (i.e. Management Strategy Evaluation) to determine the most feasible management procedures to implement for each stock considering current parameters, data and model uncertainties.

SCRS/P/2019/017 - A presentation of the progress of the swordfish Species Distribution Model was provided to the Group. The presentation demonstrated the data management and analysis tools that have been developed to date. Environmental data that has been formatted for use in the model now include dissolved oxygen, temperature, and small plankton chlorophyll and zooplankton carbon by depth, year and month, 1948-2019. Programs have also been developed that can easily lag the environmental data by any number of months either forward or backwards. The framework is in place now such that the habitat model development is ready to implement and move forward. Results to date are only preliminary but encouraging. Ground trothing of the models are being carried out by comparing model results to landings,

conventional tagging, PSAT tagging tracks and fishery observer data. The next challenges for the modeling effort are to describe with greater accuracy the affinity curves associated with each of the environmental data and improving the graphics of model results. Furthermore, methods of comparing model results to landings that are more numerical should be investigated. Once the swordfish model is deemed satisfactory it will be added to the Longline Simulator to represent a directed fishery with blue marlin as a bycatch species.

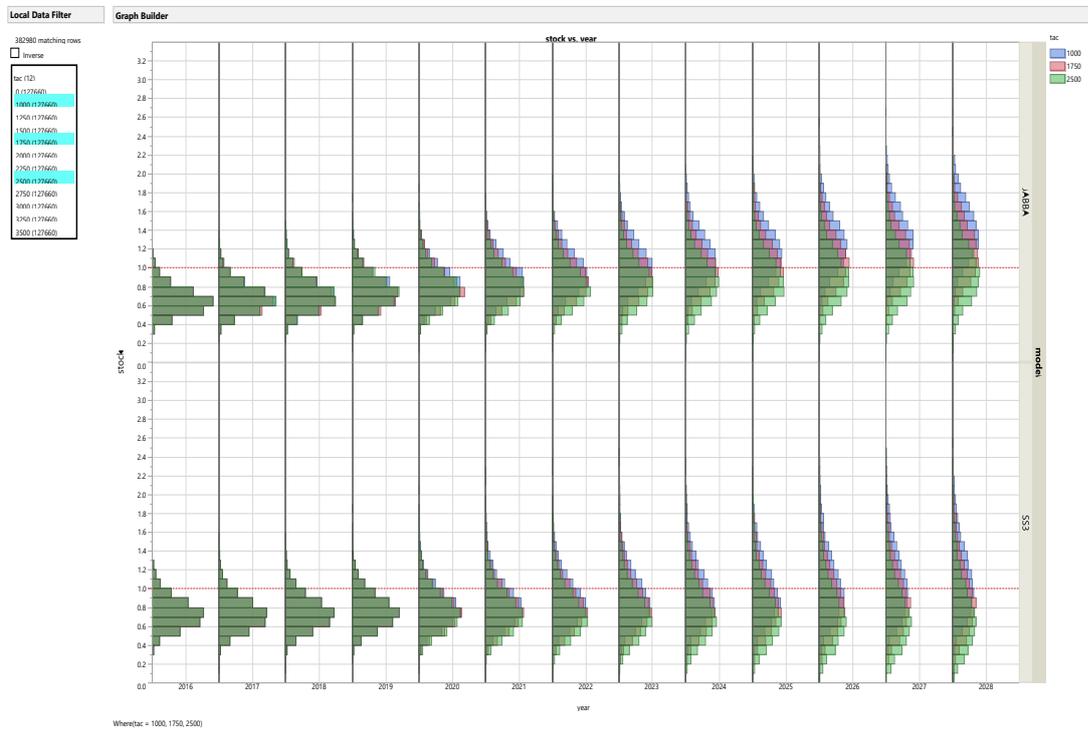
SCRS/P/2019/019 - This presentation summarizes the progress regarding the albacore tuna MSE framework. In 2017, the ICCAT Commission adopted an interim Harvest Control Rule (HCR) for North Atlantic albacore (Rec. 17-04), which represents the first HCR adopted in the history of ICCAT. This HCR imposes an FTARGET = 0.8 BMSY, a BTHRESHOLD = BMSY, a BLIM=0.4BMSY and an FMIN=0.1FMSY, with a maximum TAC of 50,000 t and a maximum TAC change of 20% when BCURR>BTHRESHOLD. Recommendation 17-04 also requested the SCRS to pursue an independent peer review during 2018, to develop criteria for the identification of exceptional circumstances, and to test several variants of the interim HCR, with a view to adopt a long term HCR in 2020. During 2018, the Committee was able to complete the peer review. On the exceptional circumstances, the Committee has come up with a generic set of indicators that would be useful to determine if exceptional circumstances exist. The albacore Species Group has slightly adapted these to the North Atlantic albacore case. Moreover, the Committee evaluated some of the variants to the interim HCR, as requested by the Commission, and the outcomes of these evaluations are reflected in the Executive Summary. The main priority for 2019 is to address the recommendations identified by the external peer reviewer to improve the MSE framework, in anticipation to adopting a long term HCR in 2020. In addition, there is a need to characterize the indicators to identify exceptional circumstances and produce a single consolidated report.

SCRS/P/2019/020 - A key stock assessment output for management advice within tuna RFMOs are the Kobe phase and the Kobe projection matrix, which both to translate the estimated uncertainty about the stock status (present and future) into probabilistic statements. There are several approaches to quantify uncertainty age-structured stock assessment models, such as Stock Synthesis (SS3). These include the use of so large grids of model runs with alternatives parameterizations to capture structural uncertainty as well as bootstrap and MCMC methods to estimate the within model uncertainty. However, these methods are computationally intense and time consuming, which renders them challenging to complete during time-constrained stock assessment meetings. This contribution presents a new, rapid approach to estimate uncertainty about the stock status from a multivariate normal approximation (MVN), which has been shown to work in principle for estimating both structural uncertainty within medium-sized grids and within-model uncertainty (SCRS/2018/162). A conceptual framework to extend the MVN approach for capturing both structural and within-model uncertainty simultaneously is proposed.

SCRS/P/2019/022 - This presentation provides an overview of the concepts of the Catch-only method CMSY by Froese et al. (2017) based on worked examples for Mediterranean Albacore, North Atlantic shortfin mako and Atlantic White marlin. CMSY is a Monte-Carlo method that advances the Catch-MSY method (Martell and Froese, 2013) by addressing biased estimation of unexploited stock size and productivity, and adding estimation of biomass and exploitation rates. Part of the CMSY package is an advanced Bayesian state-space implementation of the Schaefer surplus production model (BSM), which allows direct comparison between the catch-only CMSY and the BSM fitted to, for example, to short and fragmented abundance data.

SCRS/P/2019/023 - This presentation provides an overview of the concepts of the new Length-Based Bayesian approach (LBB; Froese et al., 2018) to estimate stock status in data limited situations. LBB works for species that growth throughout their lives, such as most commercial fish and invertebrates, and requires no input in addition to length frequency data. LBB has been tested against simulated data and formal stock assessment estimates. Applications of LBB to selected small tuna stocks show that performs similar to other length-based methods. However, just like other length-based methods, LBB will perform poorly if the input size data are not representative of the length composition of the exploited phase of the stock.

Example of additional diagnostic for stochastic projections



Histogram of B/B_{MSY} by year, constant catch scenario, and stock assessment method. The plots shows the histograms for the projections scenarios of constant catch of 1000, 1750 and 2500 t by each assessment model in the 2018 BUM assessment (Figure 2 in Kimoto and Ortiz, 2019).