

**RAPPORT DE LA RÉUNION INTERSESSION DE 2018 DU GROUPE D'ESPÈCES SUR LE THON ROUGE  
CONSACRÉE À LA MSE**

*(Madrid (Espagne), 16-20 avril 2018)*

**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 16 au 20 avril 2018. Le Dr Douglas Butterworth (Professeur émérite, Université du Cap) a occupé les fonctions de Président pour le thon rouge de l'Ouest et de la Méditerranée orientale. Ce dernier a ouvert la réunion et a souhaité la bienvenue aux participants. Le Dr Miguel Neves dos Santos (Secrétaire exécutif adjoint de l'ICCAT) s'est adressé au groupe au nom du Secrétaire exécutif de l'ICCAT, souhaitant la bienvenue aux participants et soulignant l'importance de la réunion pour le processus d'évaluation de la stratégie de gestion (MSE) de l'ICCAT en ce qui concerne le thon rouge. Le Président a procédé à l'examen de l'ordre du jour qui a été adopté avec des 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 SCRS présentés 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 et 15	M. Neves dos Santos
Point 2	D. Die
Point 3	P. de Bruyn, C. Fernandez
Point 4	P. de Bruyn, C. Fernandez
Point 5	A. Gordo, P. de Bruyn
Point 6	C. Fernandez, C. Brown
Point 7	N. Duprey, G. Diaz
Point 8	J. Walter, J.J. Maguiere
Point 9	A. Kimoto, S. Miller
Point 10	G. Merino
Point 11	G. Melvin, N. Abid
Point 12	S. Nakatsuka
Point 13	D. Butterworth, D. Die
Point 14	P. de Bruyn

**2. Introduction aux questions relatives à l'évaluation de la stratégie de gestion (MSE)/aux procédures de gestion (MP)**

Les discussions concernant ce point de l'ordre du jour ont eu lieu en même temps que celles du groupe d'espèces sur l'espadon.

**2.1 Où en est l'ICCAT avec la MSE**

Le Président du SCRS a résumé (SCRS/P/2018/019) le contexte dans lequel les travaux d'évaluation de la stratégie de gestion (MSE) sont menés par l'ICCAT. Il a noté que les recommandations de l'ICCAT (Rec. [15-04] et Rec. [15-07]) adoptées en 2015 ont cimenté la décision de la Commission de s'engager vers un processus en vue d'appuyer le développement de règles de contrôle de l'exploitation. La Commission a identifié les stocks prioritaires et la Rec. 15-04 a chargé le SCRS d'élaborer une règle de contrôle de l'exploitation spécifiquement pour le germon du Nord. La Rec. 15-07 identifiait à titre prioritaire le stock de germon du nord, de thon rouge, d'espadon du nord et de thonidés tropicaux et établissait un plan de travail et un calendrier qui ont ensuite été modifiés chaque année par le SCRS et la Commission. Les modifications du calendrier ont de nouveau été adoptées en 2017 par le SCRS, qui a également défini les principales étapes du travail technique à réaliser dans le cadre de la MSE. Ces étapes ont été détaillées dans un tableau échancier figurant dans le rapport du SCRS de

2017 qui reflétait les premières dates auxquelles le SCRS pouvait fournir suffisamment d'informations à la Commission pour envisager des options de règle de contrôle de l'exploitation pour chaque stock : 2019 pour le thon rouge, 2020 pour l'espadon du nord et 2021 pour les thonidés tropicaux. Le SCRS a fourni des conseils sur une gamme de HCR pour le germon du Nord en 2017 et la Commission a adopté une règle provisoire de contrôle de l'exploitation en 2017 (Rec. 17-04). Le Président du SCRS a également souligné qu'en mai 2018, le groupe de travail permanent dédié au dialogue entre scientifiques et gestionnaires (SWGSM) se concentrerait sur la MSE et qu'une synthèse des résultats de la réunion actuelle serait fournie à cette réunion pour faciliter les discussions.

Le groupe a remercié le Président pour ce résumé et a convenu que cette information serait prise en compte tout au long de la réunion.

## **2.2 Qu'est-ce qui fait d'une MP une MP et d'une MSE une MSE ?**

La présentation SCRS/P/2018/020 fournissait un résumé des utilisations potentielles de la MSE, des types de stratégie de gestion disponibles ainsi que des conseils sur les meilleures pratiques de MSE.

Le groupe s'est félicité de la présentation faite au nom de l'auteur et a reconnu sa pertinence pour le processus MSE de l'ICCAT. Le groupe a souligné qu'il est important de tenir compte des meilleures pratiques et des mises en garde concernant le processus MSE et les procédures de gestion (MP) associées décrites dans cette présentation pour avancer dans ce processus. La principale observation méritant d'être notée est que toutes les MP discutées et proposées devraient être clairement et entièrement spécifiées afin d'assurer une reproductibilité complète et de réduire les divergences potentielles dans l'application.

## **2.3 Améliorer la communication : l'exigence clé pour améliorer l'efficacité des processus MSE**

La présentation SCRS/P/2018/018 indiquait que l'utilisation de l'évaluation de la stratégie de gestion (MSE) pour concevoir et tester de possibles approches de gestion des pêcheries s'étend à l'échelle mondiale. La participation des gestionnaires, des scientifiques et des parties prenantes devrait faire partie intégrante du processus MSE. Une communication ouverte et efficace entre ces groupes est essentielle pour le succès de la MSE et l'adoption de l'approche de gestion qui en découle. La nature hautement technique de la MSE et la nouveauté de l'approche pour de nombreux publics présentent des défis de communication considérables et ont, malheureusement, ralenti les progrès dans certains cas. La présentation s'est appuyée sur diverses expériences avec la MSE pour identifier deux domaines dans lesquels la mise en œuvre de la MSE dans les forums multilatéraux pourrait être améliorée : a) l'utilisation de «groupes de dialogue» formellement constitués comme forum d'échange à l'interface gestion-science ; et b) le développement d'outils de communication visuels attrayants, mais non compliqués, pour transmettre les résultats clés à différents publics à chaque étape. Alors que la présentation était centrée sur les processus de MSE en cours dans les organisations régionales de gestion des pêcheries pour les thonidés et les espèces apparentées, les conseils fournis sont également pertinents pour d'autres pêcheries qui appliquent des MPE, internationales et nationales.

On a reconnu l'importance primordiale de définir clairement les termes relatifs à la MSE qu'utilisera le groupe, d'où la nécessité de standardiser ces termes entre toutes les ORGP. Il y a une grande incertitude dans l'utilisation de certains termes qui, dans de nombreux cas, ont des significations différentes selon les personnes. Il a été noté que cette présentation fournissait un projet de glossaire de termes destinés aux gestionnaires et aux parties prenantes. Toutefois, ce glossaire n'est pas exhaustif, et il a été conseillé de prévoir que lors de la réunion conjointe du groupe de travail sur la MSE des ORGP thonières qui aura lieu en juin, ce glossaire soit élargi et englobe des définitions plus techniques.

La structure et la composition des différents groupes qui doivent travailler pour développer une MSE sont également importantes et des conseils ont été fournis à ce sujet. Ces groupes se déroulent à quatre niveaux : a) sous-groupes effectuant un travail hautement technique fournissant des informations scientifiques résumées à b) un corps scientifique plus large à des fins d'examen (comme le SCRS) avec des discussions au sein de c) groupes intermédiaires formels et informels (incorporant les commentaires des parties prenantes) avant de transmettre les recommandations très résumées à d) la Commission. Le Secrétariat de la Commission a un rôle

à jouer dans ce processus, tout en assurant la communication fluide entre ces groupes et la diffusion d'informations vitales. Il a été noté que les réunions du SWGSM et des Sous-commissions pourraient ne pas être des groupes intermédiaires adéquats pour permettre un véritable dialogue entre les scientifiques, les gestionnaires et les parties prenantes, ce qui nécessiterait peut-être la formation de groupes informels supplémentaires, en particulier pour les processus de MSE plus complexes, comme le thon rouge de l'Atlantique.

Pour faciliter le processus MSE en cours, il a été fortement suggéré de créer une page web spécifique à la MSE pour l'ICCAT, fournissant des informations générales sur les progrès et les développements, y compris des informations telles que les recommandations de gestion et les délais relatifs à la MSE ainsi que le développement technique de la MSE. Un calendrier à cet effet sera discuté ultérieurement.

On a également évoqué la nécessité de standardiser la présentation des résultats de la MSE.

Le groupe a estimé que la définition des objectifs de gestion (y compris économiques) devrait être une étape primordiale du processus MSE, même si ces objectifs devraient être très vastes au début et s'affiner ensuite de manière itérative au fur et à mesure que les données et les analyses deviendront disponibles et seront incorporées dans le processus. Dans d'autres ORGP, il a été généralement admis que les performances de la MP ou de la HCR sous-jacente sont plus importantes pour les gestionnaires que les éléments internes des modèles MP et des modèles opérationnels de la MSE. Les objectifs et les résultats peuvent être définis au niveau décisionnel, mais les aspects techniques de la modélisation ne devraient pas être limités dès le départ.

#### **2.4 Document de spécification des essais MSE/MP**

Le prestataire externe du groupe de pilotage de modélisation de l'ICCAT-GBYP a présenté le document de spécification des essais sur le thon rouge, et a élaboré à partir de celui-ci sur la base des travaux réalisés jusqu'ici par le groupe de pilotage de modélisation. Il a été souligné que le document de spécification des essais est un document évolutif qui évoluera au fil du temps et devrait être constamment mis à jour. Le groupe a convenu que, dans ce cas, le document de spécification des essais sur le thon rouge sera actualisé sur la base des recommandations formulées lors de cette réunion. Ce document, tel que présenté au groupe, figure à l'**Appendice 7**. Le groupe a souligné que des documents de spécification des essais devraient être élaborés pour toutes les espèces faisant l'objet d'un processus MSE (y compris un pour la MSE du germon du Nord, qui a été utilisé pour formuler un avis à la Commission en 2017). Afin de faciliter cela, il a été recommandé de créer un modèle de document de spécification des essais, basé sur l'exemple actuel, qui pourrait être utilisé pour d'autres espèces.

#### **2.5 Exemple de résultats CMP initiaux et leur présentation graphique**

Le document SCRS/2018/047 fournissait les détails d'un exercice exploratoire initial dans lequel des règles simples de contrôle de la MP à proportions fixes sont appliquées en utilisant des indices d'abondance composite pour les zones Est et Ouest, où ces composites considèrent des moyennes pondérées au lieu des valeurs standardisées des indices convenus, et dont on calcule ensuite la moyenne sur les trois dernières années pour lesquelles ils seraient disponibles.

Le groupe a noté que la simplicité de la présentation des résultats est essentielle. Trop de résultats peuvent être déroutants et compliquer les recommandations et les résultats. Les tracés Zeh, les graphiques en forme de vers et les projections de base sont très utiles pour communiquer des informations entre scientifiques, mais des graphiques plus simples montrant les avantages/inconvénients entre les indicateurs de performance clés (par exemple, capture et état du stock) sont probablement suffisamment détaillés pour la Commission. Des niveaux de détail intermédiaires sont requis pour les organes intermédiaires précédemment identifiés.

On a également évoqué la nécessité de réduire le volume des résultats du modèle. Les modèles qui montrent des résultats très similaires devraient être supprimés car la duplication n'est pas bénéfique. En outre, il peut souvent être nécessaire d'intégrer les résultats entre tous les modèles, bien que cela doive être fait avec précaution afin de ne pas cacher ou masquer les incertitudes ou les résultats clés. En outre, la pondération des modèles est également importante, basée sur la plausibilité relative. Il y a un certain nombre de façons de le faire avec plusieurs exemples disponibles dans d'autres enceintes, et celles-ci devraient être discutées et

définies. Lors de la présentation des résultats, il a été convenu qu'il est préférable de ne pas désagréger toutes les informations, mais plutôt de les regrouper dans la mesure du possible (pour les simplifier), tout en s'assurant qu'aucun détail important n'est masqué ou omis.

## **2.6 LRP dans les évaluations et dans la MSE / MP (en rapport avec l'ordre du jour du SWO)**

Le groupe a été informé que le groupe d'espèces sur l'espadon examinait des méthodes permettant de mieux définir les points limites de référence (LRP) ou de vérifier que le LRP actuellement adopté pour cette espèce était approprié. Le groupe a reconnu qu'il est important de définir exactement ce que l'on entend par LRP, car des différences de définition dans différentes enceintes peuvent prêter et ont prêté à confusion. De surcroît, il a été convenu qu'un LRP est nécessaire à ce stade, mais la manière dont il peut être estimé nécessite des discussions plus approfondies, éventuellement lors des réunions spécifiques aux espèces.

## **2.7 Appui pluriannuel à la MSE**

Le groupe a insisté sur le fait qu'il est clair que la MSE est un processus pluriannuel (2 à 3 ans minimum) qui nécessite un financement et un support technique pendant toute sa durée. La Commission doit être sensibilisée à cette exigence et les ressources nécessaires doivent être rendues disponibles pour que le processus réussisse.

## **2.8 Feuille de route**

Le groupe a noté que le calendrier MSE du SCRS faisait partie du budget de la MSE (Appendice 13 du rapport du SCRS de 2017). Bien que ce calendrier fournisse plus de détails que la feuille de route sur la MSE de la Commission (Rapport ICCAT de la période biennale 2016-2017, Le Partie, 2016 (Vol. 1), Annexe 7.2), le groupe a convenu que plus de détails sont nécessaires pour chaque processus MSE et que le calendrier doit en outre être prolongé pour une période plus longue. La feuille de route finale doit inclure d'autres stocks et des échéances réalistes pour chaque étape clé pour faire avancer les processus MSE (y compris des dates butoir : dates auxquelles les décisions finales doivent être prises lorsqu'il ne sera pas envisageable de revenir sur ces décisions). En outre, des objectifs/documents à fournir devraient être clairement définis suffisamment à l'avance pour les différents groupes et les réunions prévues afin de permettre aux CPC de planifier leur participation. Il est important de comprendre que chaque groupe a des responsabilités différentes et formule des décisions et des recommandations de différents niveaux et complexités techniques. Le rôle de chaque groupe de travail doit être clairement énoncé et ses responsabilités décisionnelles définies et convenues. Le groupe a souligné qu'il fallait plus de temps et des réunions spécifiques pour faire avancer le processus MSE et que ce travail ne devrait pas se faire à la périphérie d'autres réunions. Une proposition est nécessaire pour définir le flux du processus MSE, qui peut être basé sur les expériences d'autres ORGP/organisations dans lesquelles la MSE a été menée avec succès.

Enfin, le groupe a convenu que la feuille de route contient deux principales échéances : une échéance à court terme pour achever la mise en œuvre actuelle des MSE ; et une échéance de la fréquence des révisions des MP (c'est-à-dire des examens de la MSE). Des calendriers d'examen peuvent être décidés et finalisés, mais il devrait y avoir un processus clairement défini pour permettre des examens/révisions plus tôt de la MSE (c'est-à-dire dispositions sur des circonstances exceptionnelles).

## **3. Examen des documents disponibles sur la MSE relative au thon rouge et actualisation du document de spécification des essais sur la MSE**

Plusieurs de ces documents ont été présentés pendant la réunion. Les résumés de ces documents se trouvent à l'**Appendice 4**. Les discussions entourant ces documents sont incluses dans les sections pertinentes qui suivent. Le document SCRS/2018/041 n'a pas été entièrement discuté au cours de la réunion, un document de réponse ayant été soumis par certains membres du groupe de pilotage de la modélisation. Les auteurs du document SCRS/2018/041 qui étaient présents à la réunion ont fourni un document de travail résumant certaines de leurs propositions de modification du document de spécification des essais. Les discussions lors de la réunion se sont basées sur ce document de travail, mais comme il n'a pas été possible d'examiner toutes les propositions faites,

leur examen plus approfondi a été reporté à une réunion suivante. (Voir aussi la section 7 du présent rapport pour lire les discussions détaillées).

#### **4. Spécification (priorisée) d'autres conditionnements du modèle opérationnel (OM) et présentations comparatives des résultats initiaux de la procédure de gestion possible (CMP) que devra tenter l'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP lors de la réunion**

L'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP a fait savoir qu'il devrait être informé dès que possible de toute CMP qui devrait être exécutée pendant la réunion. Cinq CMP ont été présentées à la réunion. Chaque développeur de CMP a donné à l'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP sa tentative "préférée" de CMP jusqu'à présent et il a été convenu que l'expert les exécuterait pendant la réunion et préparerait un affichage comparatif des résultats. Cela a été considéré comme la première priorité.

L'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP a été invité à préparer un format commun pour les graphiques, afin de faciliter la comparaison des résultats des différentes CMP.

On a demandé d'essayer de mettre en place un «F0,1 MP», afin de disposer d'un scénario qui représenterait la gestion du «*statu quo*» (c'est-à-dire actuelle). Une telle MP dépend du modèle d'évaluation des stocks utilisé pour évaluer le stock. Dans le cadre actuel de la MSE, il n'est pas possible de mettre en œuvre des MP sur la base d'une méthodologie d'évaluation de la VPA ou sur une autre méthodologie d'évaluation basée sur l'âge, car la simulation de données de capture structurées par âge ou par longueur est une question complexe. Une approximation pourrait être envisagée et un sous-groupe a été invité à proposer des solutions pour résoudre ce problème dans la simulation. Le sous-groupe a suggéré de mettre en œuvre deux approches, fondées respectivement sur les interprétations indépendantes de l'OM et dépendantes de l'OM de F0,1 ; les détails sont fournis à l'**Appendice 5**. Lors des discussions plénières avec l'ensemble du groupe, diverses opinions ont été exprimées quant à la pertinence des suggestions du sous-groupe. Le groupe a conclu qu'essayer un "F0,1 MP" imitant la stratégie F0,1 mise en œuvre en 2017 (basée sur la VPA dans l'Est et la VPA/SS dans l'Ouest) n'était pas approprié à ce stade en raison du manque de données structurées par âge générées par l'OM qui sont nécessaires pour construire de tels modèles au sein de la MP. La prise en compte de la génération de telles données ne fera pas partie du processus actuel de MSE.

Une préoccupation a été soulevée, à savoir que, pour la zone Ouest, les résultats du conditionnement de certains OM présentés dans le document Carruthers T. et Butterworth 2017 (obtenus en ajustant le modèle M3, qui inclut le mélange des stocks) semblaient très différents de l'évaluation des stocks acceptée pour l'Ouest, avec des tendances de la SSB non-correspondantes. Pour cette raison, il a été demandé à l'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP de préparer un OM qui se rapprocherait davantage de l'évaluation des stocks acceptée pour l'Ouest. Avant de faire ce travail, afin de mieux comprendre la gamme historique de variabilité englobée par tous les 12 OM ajustés dans Carruthers T. et Butterworth 2017, on a préparé un graphique superposant les séries temporelles des estimations de SSB résultant de ce jeu d'OM ; des graphiques distincts ont été produits pour les zones Est et Ouest, ainsi que pour les stocks Est et Ouest. Ces graphiques ont montré que les 12 OM donnent lieu à diverses tendances dans les séries temporelles historiques des estimations de la SSB pour l'Ouest, y compris certaines récentes tendances à la hausse, ce qui réduit la préoccupation initialement soulevée par les tendances non-correspondantes. Il a été convenu d'inclure dans les graphiques les tendances acceptées de la biomasse dans les évaluations de stocks de 2017 (VPA dans l'Est et VPA et SS3 dans l'Ouest) et de commencer les graphiques à une date antérieure à 1983. La décision finale sur les résultats correspondants de la spécification de l'OM à partir des évaluations de stocks convenues a été reportée au point 8 de l'ordre du jour.

Il a été noté que tous les 12 OM figurant dans Carruthers T. et Butterworth 2017 estimaient que le stock de l'Ouest était au-dessus de  $SSB_{PME}$  au cours de toutes les années depuis 1983 (comme l'indique la **figure 4** de ce document) ; cela ne coïncide pas avec la perception générale des scientifiques sur l'historique des stocks. Le groupe a été informé par la suite que les valeurs de  $SSB_{PME}$  calculées jusqu'à présent par le progiciel n'étaient pas correctes et que, par conséquent, les calculs de  $SSB_{PME}$  des OM présentés à ce jour ne devraient pas être pris en compte. Le calcul de  $SSB_{PME}$  sera corrigé dans une version ultérieure du progiciel. Cela doit être fait après la présente réunion.

Il a été noté que les valeurs résiduelles de l'ajustement aux indices indiqués à la figure 3 de Carruthers T. et Butterworth 2017 semblaient être très similaires pour l'ensemble des 12 OM ajustés. Même si le commentaire a été fait en mettant l'accent sur l'indice CAN\_CMB\_RR, il semblait s'appliquer à tous les indices et était une caractéristique déjà mentionnée par le groupe de pilotage de la modélisation dans son rapport de 2017. L'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP a noté qu'il faut garder à l'esprit que dans les OM, chacun de ces indices est considéré comme représentant la biomasse du thon rouge au cours d'un trimestre de l'année et dans une zone spatiale particuliers, plutôt que la biomasse du thon rouge dans toute la zone Ouest ou Est ; par conséquent, les valeurs résiduelles d'un indice donné correspondent également à un trimestre et à une zone spatiale particuliers. Cependant, cela n'explique pas la similarité des valeurs résiduelles entre les OM. L'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP a mené une enquête préliminaire sur cette question au cours de la réunion, mais a indiqué qu'il fallait plus de temps pour examiner la question en profondeur. Le fait de fournir les graphiques des ajustements réels aux données et pas seulement les valeurs résiduelles pourrait s'avérer être informatif.

Des inquiétudes ont été soulevées sur le fait que certains des résultats inattendus de l'ajustement des 12 OM aux données historiques (c.-à-d. les résultats montrés dans Carruthers T. et Butterworth 2017) pourraient être dus au fait que ces évaluations de stock commencent en 1983, de telle façon que les informations des années précédentes n'ont pas été prises en compte (cela pourrait, par exemple, affecter les estimations de la productivité des stocks). L'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP a précisé que pour les 12 OM, les calculs commencent à partir de 1864, la biomasse et le recrutement avant 1983 étant estimés en utilisant l'analyse de réduction des stocks en raison de l'absence de données suffisantes sur la composition par âge ou par taille pour ajuster les modèles statistiques de prise par âge ou de prise par taille. Le groupe a ensuite décidé d'essayer de faire remonter l'évaluation structurée par âge jusqu'en 1975 afin de mieux utiliser les informations disponibles. Cela doit être fait à l'issue de la présente réunion.

Le groupe a discuté de la question de savoir s'il est important que les OM utilisés dans la MSE (obtenus à partir de l'ajustement du modèle M3, avec le mélange des stocks) correspondent aux résultats historiques des évaluations de stock convenues. Les conclusions de cette discussion sont consignées au point 7 de l'ordre du jour.

## **5. Examen initial des expériences et observations concernant le logiciel de codage**

Les participants à la réunion ont été invités à partager leurs expériences en utilisant le progiciel développé par l'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP. Les participants qui avaient essayé le progiciel avant la réunion ont indiqué qu'en général ils le trouvaient très bon et facile à utiliser. Les commentaires généraux étaient les suivants :

- Le progiciel génère les valeurs futures des indices à utiliser dans les MP. On ne sait pas dans quelle mesure ces indices remontent très loin dans le temps.
- Une meilleure introduction dans le manuel du logiciel sur la façon de concevoir une MP pourrait être utile ; actuellement, ceci est quelque peu éparpillé dans le manuel (dans la section 7 du manuel). Cette idée a été jugée intéressante, mais de faible priorité.
- Le modèle est extrêmement complexe et nécessite donc d'énormes calculs. Des problèmes de besoins en mémoire de calcul ont été rencontrés par certains utilisateurs. Ce n'est pas surprenant car le modèle M3 contient 2 stocks, 14 flottilles, 3 groupes d'âge, une échelle temporelle trimestrielle et 10 zones spatiales. Des routines et des modifications sont en cours de développement pour réduire les besoins en mémoire, mais le temps nécessaire pour exécuter le modèle est inévitable.
- Il est important d'afficher les performances de tous les OM d'une manière simple qui facilite la compréhension des résultats et des comparaisons entre les CMP. Une application « Shiny » sera ajoutée au progiciel. Des moyens appropriés de pondération de tous les OM devraient être considérés et inclus

dans le progiciel en dehors de l'application « Shiny », pour être en mesure d'ajouter ces résultats à ceux obtenus à partir d'OM distincts.

- En ce qui concerne le conditionnement des OM, plus d'informations sont nécessaires pour comprendre tout le comportement et les propriétés du modèle M3. L'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP a noté qu'un fichier pdf de rapport peut déjà être généré avec le logiciel pour chaque OM ajusté aux données historiques. Le fichier affiche les informations d'ajustement et de diagnostic pour les ajustements de l'OM aux données historiques. L'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP a demandé au groupe d'indiquer si des éléments supplémentaires, par ex. diagnostics supplémentaires, devraient être affichés dans le fichier.
- Des clarifications ont été demandées sur la manière dont les données (indices) sont utilisées pour conditionner les OM, ainsi que sur la manière dont le logiciel les génère dans la MSE lorsqu'elle est utilisée dans les MP. Ce point est traité dans les discussions sur les indices d'abondance décrites ci-dessous.
- Lorsqu'un TAC est établi pour l'année y, la dernière année des données finalisées au moment de l'établissement du TAC est y-2 pour les prospections et les indices de CPUE et y-3 pour les données de capture. Pour les années y-2 et y-1, on peut supposer que la capture est égale au TAC. Par conséquent, le progiciel ne devrait pas permettre l'utilisation de données pour toute année après y-2 dans les calculs de TAC par les CMP car, en réalité, ces données ne seraient pas disponibles au moment où les calculs de TAC ont été effectués. Une fois qu'une CMP est disponible, il est important de montrer l'avantage d'avoir des informations plus récentes. Cela peut être fait en montrant comment les captures changent pour le même niveau de risque.
- Le calcul de  $B_{PME}$  dans la version du progiciel disponible pour la réunion était incorrect. Une version corrigée sera produite dès que possible.
- Il convient de clarifier les options de déclaration des statistiques d'épuisement lorsque le régime de stock-recrutement change au fil du temps. Les discussions et les conclusions sont résumées ci-dessous.

### **5.1 Indices d'abondance utilisés pour conditionner les OM et pour spécifier la MP**

Le groupe a demandé des éclaircissements sur les indices d'abondance utilisés pour conditionner les OM. Les questions clés et les discussions étaient les suivantes :

*Quels indices sont utilisés pour conditionner les OM (c'est-à-dire les ajuster aux données historiques) ?*

Les indices inclus étaient ceux indiqués dans les tableaux 1 (CPUE commerciale) et 2 (indices de prospection) du document de spécification des essais (**Annexe 1 de l'Appendice 7**). Il a été souligné que chaque indice était lié à l'abondance du thon rouge dans un trimestre particulier de l'année et dans une zone géographique donnée. Le soi-disant "indice principal" dans le document de spécification des essais peut être interprété comme un prior sur la distribution spatiale du thon rouge, mais les OM sont ensuite ajustés en utilisant les indices des **tableaux 1 et 2 de l'Annexe 1 de l'Appendice 7**. Il a été fait remarquer que les CPUE n'étaient ajustées qu'à partir de 1983 et au-delà. Le groupe a déclaré qu'il pourrait être utile d'ajouter au tableau les groupes d'âge auxquels chaque CPUE s'applique pour faciliter la consultation.

Le groupe a noté que les indices des **tableaux 1 et 2 de l'Annexe 1 de l'Appendice 7** du document de spécification des essais ne coïncident pas exactement avec ceux utilisés dans les évaluations de stocks convenues, et qu'ils ne sont pas tous utilisés de la même manière (par exemple, certains indices des séries temporelles sont scindés dans l'évaluation de 2017 mais n'ont pas été divisés dans le conditionnement de l'OM). Ceci est en partie dû au fait que les indices utilisés pour le conditionnement des OM ont été décidés avant que les décisions finales d'évaluation des stocks n'aient été prises en 2017.

Un sous-groupe a été chargé d'examiner les indices utilisés dans les évaluations finales et de proposer lesquels de ces indices (séries et périodes temporelles) devraient être utilisés pour le conditionnement des OM. Il a été

noté que l'OM est une évaluation spatiale et que les indices utilisés dans une telle évaluation ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux qui peuvent être appropriés dans des évaluations spatialement agrégées. Il a également été noté que les évaluations de stocks convenues divisaient certaines séries d'indices d'abondance en deux périodes, mais que ce fractionnement pouvait parfois poser problème dans le contexte de la MSE car cela pourrait faire paraître certains indices d'abondance meilleurs qu'ils ne le sont en réalité (ce qui a des implications sur la façon dont les indices sont ensuite générés s'ils sont utilisés pour fournir des entrées aux MP). Les conclusions de l'ensemble du groupe après avoir examiné la proposition du sous-groupe sur les indices sont présentées ci-dessous, la série finale à utiliser étant incluse dans l'**Annexe 1 de l'Appendice 7**.

1. Si l'indice a été utilisé dans l'une des évaluations de stocks 2017 convenues (Ouest : SS ou VPA; Est : VPA), il faut donc l'utiliser dans le conditionnement de l'OM (sauf indication contraire), de la même façon que celle utilisée dans SS ou VPA. La sous-liste ci-dessous met en évidence des indices spécifiques qui doivent être modifiés ou ajoutés au jeu des indices utilisés dans le conditionnement de l'OM :
  - a. Diviser l'indice des prospections aériennes françaises
  - b. Ajouter l'indice US RR> 177
  - c. Inclure l'indice japonais LL GOM 1974-1981
2. Changements relatifs aux indices utilisés dans les évaluations de stock convenues :
  - a. Supprimer l'indice canadien combiné, le remplacer par deux indices : SWNS (l'assigner à WATL) et Golfe du Saint-Laurent (l'assigner à GSL) car ces indices séparés contiennent des informations spatialement spécifiques.
  - b. Déplacer la date de début de tous les indices à 1975.
  - c. Lors de l'élaboration des CMP, les développeurs sont autorisés à utiliser les données de tous les indices avant 1975 dans leurs procédures de gestion, ce qui permet d'assurer la cohérence avec les données fournies lors des évaluations précédentes.
3. Test de sensibilité / robustesse de l'OM
  - a. Alt. OM : indice divisé larvaire Méditerranée
4. Lors de la réunion du groupe d'espèces de septembre 2018, envisager de recommander l'avancement de l'année terminale des jeux d'indices à 2016 ou 2017 pour le conditionnement de l'OM pour la MSE, à condition que ces mises à jour de données soient d'abord acceptées par les participants à la réunion sur le thon rouge.

Après la réunion, les OM seront reconditionnés en utilisant les indices convenus lors de cette réunion. Il a également été convenu que « l'indice principal » devrait être recalculé en fonction des nouveaux choix d'indices.

*Comment les indices sont-ils projetés à partir des OM ?*

Un sous-jeu des indices des tableaux 1 et 2 du document de spécification des essais (**Annexe 1 de l'Appendice 7**) est projeté dans l'avenir dans chaque OM et peut être utilisé pour élaborer des CMP. Les propriétés statistiques (variance et autocorrélation) des valeurs résiduelles des ajustements des OM sont utilisées pour générer des données dans les années futures dans la MSE en postulant une distribution log-normale.

*Comment se fait la sélection des indices qui seront projetés à partir des OM (et donc disponibles pour la construction de la CMP) ?*

Il a été précisé que les principaux critères étaient les suivants :

1. Il est probable que seulement trois ou quatre indices puissent être projetés pour l'Est et l'Ouest, car davantage d'indices alourdiraient les calculs.

2. Ils devraient chacun être une série qui est très susceptible de continuer à l'avenir.
3. Les propriétés statistiques des valeurs résiduelles des ajustements aux OM devraient être comprises, afin que des indices avec un comportement réaliste puissent être générés pour la MSE. Les indices montrant des tendances temporelles dans les valeurs résiduelles devraient être évités.
4. Des séries temporelles plus longues sont préférables.

Il a été noté que dans l'Est, il y a très peu d'indices qui répondent à tous les critères de sélection énumérés ci-dessus pour être inclus comme indices projetés par les OM et mis à disposition pour être utilisés dans les CMP. Si une sélection trop stricte est faite sur les indices de l'Est, il est probable qu'aucun d'entre eux ne reste disponible pour être projeté à partir des OM et, il faudra par conséquent faire preuve d'une certaine flexibilité dans le processus de sélection.

Le groupe a examiné les implications des indices de prospection sélectionnés pour être utilisés dans une CMP si ces derniers sont ensuite abandonnés à l'avenir. Si une telle situation se produisait, la MP pourrait devoir être réévaluée plus tôt qu'initialement prévu. Un exercice utile, qui devrait être mené à un stade ultérieur, consiste à réajuster la CMP en postulant qu'aucune des trois prospections pour l'Est n'est disponible (de sorte qu'il ne reste qu'un seul indice dépendant des pêcheries) ; la CMP serait alors réévaluée de manière à maintenir le même niveau de risque et le groupe pourrait alors examiner dans quelle mesure la capture aurait besoin d'être réduite en l'absence de ces trois prospections. Cela justifierait mieux la nécessité de soutenir la poursuite de ces prospections auprès des gestionnaires.

D'autres conclusions du groupe après l'examen de la proposition du sous-groupe sur les indices sont présentées ci-dessous.

1. Indices alternatifs projetés à partir des OM mis à disposition pour la construction des CMP (au-delà de ceux listés dans le document de spécification des essais).
  - a. Inclure l'indice acoustique du Canada en tant qu'indice de l'Ouest projeté à partir des OM disponibles pour la construction de la CMP.
  - b. Une fois que les nouveaux diagrammes des valeurs résiduelles corrigées sont disponibles pour les indices de l'Est et de l'Ouest, réévaluer les indices qui seront projetés dans les OM et seront disponibles pour la saisie des données dans la CMP.

## ***5.2 Déclaration des statistiques d'épuisement lorsque le régime de stock-recrutement change avec le temps***

Le Président de la réunion a suggéré qu'un concept<sup>1</sup> B0 dynamique soit utilisé pour déclarer l'épuisement. Ce B0 dynamique serait obtenu en projetant l'abondance du thon rouge à partir de 1864 en postulant une prise zéro pour toutes les années. Si la relation stock-recrutement change à un moment donné, l'approche de B0 dynamique change graduellement les valeurs de la biomasse sur plusieurs années, et les statistiques d'épuisement ( $B/B0_{\text{dynamique}}$ ) ne montreront pas (p.ex. fonction échelon) de comportement rendant l'interprétation problématique. Il a été noté qu'un concept similaire de « $B_{PME}$  dynamique» pourrait être utilisé,  $B_{PME}$  dynamique étant une fraction constante (c'est-à-dire ne variant pas dans le temps) de B0 dynamique (ceci vaut pour tous les modèles considérés lorsque des projections fixent les sélectivités à l'âge à leurs valeurs actuelles). L'expert en modélisation de l'ICCAT-GBYP a été invité à préparer un graphique illustratif pour la prochaine réunion afin d'aider à comprendre l'idée.

---

<sup>1</sup> Certaines CPC ont utilisé le terme B0 dynamique différemment de ce qui est défini ici.

## 6. Présentation des CMP initiales et des résultats connexes par chaque développeur/ensemble de développeurs

NOTE IMPORTANTE : tous les résultats initiaux des CMP n'ont été explorés qu'à titre d'exemples précoces ; il est particulièrement important de le savoir car les OM seront reconditionnés avec différents indices (voir section 4) et les indices remonteront à 1975 (et plus à 1983). Par conséquent, les résultats ont été explorés uniquement à des fins de discussion et il est prévu que toute tendance dans les résultats pourrait bien changer.

Cinq scientifiques qui avaient préparé des procédures de gestion concourantes (« CMP ») avant la tenue de la réunion ont donné des présentations succinctes. L'objectif visé consistait à fournir un aperçu général des CMP envisagées jusqu'à présent et de visualiser le format des diagrammes comparatifs que l'expert en modélisation du GBYP avait été chargé de préparer. Les résultats découlant de l'application des CMP seront différents en septembre, suite au reconditionnement prévu du modèle opérationnel et aux développements escomptés. Par conséquent, les résultats sont examinés pour l'instant uniquement à des fins illustratives.

Toutes les CMP présentées ici se fondent directement sur les indices d'abondance utilisés dans les évaluations de stocks, ils sont donc empiriques plutôt que fondés sur une estimation ou un modèle. Il a été fait remarquer que le développement de certaines procédures de gestion fondées sur un modèle est possible avec la structure actuelle des modèles opérationnels (p.ex. procédures de gestion reposant des modèles de production excédentaire, comme cela a été fait pour le germon du Nord).

Les détails techniques de quelques CMP sont fournis à l'**Appendice 6** du présent rapport et des détails supplémentaires sont disponibles dans les documents SCRS/2018/P/015, SCRS/2018/P/016, SCRS/2018/P/047, SCRS/2018/055 et SCRS/2018/059.

Les leçons tirées jusqu'à présent de ce travail sont les suivantes :

L'expert en modélisation du GBYP a expliqué que les modèles du progiciel font référence à la précision et au biais des données de capture, mais qu'ils ne font pas référence à la façon dont les indices d'abondance utilisés dans les procédures de gestion sont créés. La création des indices d'abondance se fonde sur les propriétés statistiques des valeurs résiduelles des ajustements du modèle opérationnel. Le modèle d'observation « parfait » est utilisé à des fins de test par les développeurs et n'est pas réellement destiné à la présentation finale des résultats. Si une CMP échoue avec des données « parfaites », elle ne sera pas développée davantage. Le « bon » modèle est celui qui est utilisé par défaut et le « mauvais » modèle sert principalement à tester la robustesse.

Les discontinuités dans les HCR (telles que l'existence de seuils qui ont des impacts sensibles sur les recommandations de TAC résultantes en fonction du côté du seuil où tombe une variable déterminée) doivent être évitées. Ces discontinuités posent souvent problème car le bruit dans les données ou dans les résultats peut avoir un fort impact sur les recommandations liées au TAC. Une relation linéaire légèrement supérieure ou légèrement inférieure au seuil prévu devrait plutôt être utilisée.

Il a été expliqué que certains paramètres inclus dans les HCR (par exemple une valeur d'indice cible qui peut être utilisée dans la règle) deviennent souvent des paramètres de réglage dans la procédure de gestion et sont choisis de manière à obtenir une performance particulière.

Le nombre d'années dans une période de gestion (la période au cours de laquelle un TAC est fixé à chaque fois) pourrait être de l'ordre de 2 ou 3 ans, mais cela doit être discuté avec la Commission.

Pour cette élaboration initiale des modèles opérationnels, une limite de 20% de modification interannuelle du TAC avait été imposée lors de l'exécution de toutes les CMP, qu'elle soit spécifiée explicitement ou non dans la CMP. Le groupe a convenu qu'il n'était pas approprié pour l'instant d'imposer cette limite par défaut dans toutes les CMP et qu'il conviendrait de ne pas l'inclure pour exécuter les CMP. Les gestionnaires devraient être invités à donner leur avis sur le niveau souhaité de variation interannuelle du TAC, bien qu'il soit préférable de solliciter une rétroaction à une date ultérieure après la présentation des résultats initiaux à la Commission.

Les commentaires formulés en ce qui concerne les diagrammes de comparaison présentés par l'expert en modélisation du GBYP étaient les suivants :

Les diagrammes préparés par l'expert en modélisation du GBYP pour comparer la performance de différentes CMP sous différents modèles opérationnels ont été jugés très utiles, bien qu'il ait été noté qu'il pourrait être difficile d'interpréter les résultats d'un grand nombre de modèles opérationnels. Un sous-groupe (N. Duprey, G. Merino, H. Arrizabalaga, S. Miller, J. Walter, S. Nakatsuka, A. Gordo, D. Butterworth et A. Kimoto) a été créé pour travailler par correspondance sur la meilleure façon de présenter les résultats lors des prochaines réunions scientifiques. Le sous-groupe fournira un rapport à la prochaine réunion de ce groupe de travail consacré la MSE du thon rouge.

Les premières réflexions étaient, entre autres, les suivantes :

- En ce qui concerne les CMP prises en compte, les différences de performances entre les modèles opérationnels étaient généralement plus grandes que les différences entre les CPM. Le groupe a examiné les diagrammes sur le niveau de capture global, la variabilité interannuelle des captures et l'épuisement des stocks qui en résulte. Les captures et la variabilité des captures devraient être déclarées par zone, tandis que les statistiques d'épuisement devraient être déclarées par stock. La déclaration de l'abondance du thon rouge par zone peut également être intéressante.
- La variabilité interannuelle des captures devrait être prise en compte lors de l'examen des résultats, car cela pourrait avoir des impacts opérationnels et de gestion importants. L'industrie de la pêche est souvent favorable à de faibles changements interannuels de TAC, même si cela n'est pas toujours le cas. L'information présentée dans les diagrammes était fondée sur les moyennes de la période de projection modélisée de 30 ans. Le groupe a estimé qu'il serait utile d'inclure des diagrammes supplémentaires montrant l'information relative à la variation annuelle moyenne séparée entre les augmentations et les diminutions interannuelles des prises, c'est-à-dire en tenant compte du signe ainsi que de l'ampleur des changements.
- Parmi les modèles opérationnels pour lesquels les résultats sont présentés, le modèle opérationnel qui incorporait un changement de régime impliquait le risque le plus élevé pour le stock de l'Est, c'est pourquoi il est crucial de tenir compte du scénario de changement de régime pour identifier les CMP appropriées du thon rouge.
- Les diagrammes doivent être examinés afin de détecter des résultats suspects selon les connaissances des experts en dynamique et productivité du thon rouge, par ex. les procédures de gestion qui mènent à des prises élevées à un niveau qui a été considéré comme insoutenable dans le passé devraient faire l'objet d'un examen minutieux des modèles opérationnels associés.
- Dans certains cas, les intervalles de probabilité de la capture moyenne projetée étaient très faibles et les développeurs devraient examiner attentivement les procédures de gestion concernées pour essayer de comprendre les causes ayant conduit à cette situation. Inversement, les CMP présentant des intervalles de probabilité élevés de la capture moyenne projetée ou couvrant une vaste gamme de niveaux de captures ou d'épuisement potentiels pourraient poser problème et le développeur de la CMP devrait explorer davantage les caractéristiques des CMP susceptibles d'être à la base de ce problème.
- Critères d'évaluation des CMP : Une CMP qui aboutit à l'épuisement du stock à des niveaux très bas est évidemment un échec. Cependant, aucune orientation sur les niveaux supplémentaires d'épuisement qui sont une source de préoccupation (par exemple, les points de référence limites, les seuils) n'a été élaborée jusqu'à présent, et aucun autre critère objectif ne permet de déterminer ce qui constitue un échec (ou un succès). On a estimé qu'il serait préférable d'attendre que les changements que l'on prévoit d'appliquer aux modèles opérationnels et aux CMP soient mis en œuvre (c'est-à-dire jusqu'en septembre 2018 au moins) afin de mieux comprendre la marge de ce qui est faisable avant d'établir des lignes directrices plus précises.

## **7. Développement d'un format standard afin de comparer facilement les principaux résultats obtenus entre toutes les CMP et tous les essais**

Faute de temps, le groupe a convenu de reporter la discussion de cette question. Afin de faciliter les discussions futures, le groupe a demandé que le Dr Carruthers et des membres du groupe (à savoir : N. Duprey, G. Merino, H. Arrizabalaga, S. Miller, J. Walter, S. Nakatsuka, A. Gordo, D. Butterworth et A. Kimoto) travaillent pendant la période intersessions afin de préparer une proposition à présenter à la prochaine réunion du groupe.

## **8. Modifications possibles du logiciel de codage et des essais associés (SCRS/2018/041) et réponse, plan de travail en cours de préparation**

Comme noté au point 4, l'ensemble de modèles opérationnels présentés à la réunion (cf. document relatif aux spécifications des essais et Carruthers T. et Butterworth, 2017) sera reconditionné après la réunion au moyen des indices d'abondance convenus lors de la réunion. Des préoccupations ont été exprimées par le groupe quant au comportement des modèles opérationnels qui n'était pas suffisamment bien compris et quant au fait que les modèles opérationnels pourraient être améliorés par quelques modifications des spécifications des données d'entrée (SCRS/2018/041). Après avoir examiné les modèles opérationnels existants, le groupe a apporté quelques modifications qui avaient été recommandées afin de mieux refléter la nature des incertitudes (**tableau 7.1**). Le groupe a également discuté et convenu des modifications qui seraient mises en œuvre dans l'ensemble de référence des modèles opérationnels et dans les tests de robustesse (en utilisant la terminologie du point 9 du document des spécifications des essais).

Ces changements sont présentés aux points suivants :

### **8.1 Conditionnement général du modèle opérationnel**

Afin de pouvoir utiliser les séries complètes de l'indice larvaire du golfe du Mexique (de 1977 à nos jours) et de mieux saisir une plus longue période temporelle de dynamiques des stocks, le groupe a convenu que le conditionnement du modèle opérationnel devrait commencer en 1975.

### **8.2 Scénarios de recrutement utilisés dans les modèles opérationnels**

- En ce qui concerne le stock de l'Ouest, le scénario de « recrutement élevé » (niveau 2 de l'axe d'incertitude 1 « recrutement futur » dans l'ensemble de référence de modèles opérationnels dans le document de spécifications des essais) n'a pas été correctement saisi dans le modèle opérationnel et doit être spécifié à nouveau. Tous les résultats observés pour ce scénario devraient donc être ignorés. Le problème qui se posait était qu'une valeur très élevée de steepness ( $h$ ) était estimée, donnant lieu à une très faible différence entre la dynamique du bâton de hockey et la dynamique de la relation stock-recrutement (SR) élevée. Il a été convenu lors de la réunion d'utiliser  $h = 0,6$ , qui se situait généralement dans la fourchette de steepness estimée lors des évaluations précédentes du stock de thon rouge de l'Ouest. Il a été souligné que les scénarios de recrutement pris en considération dans l'ensemble de référence de modèles opérationnels sont censés capturer une gamme représentative d'incertitudes, mais n'impliquent aucune pondération relative particulière entre les différents scénarios (cette question sera discutée lors d'une réunion ultérieure). Il est également essentiel de s'assurer que la relation stock-recrutement pour le scénario de recrutement élevé a un recrutement vierge ( $R_0$ ) qui est considérablement plus élevé que celui du bâton de hockey.
- Il a également été convenu de fixer le point de charnière de la relation stock-recrutement en forme de bâton de hockey utilisée pour l'Ouest selon des spécifications semblables à celles utilisées lors des évaluations de stock précédentes, p. ex. le seuil SSB (charnière) a été fixé à la SSB moyenne pendant une période (généralement 1990-1995) avec la SSB estimée la plus basse, et  $R_0$  a été calculé comme la moyenne géométrique du recrutement pendant la période postérieure à 1976 (Anon. 2014).

- Il a également été souligné que le niveau 3 de l'axe d'incertitude 1 « recrutement futur » dans l'ensemble de référence de modèles opérationnels vise à refléter un éventuel changement de régime du recrutement. Un changement de régime du stock de l'Ouest pourrait avoir eu lieu en 1975 et de 1987 à 1988 en ce qui concerne le stock de l'Est. Pour le stock de l'Ouest, le bâton de hockey (niveau 1) est un scénario censé refléter qu'un changement de régime vers un régime de recrutement inférieur s'est produit, tandis que Beverton-Holt (niveau 2) postule que le recrutement peut devenir potentiellement très élevé. Il a été expliqué que l'expérience antérieure indiquait que le scénario de changement de régime (niveau 3) était crucial pour pouvoir identifier les procédures de gestion présentant de bonnes performances. Les implications méthodologiques des changements de régime pour les évaluations des performances des procédures de gestion ont déjà été discutées au point « dynamique B0 », ci-dessus.
- Le groupe est convenu qu'il s'avère nécessaire d'inclure un texte approprié dans le document de spécifications des essais et les diagrammes des ajustements stock-recrutement, ainsi que les tendances de recrutement prises en compte pour chaque modèle opérationnel afin d'expliquer quelles sont les bases des scénarios de recrutement choisis pour l'ensemble de référence des modèles opérationnels.
- Il a également été noté que les calculs de SSBPME devaient être refaits dans le cadre du reconditionnement du modèle opérationnel.

*Scénarios d'abondance et mesure dans laquelle les résultats du conditionnement des modèles opérationnels devraient coïncider avec ceux des évaluations de stocks convenues :*

L'axe d'incertitude 2 (« abondance ») dans l'ensemble de référence des modèles opérationnels présentés par l'expert en modélisation du GBYP contient des scénarios (niveaux B et C) dans lesquels les résultats du conditionnement des modèles opérationnels ont été forcés afin de correspondre à certaines caractéristiques des évaluations des stocks de 2017. Le groupe a discuté de la pertinence de cette mise en correspondance et a également examiné les modifications potentielles à apporter aux scénarios examinés sous ce facteur. De l'avis général, des différences entre les modèles opérationnels et les évaluations de stocks convenues devraient survenir, car les modèles opérationnels contiennent beaucoup plus de caractéristiques, telles que la désagrégation spatiale et le mélange des stocks, qui n'étaient pas incluses dans les évaluations des stocks de 2017. Cependant, les résultats découlant du conditionnement des modèles opérationnels devraient être soigneusement inspectés afin de vérifier s'il existe des divergences substantielles avec la compréhension générale des scientifiques de la dynamique globale du stock de thon rouge. Plus particulièrement, il est plus facile d'accepter les résultats si quelques modèles opérationnels au moins reflète dans une certaine mesure la perception publique des tendances du stock. Par exemple, certains modèles opérationnels pour les deux zones de stock devraient montrer que la surpêche a eu lieu et que les stocks ont été surexploités pendant certaines périodes. Un autre exemple concernerait l'Atlantique Est, selon lequel les modèles opérationnels ne devraient pas montrer des augmentations de la biomasse à des moments où les captures étaient de l'ordre de 50.000 t par an.

Par conséquent, le groupe recommande trois propositions en ce qui concerne l'abondance.

**PROPOSITIONS :** Il a été convenu que l'ensemble de référence de modèles opérationnels devrait contenir au moins 3 scénarios pour l'axe 2 d'incertitude « abondance » :

- A. Meilleure estimation de l'ajustement du modèle opérationnel. Si cela implique de grandes différences avec les évaluations acceptées, la ou les raisons devraient être identifiées.
- B. Les tendances et les échelles de la SSB découlant du conditionnement du modèle opérationnel, pour l'Est comme pour l'Ouest, sont forcées simultanément afin de suivre étroitement les résultats de l'évaluation des stocks de 2017 en termes d'ampleur absolue et de tendance (les évaluations finales convenues par le SCRS en 2017 devraient être utilisées à cet effet). Cela devrait contribuer à identifier les raisons expliquant les éventuelles différences identifiées pour A.

- C. Cela s'apparente au scénario A, mais contient quelques limitations importantes visant à empêcher les résultats du conditionnement du modèle opérationnel de s'écarter des connaissances actuelles générales sur les anciennes dynamiques des stocks. Le groupe a estimé qu'il serait opportun de demander que les résultats du modèle opérationnel tant pour le thon rouge de l'Est que de l'Ouest montrent que cette espèce était surexploitée à un moment spécifique dans le passé. Cela signifie non seulement que la biomasse du stock reproducteur était inférieure à  $SSB_{PME}$ , mais également que la SSB était relativement faible pendant certaines périodes. On pourrait également envisager d'empêcher des augmentations de la SSB pendant des périodes passées de prises élevées, ce qui devrait être clairement expliqué si cela est inclus dans le scénario. Ces idées visent à refléter la perception publique du thon rouge se situant à un faible niveau (particulièrement le stock de l'Est) au tournant du siècle dernier environ. Une certaine flexibilité a été laissée à l'expert en modélisation du GBYP dans ce cas-ci, en fonction des résultats obtenus à partir des diverses explorations.

L'expert en modélisation du GBYP a demandé que le groupe indique les types de diagnostics qu'il souhaiterait consulter et examiner afin de se familiariser avec un modèle opérationnel. Un grand nombre de diagnostics actuels sont disponibles dans des rapports spécifiques consacrés aux modèles opérationnels qui seront fournis par l'expert en modélisation du GBYP.

### **8.3 Mouvement et mélange des stocks**

Des discussions substantielles ont eu lieu pour clarifier la façon dont le déplacement est modélisé dans les modèles opérationnels (les modèles opérationnels incluent une probabilité de déplacement dépendant de l'âge et du stock d'origine entre les zones spatiales qui varient d'un trimestre à l'autre, mais sont identiques pour toutes les années). Des discussions approfondies ont eu lieu sur la mesure dans laquelle ce postulat peut être considéré comme réaliste, tout en comprenant que les données disponibles pour estimer les déplacements variant dans le temps sont limitées. Alors que les taux de déplacement d'un âge, d'un stock et d'un trimestre donnés sont supposés constants d'une année à l'autre dans les modèles opérationnels, la composition du stock dans une région, un trimestre et une année donnés est variable. Le modèle opérationnel utilise des ajustements aux données de marques électroniques disponibles ainsi que des informations sur la microchimie des otolithes et la génétique pour estimer les taux de déplacement. Il convient de noter que toutes les données utilisées pour ajuster le modèle opérationnel contribuent dans une certaine mesure à l'estimation des taux de déplacement. Il convient de signaler que les données sur la composition du stock obtenues pour la région du GSL canadien à partir de la génétique montrent une représentation accrue du thon rouge de l'Est au cours des dernières années.

D'autres scénarios de déplacement pourraient être envisagés dans les modèles opérationnels, on pourrait par exemple augmenter le poids de GSL dans le modèle de gravité ou permettre des taux de déplacement variant dans le temps mais, faute de temps et en raison du contenu informatif des données, il a été convenu de conserver le scénario de déplacement de référence utilisé jusqu'à présent (par exemple, les mêmes probabilités de déplacement pour toutes les années). Le pourcentage croissant de poissons d'origine orientale dans le GSL a été signalé, un problème qui pourrait être résolu en séparant les indices GSL et SWNS dans les modèles opérationnels (cf. point 4).

On craint que les taux de déplacement soient surestimés par l'ajustement aux données de composition du stock observées, car les données de composition comportent toujours un élément d'incertitude et contiennent souvent une fraction non négligeable d'un stock beaucoup plus petit, même dans les zones où il avait été postulé qu'aucun mélange ne se produisait. Par conséquent, les taux de déplacement peuvent être surestimés et les modèles spatiaux, en vue d'améliorer les ajustements, peuvent placer la biomasse dans des zones qui ne sont pas actuellement pêchées, sur la base d'informations de marques électroniques.

Le groupe préférerait nettement que l'ensemble de référence des modèles opérationnels englobent d'autres scénarios de mélange. Étant donné que l'élaboration de scénarios alternatifs est très complexe, le groupe a présenté plusieurs propositions. Il a été proposé dans un premier temps d'en inclure quelques-uns dans l'axe d'incertitude pour développer l'ensemble de référence de modèles opérationnels, mais en raison des préoccupations quant à l'augmentation du nombre de modèles opérationnels, compliquant la présentation des résultats et le fonctionnement de la MSE, la proposition a été modifiée afin de les inclure dans le cadre des tests

de robustesse. On s'attend toutefois à ce qu'ils puissent être réadmis dans l'ensemble de référence lors d'une prochaine réunion si les modèles opérationnels alternatifs de mélange remplissent les critères de performance.

**PROPOSITIONS :** Le groupe s'est mis d'accord sur deux scénarios de mélange (i et ii ci-dessous) et un changement du traitement des données de marquage (iii ci-dessous) :

- i) Réduire de moitié les taux de mélange, par ex. si la fraction observée de poissons de l'Ouest d'une année, d'une zone ou d'un trimestre qui avait été postulé comme relevant du stock de l'Est s'élève à 40%, ce scénario supposera qu'il n'est que de 20%. De tels changements réduiront les taux de déplacement estimés entre l'Est et l'Ouest et pourraient représenter un scénario plausible. Cet ensemble de modèles opérationnels sera utilisé pour l'ensemble de robustesse, en lui attribuant un degré de priorité élevé.
- ii) Condenser le modèle de 10 zones en un modèle de 7 zones, en fusionnant les zones 6 + 7, 5 + 9 et 1 + 2. Il est également recommandé de l'ajouter en tant que test de robustesse, en notant que cela correspond également à un changement structurel dans le modèle qui a des implications majeures en termes de codage et est donc considéré comme une priorité relativement faible.
- iii) Le groupe a également convenu que le marquage des juvéniles par AZTI dans le golfe de Gascogne servira à estimer les taux de déplacement, en postulant que ces poissons proviennent du stock de l'Est, d'après des études sur la chimie des otolithes réalisées préalablement (Fraile et al 2014). Ce changement sera apporté à l'ensemble des modèles opérationnels.

Le groupe a envisagé plusieurs autres options pour différents scénarios de mélange, tels que l'utilisation d'une seule source d'information de mélange à la fois (par exemple microchimie ou ADN uniquement) ou pour permettre des taux de déplacement variant dans le temps ou des taux de mélange moyens (Hazin et al., 2018), mais ceux-ci n'ont pas été envisagés dans d'autres modèles opérationnels pour l'instant.

Le groupe a également discuté du fait qu'il est notoire que les évaluations de stocks VPA convenues sont sensibles au ratio de F postulé, ce qui reflète un niveau inconnu de biomasse cryptique. Des inquiétudes ont été exprimées quant au fait que de grandes quantités de biomasse cryptique pourraient avoir une incidence sur les modèles opérationnels en déplaçant de grandes quantités de poissons en dehors de l'étendue de la pêcherie. Pour y remédier, le groupe a convenu que la distribution spatiale de la biomasse vulnérable et non vulnérable (cryptique) par stock dans chaque zone devrait être représentée graphiquement dans le temps.

#### **8.4 Capturabilité et indices**

Étant donné que les recommandations liées aux indices utilisés dans le conditionnement du modèle opérationnel historique sont reflétées au point 4, seuls les aspects des spécifications du futur indice sont abordés au titre de ce point du rapport.

#### **PROPOSITION :**

- A. Appliquer une augmentation de 2% à la capturabilité pour les indices de CPUE projetés et dépendants des pêcheries dans un test de robustesse.

Cette proposition consiste à appliquer une augmentation de 2% à la capturabilité pour les composantes prévues des modèles opérationnels afin de se protéger face à un épuisement non détecté. Ceci devra être appliqué en tant que test de robustesse. Ceci ne s'appliquerait qu'aux indices des tailles du stock dépendants des pêcheries. Il est postulé que les indices indépendants de la taille des stocks auront une capturabilité constante. Si les méthodes de collecte des indices de la taille des stocks indépendants des pêcheries sont modifiées à l'avenir, il est postulé qu'un coefficient de calibrage sera calculé à ce moment-là. La valeur de deux pour cent est fondée sur la variation estimée de la capturabilité pour l'un des indices de taille du stock sur une période de 45 ans.

Le groupe a noté que la capturabilité n'augmente pas toujours nécessairement. Pour certains indices, les facteurs environnementaux peuvent diminuer la capturabilité et il est escompté que les changements de la

capturabilité ne sont pas nécessairement monotones. Le groupe a suggéré que ces changements, y compris les changements drastiques de la capturabilité, soient inclus dans un test de robustesse à titre de deuxième priorité.

Une proposition a été examinée pour inclure la variance spécifique à l'indice, l'autocorrélation et la non-linéarité dans les indices projetés. On craignait que la méthode d'estimation de l'autocorrélation et de la non-linéarité puisse être inappropriée et que ces estimations doivent être réexaminées dans un document révisé de spécification des essais. Après avoir achevé la procédure d'estimation et le reconditionnement conformément aux décisions prises lors de la présente réunion, le groupe a décidé d'exécuter à nouveau l'estimation de l'autocorrélation et de la non-linéarité et, si elles sont statistiquement justifiées, de les utiliser dans un test de robustesse.

### 8.5 Résumé des changements proposés des modèles opérationnels

Dans l'ensemble, le groupe recommande d'appliquer les changements suivants aux modèles opérationnels (**tableau 1** ci-dessous), et ceux-ci sont signalés selon qu'ils s'appliquent à tous les modèles opérationnels, à l'ensemble de référence des modèles opérationnels seulement ou à l'ensemble de modèles opérationnels de robustesse uniquement.

#### Ensemble de référence

Trois grands axes d'incertitude : le recrutement futur, l'abondance et la maturité /la mortalité naturelle (en combinaison) pour le conditionnement et les projections. Ces axes postulent que les options pour l'Est et l'Ouest sont reliées entre les rangées du tableau ci-dessous dans l'intention de refléter les écarts.

**Tableau 1.** Changements recommandés de l'ensemble de référence des modèles opérationnels.

	Ouest	Est
<u>Recrutement futur</u>		
1	Bâton de hockey avec un point fixe de charnière commençant en 1975	88+ B-H avec $h=0,98$
2	B-H avec $h=0,6$ fixe, $R0^*$ élevé	88+ B-H avec $h=0,70$
3	Passage du bâton de hockey à B-H après 10 ans	88+ B-H avec $h=0,98$ modifié à 50-87 B-H avec $h=0,98$ après 10 ans
<u>Abondance</u>		
A	Meilleure estimation	
B	La biomasse du stock reproducteur Est-Ouest coïncide avec l'évaluation de la VPA de 2017	
C	<b>Distribution a priori de la tendance et/ou de l'épuisement afin de la faire correspondre à la perception d'exploitation intense</b>	
<u>Fraction reproductrice des deux stocks</u>		<u>Taux de mortalité naturelle pour les deux stocks</u>
I	Plus jeune	Élevé
II	Plus jeune	Faible
III	Plus âgé	Élevé
IV	Plus âgé	Faible

\* Un recrutement élevé devrait refléter un  $R0$  plus élevé que dans le cas du bâton de hockey

*Combinaisons pour l'ensemble de référence*

Croisement complet de (1, 2, 3) x (A, B, C) x (I, II, III, IV), soit 36 scénarios au total

**Modifications recommandées à apporter à l'ensemble de robustesse de modèles opérationnels (appendice 7, point 9b)**

*Priorité élevée*

1. Robustesse à moins de mélange (50%) : conception croisée avec 4 tests, correspondant à 1A, 2A, 1B, 2B du **tableau 1** ci-dessus.
2. Les prises futures de l'Ouest et de l'Est + Méditerranée dépassent chaque année le TAC à hauteur de 20 % en raison de la pêche IUU (que la procédure de gestion ignore).
3. Augmentation non détectée de 2% par an de la capturabilité future pour les indices d'abondance basés sur la CPUE.
4. Relations indice-abondance non linéaires : réviser les estimations sur la base d'une estimation statistique plus appropriée et réviser les composantes de la projection des OM.
5. Robustesse à plus de mélange : conception croisée avec 4 tests, correspondant à 1A, 2A, 1B, 2B du **tableau 1** ci-dessus.

*Faible priorité*

1. Modification du recrutement futur comme dans 3), mais avec une probabilité de 0,05 pour toutes les 20 premières années de projection.
2. Attribution alternative au stock d'origine des prises historiques de l'Atlantique Sud (au large du Brésil).
3. Modèle à sept zones. Condenser le modèle de 10 zones en un modèle de 7 zones, en fusionnant les zones 6 + 7, 5 + 9 et 1 + 2.

*Problèmes laissés au « deuxième tour » (pas dans le processus actuel de MSE)*

Il est recommandé de reporter pour l'instant les aspects suivants de l'incertitude et de les examiner lors d'un « second tour ».

1. Plus de deux stocks
2. Utilisation des données « CAL » (CAS à l'ICCAT) dans une procédure de gestion
3. TAC alloués sur une base spatialement plus complexe que les zones traditionnelles Ouest et Est + Med
4. Changements des mesures techniques affectant la sélectivité
5. Changements des distributions du stock à l'avenir
6. Changements futurs de l'allocation proportionnelle des TAC parmi les flottilles

**9. Présentation des résultats des éventuelles améliorations des CMP développées lors de la réunion**

En raison du manque de temps et de la nécessité d'apporter d'abord des modifications aux modèles opérationnels dans le package de codage, aucune amélioration supplémentaire n'a été apportée aux CMP présentées pendant la réunion.

**10. Accord sur une spécification de calibrage (peut-être plus d'une) pour faciliter la comparaison des résultats futurs présentés (p. ex. médiane du niveau cible de biomasse à la fin de la période de projection pour chacune des populations de l'Ouest et de l'Est pour un seul essai spécifié)**

L'**Appendice 8** contient une explication détaillée du calibrage.

Le groupe a noté qu'une valeur de paramètre de contrôle du calibrage sera élaborée spécifiquement pour chacun des deux stocks.

Chaque développeur sera en mesure de décider le calibrage qu'il préfère. Le calibrage séparé du développement vise à faciliter la différenciation des performances de deux CMP dans des conditions où la médiane de l'épuisement du stock est la même après 30 ans.

En ce qui concerne le calibrage du développement, dans un essai particulier, chaque développeur calibrera, pour obtenir la médiane de  $SSB / SSB_{PME} = 1$  dans la 30<sup>e</sup> année de projection pour un modèle opérationnel central en plus de leur propre calibrage préféré. Cet exercice sera à usage interne entre les développeurs et le groupe MSE.

Lors de la présentation des résultats aux décideurs, la moyenne des paramètres de performance sera calculée dans l'ensemble des MO.

**11. Discussion initiale et spécification des aspects où les suggestions des intervenants/de la Commission aideront vraisemblablement à affiner à l'avenir les CMP (il s'agira, en partie, d'étoffer les objectifs et les avantages/inconvénients)**

Un point de l'ordre du jour de la réunion du SWGSM (21-23 mai 2018) est consacré à la MSE du thon rouge (point 6.2). L'objectif vise à encourager les parties prenantes à formuler des commentaires afin de contribuer à perfectionner les CMP. En outre, il est nécessaire de fournir une orientation à la Commission sur la feuille de route générale de l'ICCAT sur la MSE et les recommandations sur la MSE.

Les contributions à fournir au SWGSM seront réalisées sous la forme d'une synthèse du rapport de cette réunion. Le président du SCRS préparera cette synthèse et la distribuera à tous les participants de cette réunion avant le 28 avril. Les commentaires sur cette synthèse devront être présentés d'ici le 5 mai. Après cela, le président du SCRS modifiera le rapport et le mettra à la disposition de tous les participants (y compris les participants au SWGSM) d'ici le 9 mai<sup>2</sup>.

La synthèse poursuivra les objectifs suivants :

*Rapport de situation sur les travaux relatifs à la MSE réalisés par le SCRS :*

- Résumer les progrès réalisés à ce jour et démontrer l'importance de continuer à fournir des ressources pour les travaux consacrés à la MSE du GBYP.
- Fournir des informations suffisantes et compréhensibles afin d'assurer que les participants du SWGSM fournissent des rétroactions constructives et afin d'augmenter l'engagement des participants du SWGSM aux travaux sur la MSE effectués par le SCRS.
- Transmettre à la Commission un calendrier réaliste d'achèvement de la MSE. Sur la base d'autres expériences acquises, même dans une situation très optimiste, le groupe d'espèces sur le thon rouge devra probablement se réunir encore 4 fois pendant une semaine pour se consacrer à cette MSE. Le calendrier actuel qui suggère d'achever la MSE d'ici 2019 doit être révisé en conséquence.

---

<sup>2</sup> Ce rapport a été achevé le 9 mai 2018, date à laquelle ces délais n'avaient pas été respectés et le projet de document de synthèse n'avait pas encore été établi par le président du SCRS.

*Examen des procédures de gestion potentielles (CMP)*

- Décrire les types généraux de caractéristiques des procédures de gestion proposées afin que les participants du SWGSM puissent donner leur avis sur :
  - l'acceptabilité de ces types de procédures de gestion,
  - les limitations possibles du TAC,
  - les objectifs généraux des procédures de gestion en termes généraux (par exemple, les priorités telles que la conservation des ressources, la maximisation des captures et la minimisation de l'ampleur des variations du TAC et un avis sur les intervalles entre les changements de TAC qui sont préférés)
- Il serait utile et nécessaire de comprendre quand d'autres apports sur des objectifs plus détaillés des procédures seront sollicités.

*Transparence et communication des résultats de la MSE*

- Obtenir une orientation sur les modifications possibles du processus de MSE actuel afin d'améliorer la communication des résultats de la MSE et l'engagement des participants au SWGSM dans le développement de la MSE.

**12. Programme de travail pour affiner davantage les CMP, assorti de dates limites, conduisant à des résultats destinés à être présentés à la réunion du groupe d'espèces sur le thon rouge en septembre 2018**

À titre provisoire, le groupe a suggéré le calendrier de travail à court terme suivant. Le groupe a examiné de manière approfondie la faisabilité de la tenue d'une réunion en septembre (point 5) et de nombreuses préoccupations ont été exprimées au sujet du calendrier chargé des réunions. Le Secrétariat a expliqué que le déplacement de la date de la réunion entraînerait une modification du contrat concernant la modélisation du GBYP. Il avait été entendu que l'objectif général de la réunion consistait à poursuivre la discussion sur le reconditionnement des modèles opérationnels et à examiner les résultats des CMP révisées, en s'appuyant sur les discussions tenues lors de la présente réunion.

1. Fin mai - Achèvement des mises à jour du modèle opérationnel sur la base de cette réunion (expert en modélisation du GBYP)
2. Mi-juin - commentaires sur des modèles opérationnels mis à jour
3. Début juillet – l'expert en modélisation du GBYP fait circuler le package mis à jour sur la base des révisions finalisées.
4. Mi-juillet à début septembre :
  - a) Les développeurs réexécutent les CMP ajustées dans le package mis à jour.
  - b) Préparation de documents sur d'autres questions liées au conditionnement à examiner.
5. Les activités qui se déroulent après le début du mois de septembre découlent des recommandations formulées au point 13. Les décisions à cet égard seront prises par le président du SCRS, les rapporteurs du groupe d'espèces sur le thon rouge et le Secrétariat.

**13. Recommandations**

Le groupe a identifié plusieurs difficultés rencontrées par le groupe d'espèces sur le thon rouge pour participer et s'engager efficacement dans le processus de MSE du thon rouge :

- La nécessité de mécanismes, y compris des réunions bien planifiées, qui facilitent la participation du groupe d'espèces sur le thon rouge à différents niveaux et qui assurent le maintien de l'élan du processus de MSE.
- Les membres du groupe d'espèces sur le thon rouge ont éprouvé des difficultés pour s'engager plus tôt et plus efficacement dans le processus en raison des exigences imposées par l'évaluation du stock de thon rouge de 2017.
- Le meilleur moyen d'accroître l'engagement du groupe d'espèces sur le thon rouge dans le processus de MSE consisterait à tenir de longues réunions du groupe d'espèces (trois jours et plus) qui ne seraient consacrées qu'à la MSE.
- Les difficultés rencontrées par de nombreuses CPC pour participer efficacement aux multiples réunions se déroulant simultanément pendant la semaine des groupes d'espèces en septembre en raison du nombre limité de scientifiques de chaque délégation des CPC.
- La prolongation des périodes de déplacement causée par l'ajout de jours de réunion avant la semaine des groupes d'espèces.

Compte tenu de ces difficultés, le groupe recommande ce qui suit :

- La décision concernant le nombre de jours alloués à la réunion du groupe d'espèces sur le thon rouge du mois de septembre, l'ordre du jour de cette réunion et le calendrier de la prochaine réunion du groupe de modélisation doivent tenir compte des difficultés exposées ci-dessus.
- Lors des prochaines réunions du groupe de pilotage de la modélisation, la participation de toute personne intéressée à apporter sa contribution au processus de MSE devrait être encouragée.
- Les objectifs et l'ordre du jour de toute réunion du groupe de pilotage de la modélisation devraient être circulés bien à l'avance à l'ensemble du SCRS afin d'augmenter la participation de tous les scientifiques intéressés.
- Au début de l'année 2019, le SCRS organisera une réunion intersessions d'une semaine du groupe d'espèces sur le thon rouge consacrée à la MSE.

Des recommandations spécifiques à l'intention du développeur du cadre de MSE du thon rouge et du groupe de pilotage de la modélisation sont présentées sous d'autres points de ce rapport. Quelques recommandations générales sont adressées au SCRS concernant les expériences liées à la MSE du thon rouge :

- Les autres processus de MSE du SCRS devraient tenir compte des avantages que le cadre MSE développé par le projet du GBYP peut avoir pour leurs propres processus MSE. Ces avantages comprennent l'application actuelle de ce cadre à un stock de l'ICCAT, la puissance et la flexibilité des différents modules du cadre et l'expérience acquise par plusieurs scientifiques du SCRS dans l'utilisation de ce cadre.
- La contribution du groupe d'espèces sur le thon rouge à la réunion du SWGSM (21-23 mai 2018) devrait se faire sous la forme indiquée et en suivant le processus décrit au point 12 du présent rapport.
- La création d'une section consacrée exclusivement à la MSE sur la page web de l'ICCAT. Cette section devrait contenir les descriptions de tous les processus MSE et des résultats scientifiques les plus importants de ces processus.
- Les rapporteurs ou les représentants désignés des groupes d'espèces participant aux processus de MSE devraient faire tout leur possible pour assister aux réunions du SCRS axées sur la MSE, même si la réunion n'est pas une réunion de leur groupe respectif.

- Le SCRS devrait demander à la Commission d'identifier une source de financement spécifique pour les processus MSE, car ceux-ci exigent un engagement plus long que le cycle de financement typique de deux ans prévu par la Commission.
- Un document de spécification des essais devrait être élaboré et tenu à jour pour tout processus de MSE initié au sein de la Commission. Un modèle de document devrait être préparé.

#### **14. Autres questions**

Aucune autre question n'a été discutée.

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

Le rapport a été adopté par le groupe et la réunion a été levée.

## **Bibliographie**

- Anon. (2014). Report of the 2013 bluefin meeting on biological parameters review (Tenerife, Spain – May 7 to 13, 2013). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 70(1), 1-159.
- Arrizabalaga, H., Arregui, I., Medina, A., Rodríguez-Ezpeleta, N., Fromentin, J.M. and Fraile, I. (2018) Life history and migrations of Mediterranean bluefin populations In: *Bluefin Futures*. B. Block (ed.) In press.
- Carruthers, T. (2017). Calculating population-wide spatial and seasonal relative abundance indices for Atlantic bluefin tuna for use in operational modelling. J. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 74(6), 2586-2595.
- Hazin, F., Hazin, H., Carvalho, F., Wor C., and Travassos, P. (2008). Standardization of CPUE series of *Prionace glauca* and *Isurus oxyrinchus* caught by Brazilian longliners in the western South Atlantic Ocean, from 1978 to 2006. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 74(6), 1560-1572.
- Fraile, I., Arrizabalaga, H. and Rooker, J.R. (2015) Origin of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 72: 625-634.

## **APPENDICES**

- Appendice 1.** Ordre du jour adopté de la MSE du thon rouge
- Appendice 2.** Liste des participants.
- Appendice 3.** Listes des documents et des présentations.
- Appendice 4.** Résumés des documents et présentations SCRS fournis par les auteurs.
- Appendice 5.** Proposition du sous-groupe relative à la CMP d'approximation à  $F_{0,1}$ .
- Appendice 6.** Détails techniques de quelques CMP.
- Appendice 7.** Spécifications des essais de MSE du thon rouge dans l'Atlantique Nord.

**Adopted Agenda MSE Bluefin Tuna**

1. Opening, adoption of Agenda and meeting arrangements
2. Introduction to Management Strategy Evaluation (MSE)/ Management Procedures (MP) issues
3. Review of available documents on Bluefin tuna MSE and MSE trials specifications document update
4. Specification (prioritized) of further OM conditioning and comparative presentations of initial Candidate Management Procedure (CMP) results to be attempted by GBYP modelling expert during the meeting
5. Initial review of experiences with and comments on the coding package
  - 5.1. Abundance indices used to condition OMs and to specify MPs
  - 5.2. Reporting depletion statistics when the stock-recruitment regime changes through time
6. Presentation of initial CMPs and associated results by each developer/set of developers
7. Development of a standard format for ready comparison of key results across CMPs and across trials
8. Possible amendments to the coding package and its associated trials (SCRS/2018/041) and response, and WP in preparation.
  - 8.1. General OM conditioning
  - 8.2. Recruitment scenarios used in Oms
  - 8.3. Movement and stock mixing
  - 8.4. Catchability and indices
  - 8.5. Summary of proposed OM changes
9. Presentation of results of possible refinements of CMPs developed during the meeting
10. Agreement of a tuning specification (possibly more than one) to facilitate comparison of future results presented (e.g. median target level of biomass at the end of the projection period for each of the west and the east populations for a single specified trial)
11. Initial discussion and specification of aspects where input from stakeholders will likely assist future refinement of CMPs (this will relate, in part, to increased detail regarding objectives and trade-offs)
12. Work programme for further CMP refinement, with deadlines, leading to results sought for presentation at the September Bluefin Species Group meeting.
13. Recommendations
14. Other matters
15. Adoption of the report and closure

**List of Participants****CONTRACTING PARTIES****CANADA****Carruthers, Thomas**

335 Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver Columbia V2P T29  
Tel: +1 604 805 6627, E-Mail: t.carruthers@oceans.ubc.ca

**Duprey, Nicholas**

Science Advisor, Fisheries and Oceans Canada - Fish Population Science, Government of Canada, 200-401 Burrard Street, Vancouver, BC V6C 3S4  
Tel: +604 499 0469, Fax: E-Mail: nicholas.duprey@dfo-mpo.gc.ca

**Lavigne, Elise**

Assistant Director, International Fisheries Management Bureau, Ecosystems and Fisheries Management, 200 Kent Street, 14E212, Ottawa, Ontario K1A 0E6  
Tel: +1 613 993 6695, Fax: +1 613 993 5995, E-Mail: elise.lavigne@dfo-mpo.gc.ca

**Maguire, Jean-Jacques**

1450 Godefroy, Québec G1T 2E4  
Tel: +1 418 688 3027, E-Mail: jeanjacquesmaguire@gmail.com

**Melvin, Gary**

St. Andrews Biological Station - Fisheries and Oceans Canada, Department of Fisheries and Oceans, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews, New Brunswick E5B 2L9  
Tel: +1 506 529 5874, Fax: +1 506 529 5862, E-Mail: gary.melvin@dfo-mpo.gc.ca

**EUROPEAN UNION****Arrizabalaga, Haritz**

AZTI - Tecnalia /Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia Gipuzkoa, Spain  
Tel: +34 94 657 40 00, Fax: +34 94 300 48 01, E-Mail: harri@azti.es

**Biagi, Franco**

Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries (DG-Mare) - European Commission, Rue Joseph II, 99, Bruxelles, Belgium  
Tel: +322 299 4104, E-Mail: franco.biagi@ec.europa.eu

**Fernández, Carmen**

Instituto Español de Oceanografía, Avda. Príncipe de Asturias, 70 bis, 33212 Gijón, Spain  
Tel: +34 985 309 804, Fax: +34 985 326 277, E-Mail: carmen.fernandez@ieo.es

**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: +39 010 353 8576, Fax: +39 010 357 888, E-Mail: largepel@unige.it; garibaldi.f@libero.it

**Gordoa, Ana**

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

**Merino, Gorka**

AZTI - Tecnalia /Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia - Gipuzkoa, Spain  
Tel: +34 94 657 4000; +34 664 793 401, Fax: +34 94 300 4801, E-Mail: gmerino@azti.es

**Rodríguez-Marín, Enrique**

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Santander, Promontorio de San Martín s/n, 39004 Santander Cantabria, Spain  
Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: enrique.rmarin@ieo.es

## **JAPAN**

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

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

### **Kimoto, Ai**

Researcher, Temperate Tuna Group, Bluefin Tuna Resources Department, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633  
Tel: +81 54 336 6000, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: aikimoto@affrc.go.jp

### **Nakatsuka, Shuya**

Head, Pacific Bluefin Tuna Resources Group, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633  
Tel: +81 543 36 6035, Fax: +81 543 36 6035, E-Mail: snakatsuka@affrc.go.jp

### **Tsukahara, Yohei**

National Research Institute of Far Seas Fisheries, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633  
Tel: +81 54 336 6000, E-Mail: tsukahara\_y@affrc.go.jp

### **Uozumi, Yuji**

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

## **KOREA REP.**

### **Kim, Doo Nam**

Distant Water Fisheries Resources Division, National Institute of Fisheries Science, 216 Gijang-Haeanro, Gijang-eup, Gijang-gun, 46083 Busan  
Tel: +82 51 720 2330, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: doonam@korea.kr

### **Lee, Mi Kyung**

National Institute of Fisheries Science, Distant Water Fisheries Resources Research Division, 216 Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, 46083 Busan  
Tel: +82 51 720 2332, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: ccmklee@korea.kr

## **MOROCCO**

### **Abid, Nouredine**

Chercheur 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

### **Ben Mhamed, Abdelouahed**

Ingénieur en Modélisation statistique à l'INRH, Laboratoire Approches et Méthodologies, INRH, Institut National de Recherche Halieutique, Boulevard Sidi Abderrahman Ain Diab, 20000 Casablanca  
Tel: +212 614 592 144; +212 613 384 845, Fax: E-Mail: a.benmhamed@mail.com; a.benmhamed@gmail.com; ben.mhamed.abdelouahed@gmail.com

### **Bensbai, Jilali**

Chercheur, Institut National de Recherche Halieutique à Casablanca - INRH/Laboratoires Centraux, sidi Abderrhman / Ain Diab, 20000 Casablanca  
Tel: +212 661 59 8386, Fax: +212 522 397 388, E-Mail: bensbaijilali@gmail.com

### **Grihat, Hicham**

Chef de Service des espèces marines migratrices et des espaces protégés à la DDARH/DPM, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, Département de la Pêche Maritime, Direction des Pêches Maritimes, B.P 476 Nouveau Quartier Administratif, Haut Agdal Rabat  
Tel: +212 537 68 81 15, Fax: +212 537 68 8089, E-Mail: grihat@mpm.gov.ma

### **Ikkiss, Abdelillah**

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

**TUNISIA****Zarrad, Rafik**

Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM), BP 138 Ezzahra, Mahdia 5199

Tel: +216 73 688 602, Fax: +216 73 688 604, 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

**Díaz, Guillermo**

NOAA-Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149

Tel: +1 305 898 4035, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

**Walter, John**

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

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

**OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS****FEDERATION OF MALTESE AQUACULTURE PRODUCERS – FMAP****Deguara, Simeon**

Research and Development Coordinator, AquaBioTech Group, Central Complex, Naggarr Ste., Mosta, MST 1761, Malta

Tel: +356 994 23123, E-Mail: dsd@aquabt.com

**MARINE STEWARDSHIP COUNCIL - MSC****Martín Aristín, Alberto Carlos**Responsable de Pesquerías para España y Portugal de MSC, Marine Stewardship Council, Paseo de La Habana, 26, 7<sup>º</sup> puerta 4, 28036 Madrid, Spain

Tel: +34 679 89 18 52, E-Mail: alberto.martin@msc.org

**THE OCEAN FOUNDATION****Miller, Shana**

The Ocean Foundation, 1320 19th St, NW, 5th Floor, Washington, DC 20036, United States

Tel: +1 631 671 1530, E-Mail: smiller@oceanfdn.org

**WORLD WILDLIFE FUND – 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****Die, David**

SCRS Chairman, Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies, University of Miami, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami Florida 33149, United States

Tel: +34 673 985 817, Fax: +1 305 421 4607, E-Mail: ddie@rsmas.miami.edu

\*\*\*

**ICCAT Secretariat**

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

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

**Neves dos Santos, Miguel****Ortiz, Mauricio****De Bruyn, Paul****ICCAT GBYP PROGRAMME****Aleman, Francisco**

## List of Papers and Presentations

Reference	Title	Authors
SCRS/2018/041	Potential further considerations on the conditioning of Operating Models of Atlantic bluefin tuna	Kimoto A., Walter J., Lauretta M., Sharma R., and Rouyer T.
SCRS/2018/047	Results for initial explorations of simple candidate "fixed proportion" MPs for Atlantic Bluefin tuna based on the operating models package circulated	Butterworth D.S., Miyagawa M., and Jacobs M.R.A.
SCRS/2018/055	Designing and testing a multi-stock spatial management procedure for Atlantic bluefin tuna	Carruthers T.
SCRS/2018/059	A candidate Management Procedure for bluefin tuna	Hanke A.
SCRS/P/2018/015	Preliminary evaluation of MPs for Atlantic bluefin using MSE	Merino G., Arrizabalaga H., Rouyer T., and Gordo A.
SCRS/P/2018/016	An extremely preliminary evaluation of some empirical management procedures	Walter J.
SCRS/P/2018/017	Overview of a MSE reference document: 'Specifications for MSE Trials'	Carruthers T., and Butterworth D.
SCRS/P/2018/018	Improving communication: the key requirement to improve the effectiveness of MSE processes	Miller S., Anganuzzi A., Butterworth D., Davies C., Donovan G., Nickson A., Rademeyer R., and Restrepo V.
SCRS/P/2018/019	Current state of MSE/HCR Process in ICCAT	Die D.
SCRS/P/2018/020	What makes an MP an MP and an MSE an MSE?	Punt A.E.

### SCRS Documents and Presentations Abstracts as Provided by the Authors

*SCRS/2018/041* - ICCAT BFTWG completed the stock assessment using multiple stock assessment methods in 2017, and they are going to proceed the MSE process: development of MP in 2018. It is well recognized that the performance results of MPs often depend on the design of the OM and its conditioning that capture the range of potential population dynamics. It is therefore critical to consider them carefully before moving to the development of MP, but this has been monumental task given the complexity of ABFT. ICCAT GBYP core modelling group has developed the OM by incorporating the mixing between two stocks, and the trial specifications. However, the 2017 stock assessment raised a number of issues that may require further consideration for the OMs, particularly related to time varying catchability and selectivity, effective sample sizes for composition data and stock mixing dynamics that are limited information. Overall, we commend the work of the ICCAT GBYP Core modelling group for producing the current OM and framework for evaluating MPs. Our purpose in this document is not to criticize this work but to foster clarification and further discussion about key uncertainties that have emerged during the 2017 assessment.

*SCRS/2018/047* - In an initial exploratory exercise, simple fixed proportion MP control rules are applied using composite abundance indices for the East and West areas, where these composites take weighted averages over standardised values of the agreed indices and are then averaged over the last three years for which they would be available. These candidate MPs (CMPs), which also impose a 20% cap on biennial TAC changes, show ready ability to achieve median depletion close to the MSY spawning biomass for each stock within a 30-year projection period for a number of members of the Reference Set of Operating Models (OMs). Two insights from the analyses are first that discussion is needed regarding the most appropriate statistic to use to measure resource depletion in circumstances where some OMs allow for changes in stock recruitment relationships at some time during the projection period considered. The second is that resource depletion can at times be too great for the OM for which the historical abundance of the East stock shows a large increase over recent years. Typical TAC changes are also greater than desirable for adequate stability from an industrial viewpoint. Suggestions are made for further work towards improving MP performances in these respects.

*SCRS/2018/055* - A candidate management procedure to set total allowable catch advice from indices of abundance was designed that has two novel aspects. Firstly, it combines catch rate indices by area and spawning biomass indices by stock to infer regional abundance. This configuration has the advantage that TACs are set according to multiple sources of information and mixing is accounted for, for example allowing TACs in the western area to respond to fluctuations in productivity in the Eastern stock. Secondly, the MP implements a harvest control rule that accounts for both stock status ( $B/B_{MSY}$ ) and exploitation rate ( $F/F_{MSY}$ ). The advantage of this approach is that for example, a stock that is overfished and recovering (underfishing) does not necessarily incur a TAC reduction. These two features are intended to maintain a 'steady hand' in the face of potentially large fluctuations in the productivity of both East and West stocks. A preliminary test of the MP was carried out for 8 reference operating models.

*SCRS/2018/059* - A management strategy evaluation framework developed for Bluefin tuna (ABTMSE version 2.7.0) was used to test the performance of a management procedure (MP) developed following consultation with stakeholders in the Canadian Bluefin tuna fishery. The single DFO MP and several constant catch MPs applied in the western stock management area were evaluated against a single constant catch scenario for the east.

*SCRS/P/2018/015* - Not provided by the author.

*SCRS/P/2018/016* - Not provided by the author.

*SCRS/P/2018/017* - Not provided by the author.

*SCRS/P/2018/018* - Not provided by the author.

*SCRS/P/2018/019* - Not provided by the author.

*SCRS/P/2018/020* - Not provided by the author.

### Approximate F0.1 CMP Proposal from the Subgroup

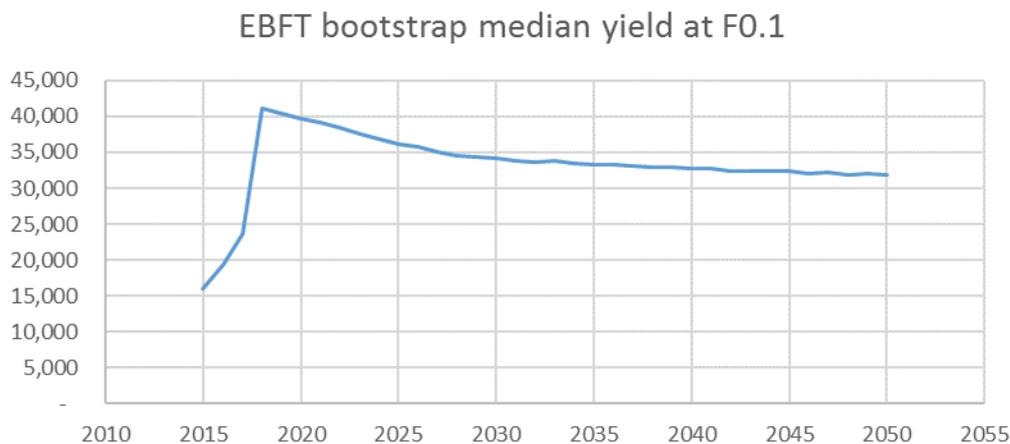
Two approaches were put forward by the subgroup. These are options 1 and 2 below.

**OPTION 1.** This uses an F0.1 interpretation which is OM-independent. From the agreed VPA assessments, we have F0.1-based TACs for 2018 and a few additional future years. The idea is to take these projections at  $F=F_{0.1}$  forward for 30 years from these agreed VPAs. Then use those 30-year future catches as fixed catch values to input to all different OMs.

**OPTION 2:** This uses an F0.1 interpretation which is OM-specific. Option 2A is preferred to 2B but may not be doable, particularly because the stock mixing may complicate the calculation. If 2A is not doable, then 2B will be used.

- A) Calculate the true F0.1 (by age) for 2018 for each OM (OM-dependent). Characterize uncertainty in biomass estimates in stock assessments by using a fixed CV (to be determined) and apply F0.1 (30 years into the future) to these noisy estimates of stock biomass.
- B) Calculate the F-at-age in each OM that corresponds to the 2018 TAC and interpret that as F0.1 (OM-dependent). Project 30 years into the future using the F-at-age identified in this way to compute annual catches to which error is added as for A) above.

Note: As regards the CV mentioned in Option 2 as to be determined, one suggestion made was to use the estimate from Ralston et al. (2011) "A meta-analytic approach to quantifying scientific uncertainty in stock assessments", Fish. Bull. 109:217–231). This suggests a lower bound of 37%.



**Figure 1.** Catch series for Option 1 for EBFT. This comes from projecting the EBFT VPA forward at constant  $F=F_{0.1}$ , using the 6-year average recruitment (constant mean, but with some variability) into the future.

### Technical details of some of the CMPs

#### A. The DMM (Doug, Mitsuyo and Melissa) initial Candidate Management Procedure

The DMM initial CMP is in essence a constant fishing mortality approach. It is applied separately to composite indices aggregated over those abundance indices available for each of the East and the West areas respectively. The control parameters setting this mortality may differ for the two areas, and each aggregate abundance index is averaged over the last three years for which data would be available so as to reduce variability in the index and consequently in TACs. TACs for each area are restricted not to change by more than 20% when the TAC is revised every second year. Details are provided below.

##### *Aggregate abundance indices*

An aggregate abundance index is developed for each of the East and the West areas by first standardising each index available for that area to an average value of 1 over the past years for which the index appeared reasonably stable<sup>1</sup>, and then taking a weighted average of the results for each index, where the weight is inversely proportional to the variance ( $\sigma^2$ ) shown by that standardised index over the chosen years. The mathematical details are as follows.

$J_y$  is an average index over  $n$  series ( $n=4$  for the East area and  $n=3$  for the West area)

$$J_y = \frac{\sum_i^n w_i \times I_y^{i*}}{\sum_i^n w_i} \quad (1)$$

where  $w_i = \frac{1}{(\sigma^i)^2}$

and where the standardised index for each index series ( $i$ ) is:

$$I_y^{i*} = \frac{I_y^i}{\text{Average of historical } I_y^i}$$

The actual index used in the CMPs,  $J_{av}$ , is the average over the last three years for which data would be available at the time the MP would be applied, hence<sup>2</sup>:

$$J_{av,y} = \frac{1}{3} (J_{y-2} + J_{y-3} + J_{y-4}) \quad (2)$$

where the  $J$  applies to either to the East or to the West area<sup>3</sup>.

##### *CMP specifications*

The CMP sets the TAC every second year simply as a multiple of the  $J_{av}$  value for the area at the time, but subject to the change in the TAC for each area being restricted to a maximum of 20% (up or down). The formulae are given below.

For the East area:

$$TAC_{E,y} = \left( \frac{TAC_{E,2018}}{J_{E,2016}} \right) \cdot \alpha \cdot J_{av,y-2}^E \quad (3a)$$

$$\text{If } TAC_{E,y} \geq 1.2 * TAC_{E,y-1} \text{ then } TAC_{E,y} = 1.2 * TAC_{E,y-1}$$

<sup>1</sup> These years commence from 2012 (JPN\_LL\_NEAt2), 2010 for FR\_AER\_SUV, 2013 for MED\_LAR\_SUV, 2011 for MED\_AER\_SUV and JPN\_LL2, 1994 for US\_RR\_115\_144, and 1984 for GOM\_LAR\_SUV.

<sup>2</sup> For the French and Mediterranean aerial survey, there is no value for 2014 and 2015 respectively. These years are omitted from this averaging where relevant.

<sup>3</sup> The reason that the subscript on  $J_{av}$  is  $y-2$  here is that one would set a TAC for year  $y$  during year  $y-1$ , at which time the most recent abundance indices available would be for year  $y-2$ .

$$\text{If } TAC_{E,y} \leq 0.8 * TAC_{E,y-1} \text{ then } TAC_{E,y} = 0.8 * TAC_{E,y-1}$$

For the West area:

$$TAC_{W,y} = \left( \frac{TAC_{W,2018}}{J_{W,2016}} \right) \cdot \beta \cdot J_{av,y-2}^W \quad (3b)$$

$$\text{If } TAC_{W,y} \geq 1.2 * TAC_{W,y-1} \text{ then } TAC_{W,y} = 1.2 * TAC_{W,y-1}$$

$$\text{If } TAC_{W,y} \leq 0.8 * TAC_{W,y-1} \text{ then } TAC_{W,y} = 0.8 * TAC_{W,y-1}$$

## B. The DFO Candidate Management Procedure

*A.R. Hanke*

The DFO western MP (DFO7\_40\_10) uses index 7 (GOM\_LAR\_SUV) to predict stock status and derive a TAC recommendation. Healthy, cautious, critical and super critical zones are defined by the reference values 1.0, 0.4 and 0.1. The stock status at the conclusion of a management cycle is determined by comparing the ratio of the index value at the end of a cycle to a base value of the index. The base value is the mean of the index values in the last 3 years of the historical period.

In addition to an evaluation of status based on the index, the MP also determines the trend in the index over the most recent 4 years in order. The magnitude and direction of the trend affects the TAC recommendation conditional on stock status and comprise the control rules.

These control rules are as follows:

1. When the stock is in the healthy zone and the trend is positive, the TAC is increased by a scalar of 0.3 applied to the magnitude of the trend. Thus a slope of 1.0 increases the TAC by 30%. Otherwise, if the trend is negative there is no adjustment in the TAC.
2. When the stock is in the cautious zone and the trend is negative, the TAC is decreased by a scalar of 0.1 applied to the magnitude of the trend. Thus a slope of -1.0 decreases the TAC by 10%. Otherwise, if the trend is positive there is no adjustment in the TAC.
3. When the stock is in the critical zone, the TAC is decreased by a scalar of 0.1 applied to the magnitude of the trend 50%. In the event that the status falls below the critical zone, the TAC is set to 0.

In mathematical terms the MP works as follows:

$$I_{base} = \sum_{y=2012}^{2015} I_y / 4$$

$$I_{ratio} = I_n / I_{base}$$

$$\beta = I_j - \alpha / Y_j, \quad j = y_{n-3}, \dots, y_n$$

Healthy Zone

$$I_{ratio} \geq 1 \wedge \beta \geq 0, \quad TAC_{y_{n+1}} = (1 + \beta \times 0.3) \times TAC_{y_n}$$

$$I_{ratio} \geq 1 \wedge \beta < 0, \quad TAC_{y_{n+1}} = TAC_{y_n}$$

Cautious Zone

$$I_{ratio} < 1 \wedge I_{ratio} \geq 0.4 \wedge \beta < 0, \quad TAC_{y_{n+1}} = (1 + \beta \times 0.1) \times TAC_{y_n}$$

$$I_{ratio} < 1 \wedge I_{ratio} \geq 0.4 \wedge \beta \geq 0, \quad TAC_{y_{n+1}} = TAC_{y_n}$$

Critical Zone A

$$I_{ratio} < 0.4 \wedge I_{ratio} \geq 0.1, \quad TAC_{y_{n+1}} = 0.5 \times TAC_{y_n}$$

Critical Zone B

$$I_{ratio} < 0.1, \quad TAC_{y_{n+1}} = 0$$

$$\text{If } TAC_{W,y} \leq 0.8 * TAC_{W,y-1} \text{ then } TAC_{W,y} = 0.8 * TAC_{W,y-1}$$

A constant catch MP (CurEC100) was developed for the eastern stock that set the TAC according to the management recommendations for 2016 through 2020 (Rec [14-04]; Rec [17-07]). The resulting schedule of removals for the eastern stock was 19,296 MT, 23,155 MT, 28,200 MT, 32,240 MT and 36,000 MT in years 2016 to 2020. Following 2020 the TAC was fixed at 36,000 MT. However, when a greater than 1 year management cycle is invoked, ABT-MSE will adjust this schedule by omitting TAC recommendations that do not fall on the terminal year of the cycle and repeat those that do.

### C. EU Candidate Management Procedure (CMP)

Gorka Merino, Haritz Arrizabalaga, Tristan Rouyer, Ana Gordo

The CMPs first attempted for the East and Western areas are empirical and are only different on the indices used and the targets. In particular, for the Eastern stock three indices were tested: JPN-LL-NEAt12, FRE-AER-SUV, MED-AER-SUV and an average of the three. For the West we tried the GOM-LAR-SUV index. For both areas we tried two targets (100% and 75% of current values).

At a later stage, the average indices for the East and the target of 100% for both areas were selected for further testing.

Thus, the CMP consists on TAC adaptations as a response to the following indices' dynamics:

- East: Average of the JPN-LL-NEAt12, FRE-AER-SUV and MED-AER-SUV.
- West: GOM\_LAR\_SUV

The CMP calculates the relation of the average value of the index in each management period of the simulation (curl) with a target (Targ), which is set relative to its value at the beginning of the simulation (I0). In this case the target is set at the value at the beginning of the simulation, Targ=I0.

$$\text{Targ} = x * I_0$$

$$\text{Irat} = \text{curl} / \text{Targ}$$

The new TAC is set proportionally to the relation between the current value and the target:

$$\text{newTAC} = \text{oldTAC} * \text{Irat}$$

In addition, this CMP includes a stability constraint that allows only for small increases of TAC in each management period (Irat < +5%) and moderate reductions (Irat > -20%).

#### D. The MPx (MP with optional mixing, Tom Carruthers) initial Candidate Management Procedure

The MPx CMP aims to maintain a constant fishing mortality rate at biomass approximately at  $B_{MSY}$  levels. To achieve this the MP uses calibrated regional indices to infer regional biomass from which TACs are adjusted depending on both stock status (regional biomass levels relative to a target level) and the implied fishing rate (current catch levels divided by the estimated regional biomass relative to a target fishing rate). The MPx CMP has a highly flexible harvest control rule that allows for either no adjustment relative to target fishing rate or no adjustment relative to target biomass (or varying levels of sensitivity to these). Optionally, the MPx CMP can also use Atlantic-wide indices to infer regional mixing by including mixing parameters in the set of control parameters.

##### *Vulnerable biomass and fishing rate estimation*

MPx provides TAC advice in a given time period  $t$  using Spawning Stock Biomass indices ( $I^{SSB}$ ) averaged over two calendar years (indices are available up to the year before current, e.g. 2016), by stock  $s$  and Catch Rate Indices ( $I^{CR}$ ) by area  $a$ , calibrated to current stock assessments of vulnerable biomass  $B$  (estimates of catchability  $q$  for SSB and CR indices). In order to, for example, interpret Eastern area SSB in terms of Western area biomass, an estimate of stock mixing is required  $\theta_{s=East\_stock,a=West}^{mix}$  that is the fraction of East stock spawning biomass that can be expected to be vulnerable to fishing in the West.

$$(1) \quad B_{a,t}^{SSB} = \frac{1}{2} \sum_{t=y-2}^{y-1} \sum_s I_{s,t}^{SSB} q_s^{SSB} \theta_{s,a}^{mix}$$

$$(2) \quad B_{a,t}^{CR} = \frac{1}{2} \sum_{t=y-2}^{y-1} I_{a,t}^{CR} q_a^{CR}$$

The  $q$  parameters are calibrated to 2016 estimates spawning biomass (by stock)  $\theta_s^{SSB}$ , and vulnerable biomass (by area)  $\theta_a^B$ :

$$(3) \quad q_s^{SSB} = \frac{\theta_s^{SSB}}{I_{s,2016}^{SSB}}$$

$$(4) \quad q_a^{CR} = \frac{\theta_a^B}{I_{a,2016}^{CR}}$$

The estimates of vulnerable biomass  $B$  arising from the calibrated indices can be used to estimate the fishing mortality rate using observations of catches  $C$

$$(5) \quad F_{a,t}^{CR} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,t}}{B_{a,t}^{CR}}\right)$$

$$(6) \quad F_{a,t}^{SSB} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,t}}{B_{a,t}^{SSB}}\right)$$

##### *Combining inference from SSB and CPUE indices*

Assessment estimates of vulnerable biomass at  $MSY$  ( $\theta^{BMSY}$ ) can be used to calculate current vulnerable biomass relative to  $B_{MSY}$ , here inference from catch rate and spawning indices is equally weighted as the geometric mean:

$$(7) \quad \Delta_{a,t}^B = \exp\left(\frac{1}{2} \left[ \ln\left(\frac{B_{a,t}^{SSB}}{\theta_a^{BMSY}}\right) + \ln\left(\frac{B_{a,t}^{CR}}{\theta_a^{BMSY}}\right) \right]\right)$$

The same approach was used to combined estimates of  $F$  relative to  $F_{MSY}$ :

$$(8) \quad \Delta_{a,t}^F = \exp\left(\frac{1}{2} \left[ \ln\left(\frac{F_{a,t}^{SSB}}{\theta_a^{FMSY}}\right) + \ln\left(\frac{F_{a,t}^{CR}}{\theta_a^{FMSY}}\right) \right]\right)$$

### CMP specifications

TACs in the following year are based on TAC in the previous time step multiplied by a factor  $\varphi_{a,t}$ :

$$(9) \quad TAC_{a,t+1} = TAC_{a,t} \varphi_{a,t}$$

where the factor  $\varphi_{a,t}$  is determined by adjustments for fishing rate  $\delta_{a,t}^F$  and stock status  $\delta_{a,t}^B$ :

$$(10) \quad \tilde{\varphi}_{a,t} = \delta_{a,t}^F \delta_{a,t}^B$$

The adjustment to  $F$  is the inverse of  $F/F_{MSY}$  ( $\Delta_{a,t}^F$ ) where the magnitude of the adjustment is determined by  $\beta^F$ . The parameter  $\alpha^F$  controls the target  $F$  level where  $F/F_{MSY} = 1$  and  $B/B_{MSY} = 1$ . For example, at a value of 0.8, the MP deliberately aims to underfish at 80% of  $F_{MSY}$  when the stock is at  $B_{MSY}$  and current  $F$  is  $F_{MSY}$ . Note that when  $\alpha^F=1$  and  $\beta^F = 1$  the  $F$  adjustment  $\delta_{a,t}^F$  is the inverse of  $\Delta_{a,t}^F$  and hence recommends  $F_{MSY}$  fishing rate (and depends on the assumption that biomass will be comparable at  $t+1$ ).

$$(11) \quad \delta_{a,t}^F = \alpha^F \exp\left(\beta^F \ln(1/\Delta_{a,t}^F)\right)$$

The adjustment to biomass is exponentially related to the disparity between current biomass and  $B_{MSY}$ . The term  $|\Delta_{a,t}^B - 1|$  is the positive absolute difference (modulus). The magnitude of the adjustment for biomass is controlled by the parameter  $\alpha^B$  while the (extent of the TAC change for biomass levels far from  $B_{MSY}$ ) is controlled by the exponent  $\beta^B$ . This is analogous to a traditional harvest control rule (e.g. '40-10') and throttles fishing rates at low stock sizes to speed recovery while also increasing fishing rates at high stock sizes to exploit additional biomass. When  $\alpha^B = 0$  there is no biomass adjustment and  $\delta_{a,t}^B$  is invariant to  $\beta^B$ .

$$(12) \quad \delta_{a,t}^B = \begin{cases} \exp\left[(\alpha^B |\Delta_{a,t}^B - 1|)^{\beta^B}\right] & 1 < \Delta_{a,t}^B \\ \exp\left[-(\alpha^B |\Delta_{a,t}^B - 1|)^{\beta^B}\right] & \Delta_{a,t}^B \leq 1 \end{cases}$$

This generalized TAC harvest control rule can accommodate a wide range of control schemes of varying sensitivity to estimates of current exploitation rate and stock status. The default values of the control parameters for the biomass and fishing rate estimation and the harvest control rule are included in **Table Appendix 6 D.1**.

### TAC adjustment limits

The maximum rate of TAC adjustment is determined by  $\theta^{down}$  and  $\theta^{up}$  that control the maximum extent of downward and upward adjustment respectively:

$$(13) \quad \varphi_{a,t} = \begin{cases} \theta^{down} & \tilde{\varphi}_{a,t} < \theta^{down} \\ \tilde{\varphi}_{a,t} & \theta^{down} < \tilde{\varphi}_{a,t} < \theta^{up} \\ \theta^{up} & \theta^{up} < \tilde{\varphi}_{a,t} \end{cases}$$

$\theta^{down}$  and  $\theta^{up}$  are fixed at 20% and the MP updates the TAC every two years.

**Table Appendix 6 D.1.** Round 1 control parameter values for biomass estimation, fishing rate estimation and the specification of the harvest control rule.

Description		Value
<i>Biomass calculation</i>		
$I_{East\_stock}^{SSB}$	Spawning stock biomass index for eastern stock	MED_LAR_SUV
$I_{West\_stock}^{SSB}$	Spawning stock biomass index for western stock	GOM_LAR_SUV
$I_{East}^{CR}$	Vulnerable biomass catch rate index for eastern area	JPN_LL_NEATL2
$I_{West}^{CR}$	Vulnerable biomass catch rate index for western area	US_RR_115_144
$\theta_{East}^{BMSY}$	Eastern area biomass at maximum sustainable yield	220 kt
$\theta_{West}^{BMSY}$	Western area biomass at maximum sustainable yield	37 kt
$\theta_{East}^{FMSY}$	Eastern area fishing mortality rate at MSY	0.1
$\theta_{West}^{FMSY}$	Western area fishing mortality rate at MSY	0.1
$\theta_{East\_stock,2017}^{SSB}$	Spawning stock biomass of the eastern Stock in 2017	320 kt
$\theta_{West\_stock,2017}^{SSB}$	Spawning stock biomass of the western Stock in 2017	27 kt
$\theta_{East,2017}^B$	Vulnerable biomass in the eastern area in 2017	200 kt
$\theta_{West,2017}^B$	Vulnerable biomass in the western area in 2017	50 kt
$\theta_{West,East}^{mix}$	Fraction of western stock in eastern area	0.3
$\theta_{East,West}^{mix}$	Fraction of eastern stock in western area	0.2
<i>Harvest control rule</i>		
$\alpha^B$	The magnitude of the adjustment for biomass relative to $B_{MSY}$	1
$\beta^B$	Exponent parameter controlling extent of the adjustment for biomass relative to $B_{MSY}$	2
$\alpha^F$	Target fishing mortality rate (fraction of $F_{MSY}$ ) at $F/F_{MSY} = 1$ and $B/B_{MSY} = 1$	0.8
$\beta^F$	The magnitude of the adjustment for fishing rate relative to $F_{MSY}$	0.5

### E. A simple index-based CMP (J. Walter)

The MP is exactly the generic index-based MP outlined in the Trial Specifications document. The mathematical details are as follows:

$$I_{curr} = \frac{\sum_{i=k}^y I_y}{k}$$

If  $I_{curr} > t^*(1+\Delta)$  then  $TAC_y = TAC_{y-1} * (1+\Delta)$

If  $I_{curr} < t^*(1-\nabla)$  then  $TAC_y = TAC_{y-1} * (1-\nabla)$

else  $TAC_y = TAC_{y-1}$

where  $I_{curr}$  is the average of the index over the previous  $k$  years,  $t$  is the target value for the index which if the index is higher than  $t^*(1+\Delta)$ , then the TAC increases by a factor of  $1+\Delta$ ; if  $I_{curr}$  is less  $t^*(1-\nabla)$  then the TAC in year  $y$  decreases by a factor of  $1-\nabla$ .

To apply this to an index it is necessary to define the index and the control parameters of the target value, the percentage increase and the percentage decrease and the number of years over which to average the index.

#### **A USRR 115\_144 index CMP for East and West areas**

A candidate management procedure (CMP) based on the USRR 115\_144 index for both East and West areas. It alters the current TAC according to the ratio of the index averaged over  $k$  years relative to the chosen target value of the index. The concept of using this index for both East and West areas comes from the observation that this index is for ages 4 and 5 year old fish, which are of mixed Eastern and Western origin in the fishery that this index comes from. Hence this index is the first index to see recruits from both stocks and may be useful for tracking recruitment. The CMP exactly follows the example MP in the trial specification document. As such it is not expressly particularly designed for good performance and further MP development may change control parameter settings or the actual design of any CMP that uses the **USRR 115\_144** index.

To create an MP based on the USRR 115\_144 index (index 6) as the single index for both East and Western areas we specified the  $\Delta$  as 0.05 and  $\nabla$  as 0.2. Two years were chosen to average the index ( $k=2$ ) and several different values for the target were explored from 0.25-0.8.

**SPECIFICATIONS FOR MSE TRIALS FOR BLUEFIN  
TUNA IN THE NORTH ATLANTIC**

**CONTENTS**

1.	<b>BASIC CONCEPTS AND STOCK STRUCTURE</b> .....	35
	I) Spatial strata.....	35
	Baseline .....	35
	Alternative low priority future options.....	35
	II) Stock mixing.....	36
	Baseline .....	36
	Possible alternative options .....	36
2.	<b>PAST DATA AVAILABLE</b> .....	36
	I) Raw data .....	37
	II) Analysed data .....	37
	III) Assumptions.....	40
3.	<b>BASIC DYNAMICS</b> .....	45
	I) Overview.....	45
	II) Equations .....	45
	Baseline .....	49
	Alternative options .....	49
	III) Fleet structure and exploitation history .....	50
	Baseline .....	50
	Alternative options .....	50
4.	<b>MANAGEMENT OPTIONS</b> .....	50
	I) Spatial strata for which TACs are set.....	51
	Baseline .....	51
	Alternative options .....	51
	II) Options for the frequency of setting TACs.....	51
	Baseline .....	51
	Alternative options .....	51
	III) Upper limits on TACs .....	51
	IV) Minimum extent of TAC change .....	52
	Baseline .....	52
	Alternative options .....	52
	V) Maximum extent of TAC change .....	52
	Baseline .....	52
	Alternative options .....	52
	VI) Technical measures .....	52
5.	<b>FUTURE RECRUITMENT AND DISTRIBUTION SCENARIOS</b> .....	52
	I) West .....	53
	II) East + Mediterranean.....	53
	III) Future regime shifts.....	53
	West.....	53
	East+Med .....	53
	IV) Statistical properties.....	53
	Baseline .....	53
	Alternative options .....	54
	V) Possible future distributional changes .....	54
6.	<b>FUTURE CATCHES</b> .....	54
	Baseline .....	54
	Alternative options .....	54
7.	<b>GENERATION OF FUTURE DATA</b> .....	54
	I) Baseline suggestions .....	55
	West.....	55
	East+Med .....	55
	II) Alternative options.....	55

III) Relationships with abundance .....	55
IV) Statistical properties .....	56
Baseline .....	56
Alternative options .....	56
Other aspects .....	56
8.    PARAMETERS AND CONDITIONING .....	57
I) Fixed parameters .....	57
II) Estimated parameters .....	58
III) Characterising uncertainty .....	64
Baseline .....	64
Alternative options .....	64
9.    TRIAL SPECIFICATIONS .....	65
A. Reference set .....	65
B. Robustness trials .....	66
10.   PERFORMANCE MEASURES/STATISTICS .....	66
I) Summary measures/statistics .....	67
II) Summary plots .....	67
III) Level of reporting .....	68
Baseline .....	68
Alternative options .....	68

## 1. BASIC CONCEPTS AND STOCK STRUCTURE

This first item intends to cover only the broadest overview issues. More detailed technical specifications are included under subsequent items.

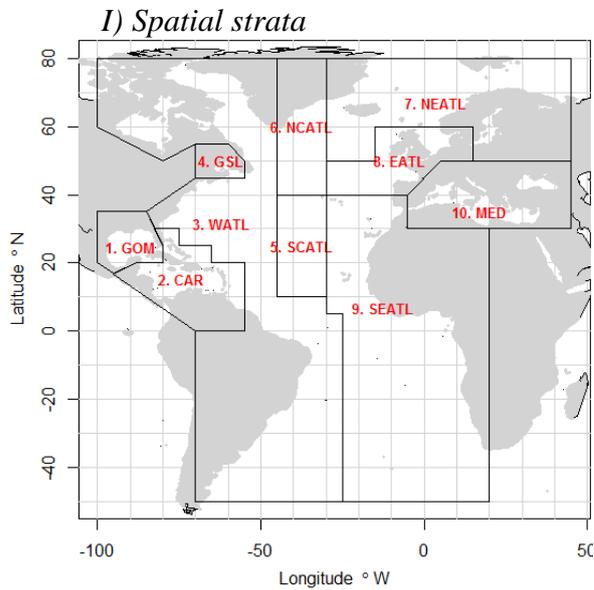


Figure 1.1. Spatial definitions tabled by the 2015 ICCAT data preparatory meeting (Anon. 2015) with simplification to a single Mediterranean area.

### Baseline

Spatial areas at the resolution of the reported PSAT tagging data and the stock of origin data (which do not have sufficient resolution to divide the Mediterranean area into Eastern and Western sub areas)(Figure 1.1)

### Alternative low priority future options

The MAST model (Taylor et al. 2011) areas which are the same Figure 1.1 but simplified such that the Central Atlantic is merged with the Western Atlantic.

## II) Stock mixing

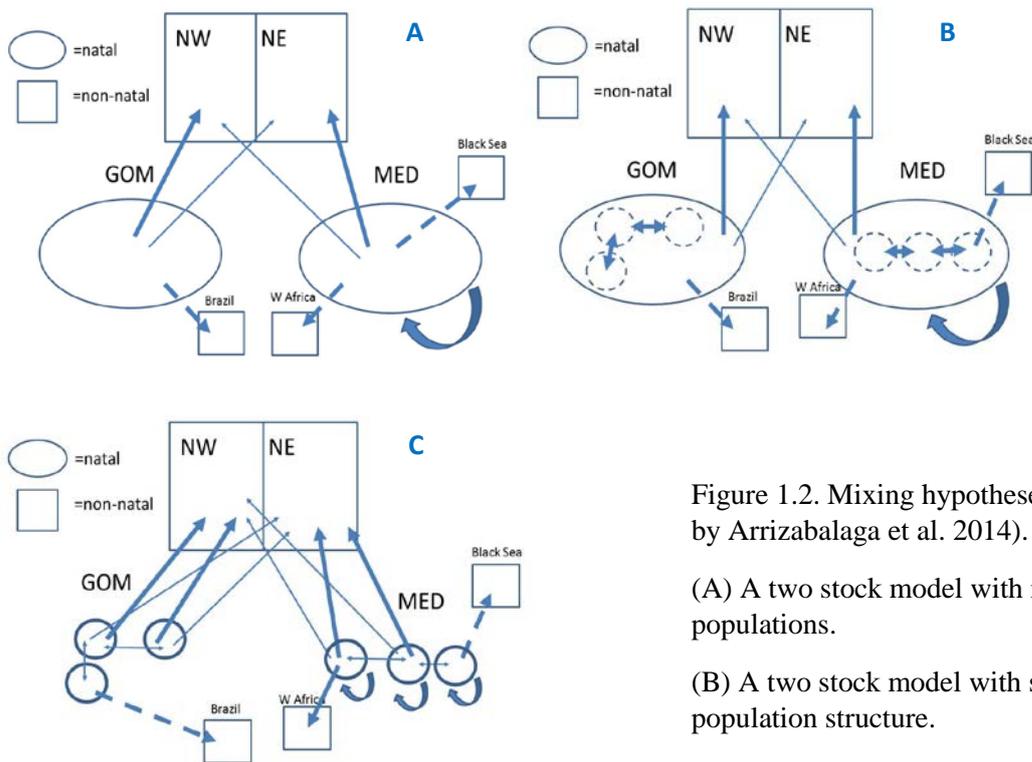


Figure 1.2. Mixing hypotheses suggested by Arrizabalaga et al. 2014).

(A) A two stock model with no sub-populations.

(B) A two stock model with sub-population structure.

(C) A complex 2+ stock model.

### Baseline

A two-stock model similar to Figure 1.2A but adhering to the spatial structure of Figure 1.1A and including the mixing for West Africa which was discovered after the Tenerife meeting.

### Possible alternative options

A two-stock model with no mixing

## 2. PAST DATA AVAILABLE

Table 2.1 provides an overview of the data that may be used to condition operating models for Atlantic bluefin tuna. The Table indicates those data that have been gathered, those that are currently available and those that have already been used in conditioning operating models.

## *I) Raw data*

A preliminary demonstration operating model has been fitted to the fishery, tagging and survey data that are currently available (Table 2.1, field ‘Used in OM’). Currently the operating model is fitted to ICCAT Task II landings data scaled upwards to annual Task I landings.

The ICCAT catch at size data set was used to estimate gear selectivity for each of the baseline fleet types.

The pop-off satellite archival tag data from several sources (NOAA, DFO, WWF, AZTI, UNIMAR, IEO, UCA, FEDERCOOPESCA, COMBIOMA, GBYP, Stanford University) have been compiled by NOAA (M. Laretta) and used in the preliminary model to estimate movements among areas. In total 319 tags provided information on 929 quarterly transitions (Table 2.2).

Catch data provide scale to stock assessments. In a similar way, spatial stock of origin data are necessary to estimate the relative magnitude of the various stocks in a multi-stock model (to correctly assign catches to stock). Currently the model uses stock of origin data derived from the otolith microchemistry research of AZTI, UMCES and DFO (Table 2.3).

There is uncertainty in regard to the stock of origin of bluefin catches in the South Atlantic which reported prior to 1970. Currently these are dealt with in the same way as all other catches: they are assigned to the areas of Figure 1.1A by uprating Task II catches (that are reported spatially) to the annual Task I catch data. It follows that these South Atlantic catches are combined with north Atlantic catches in the areas W.Atl and E.Atl (Figure 1.1A) and assumed to have the same stock of origin. Currently all the stock of origin data come from analyses undertaken in the north Atlantic only (e.g. otolith microchemistry).

## *II) Analysed data*

In the absence of a trip-level and fleet-specific regional abundance indices, a master index was calculated from Task II CPUE data and standardized assessment indices. The motivation for this was to produce indices of standardized effort by year, subyear and area (fleet specific catch divided by the master index) for operating model conditioning. The index was calculated using the following linear model (for more detail on this approach see Carruthers 2017, SCRS/2017/019):

$$\log(CPUE_{y,r,m,f}) = \alpha_{y,r} + \beta_{m,r} + \delta_{f,r} + \varepsilon \quad (2.1)$$

where  $y$ ,  $r$ ,  $m$  and  $f$  refer to years, areas, subyears and fleets, respectively.

The Task II CPUE data provide information about the approximate spatial / season distribution of the stock within years (Table 2.2). The standardized assessment indices provide the primary information about trend within area over years (Table 2.3).

Table 2.2. The Task II CPUE data used to derive the master index.

<b>Flag</b>	<b>Gear</b>	<b>Details</b>
Japan	Longline	1.38m fish
USA	Longline	13,156 fish
Canada	Rod and reel	9,131 tonnes
Morocco	Trap	15,996 tonnes
Spain	Baitboat	35,625 tonnes

Table 2.3. The standardized CPUE indices of the assessments that are used to derive trend information for the master index and also fit the operating models.

<b>Flag</b>	<b>Gear</b>	<b>Details</b>
Spain	Baitboat	1952-2006, Q3, E Atl
Spain / France	Baitboat	2007-2014, Q3, E Atl
Morocco / Spain	Trap	1981-2011, Q2, SE Atl
Morocco / Portugal	Trap	2012-2016, Q2, SE Atl
Japan	Longline	1975-2009, Q2, SE Atl
Japan	Longline	1990-2009, Q4, NE Atl
Japan	Longline	2010-2017, Q4, NE Atl
US (66cm - 114cm)	Rod and reel	1993-2015, Q3, W Atl
US (115cm - 144cm)	Rod and reel	1993-2015, Q3, W Atl
US (145cm +)	Rod and reel	1980-1992, Q3, W Atl
US (195cm +)	Rod and reel	1984-1992, Q3, W Atl
US	Longline	1987-1991, Q2, GOM
US	Longline	1992-2016, Q2, GOM
Japan	Longline	1976-2009, Q4, W Atl
Japan	Longline	2010-2017, Q4, W Atl
Canada	Rod and reel	1984-2016, Q3, W Atl
Italy	Trap	1993-2010, Q2, Med

Table 2.4. Fishery-independent indices used in the fitting of operating models.

Type	Details
French aerial survey	2000-2016, Q2, Med
Larval survey	2001-2015, Q2, Med
Canadian acoustic survey	1994-2015, Q3, GSL
Larval survey	1977-2016, Q2, GOM
Aerial survey	1975-2009, Q2, Med

The master index can be used to predict relative abundance (and hence standardized effort) for any fleet with catches over the full range of years, subyears and areas (Figure 2.1).

The operating models are also fitted to the standardized indices used in the VPA stock assessments (Table 2.3) and range of fishery-independent indices (Table 2.4). These fishery independent indices include a western larval index in the Gulf of Mexico (Lamkin et al., 2014) and an Eastern larval index in the Western Mediterranean (Ingram et al., SCRS/2015/035).

In order to predict observed catch at size from model predicted catch at age, operating models made use of an inverse age-at-length key (probability of length strata given age). These keys are developed from the base-case stock assessment growth curves for Eastern and Western stocks and an assumed coefficient of variation of 10% (variability in length at age).

There are four sources of derived data that are priorities moving forward:

- a defensible inverse age-length key for each stock preferably disaggregated by time,
- finalized fishery-independent larval surveys for both the Western and Eastern stocks,
- standardized abundance indices based on trip-level catch rate data and
- electronic tag data by age class
- (most importantly) a greater quantity of stock of origin data by age class spanning a greater range of subyear and area combinations.

Note that the preliminary operating model has been fitted to a relative abundance index derived from ICCAT task II catch and effort data, primarily those from the Japanese longline fleet. Set specific data are not available at this level, such as hooks per basket (depth), bait type and soak time that often substantially affect the derived index of abundance. It is important to produce a trip-level index that is standardized for these covariates if possible.

Further, currently the stock of origin data are relatively numerous but very sparse and only available for about 20% of subyear-area combinations (Table 2.3) (currently the operating model does not have stock of origin data for the Western Mediterranean and the Gulf of St Lawrence). Coupled with sparse PSAT tagging data at this resolution

(Table 2.2), there is limited information to estimate age-specific movement and allow the model to apportion catches to stock in these time-area strata correctly. There are however a large number of studies that may provide estimates of the stock of origin the data of which are not currently used to condition the operating model (e.g. otolith microchemistry, SNP, otolith shape and mitochondrial DNA analyses). Along with additional electronic tagging data by age class, provision of these stock of origin data by age class is arguably the highest priority for successfully conditioning future operating models.

### *III) Assumptions*

The following are the default assumptions made in the model. Some of them may be relaxed in the robustness trials.

The age-length key is static and not adjusted according to fishing mortality rate and length selectivity of fishing.

CPUE indices are considered to be proportional to exploitable biomass (weighted by the selectivity indices).

Larval indices are assumed to be proportional to spawning stock biomass in the area in which they were collected in contrast to stock-wide spawning stock biomass (for scenarios where the two are not proportional).

Table 2.1. Overview of data that may be used to inform operating models for Atlantic bluefin tuna (available online [here](#)). Cells shaded green reflect sources for which data are available ('Collab', the Core modelling group CMG, or the ICCAT secretariat) and whether data that are available have also been used in conditioning preliminary operating models ('used in OM?')

Type of data (Informs)	Year range	Til	Spatial range	Can be by quarter?	By age-class?	Contact	Collab	Available to:				Used in OM?
								TC	CMG	ICCAT	ALL	
<b>1. CPUE indices (relative abundance, movement, performance at stakeholder level)</b>												
1.1. ICCAT task II CPUE	1950-2015	∞	All	Y	N	Carlos Palma (ICCAT)	Y	Y	Y	Y	Y	Y
1.2. Japanese LL standardized spatial	1976-2013	∞	E, NE, W, C	Y	N	Ai Kimoto	Y	Y	N	N	N	Y
	1990-2013	∞	W	Y	N		Y	Y	N	N	N	Y
	1992-2015	∞	W	Y	N		Y	Y	N	N	N	Y
1.3. USA LL standardized spatial	1992-2004	∞	GOM	Y	N		Y	Y	N	N	N	Y
	2005-2015	∞	GOM	Y	N	Matt Lauretta (NOAA)	Y	Y	N	N	N	Y
1.4. USA HL standardized spatial	1980-2015	∞	W	Y	N		Y	N	N	N	N	N
1.5. USA RR standardized spatial	1992-2015	∞	W	Y	N		Y	Y	Y	Y	Y	Y
1.6. USA-CAN LL standardized spatial	1992-2014	∞	W, C	Y	N	M. Lauretta (NOAA) /	Y	N	N	N	N	N
1.7. USA-CAN HL standardized spatial	1993-2014	∞	W, C	Y	N	A. Hanke (DFO)	Y	N	N	N	N	N
1.8. CAN LL standardized		∞	W, GSL	Y	N		Y	N	N	N	N	N
1.9. CAN HL standardized	1981-2014	∞	GSL	Y	N	Alex Hanke (DFO)	Y	N	N	N	N	N
	1988-2014	∞	W	Y	N		Y	N	N	N	N	N
1.10. CAN CMB RR	1984-2015	∞	W	Y	N	Alex Hanke (DFO)	Y	Y	Y	Y	Y	Y
1.11. TWN LL standardized	1960-2004	2004	W, NE, E	Y	N	Julia Huang (NTOU)	N	N	N	N	N	N
1.12. MOR-SPN TRAP standardized	1982-2011	2011	WM	Y	N	N. Abid	Y	Y	Y	Y	Y	Y
1.13. MOR-POR TRAP standardized	2012-2015	∞	W, WM	Y	N	N. Abid	Y	Y	Y	Y	Y	Y
1.14. ESP TRAP standardized			W, WM	Y	N	Jose Miguel de la Serna	N	N	N	N	N	N
1.15. ITA (SAR) TRAP standardised	1993-2010	2010	CM	Y	N	Pierantonio Addis	Y	Y	Y	Y	Y	Y
1.16. ESP BB	1981 - 2006	2006	EATL	Y	N	Haritz Arrizabalaga	Y	Y	Y	Y	Y	Y
1.17. SP-FR BB	2007-2014	2014	EATL	Y	N	Haritz Arrizabalaga	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<b>2. Larval indices (SSB, movement)</b>												
2.1. USA	1977-2015	∞	GOM	Y	N	Walter Ingram (NOAA)	Y	Y	Y	Y	Y	Y
2.2. ESP	01-'05 '12-'15	2018	W Med	Y	N	Franciso Alemany (IEO)	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<b>3. Catches (stock size, harvest rate)</b>												
3.1. ICCAT task I			non-spatial	N	N		Y	Y	Y	Y	Y	N
3.2. ICCAT task II	1950-2015	∞	All	Y	N	Carlos Palma (ICCAT)	Y	Y	Y	Y	Y	N
3.3. ICCAT CATDIS					N		Y	Y	Y	Y	Y	Y
3.4. GBYP	1512-1950		E, M	Y	N	Carlos Palma (ICCAT)	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<b>4. Catch composition (selectivity, depletion)</b>												
4.1. ICCAT catch-at-size	1950-2015	∞	All	Y	N	Carlos Palma (ICCAT)	Y	Y	Y	Y	Y	Y
4.2. Stereo video caging	2014	ended	WM, EM	Y	N	Mauricio Ortiz (ICCAT)	N	N	N	N	N	N
4.3. Canadian fisheries					N	Alex Hanke (DFO)	N	N	N	N	N	N
4.4. GBYP Historical catches	1910-1950	=	E, M	Y	N	Carlos Palma (ICCAT)	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<b>5. Conventional tags (feasible movement, growth, GTG heterogeneity)</b>												
5.1. ICCAT	1954-2014	2015	All	Y	Y	Carlos Palma (ICCAT)	Y	Y	Y	Y	Y	Stock defs
<b>6. SI archival tags (feasible movement)</b>												
6.1. LPRC (n=4000)	2011-2015		W	Y	Y	Molly Lutcavage	Y	Y	N	N	N	Y
6.2. AZTI (n=20)	2007-2011		NE	Y	Y	Igor Arregui	Y	Y	N	N	N	Y
<b>7. PSAT tags (movement)</b>												
7.1. LPRC (n=423)	2005-2009	ended	W	Y	Y	Molly Lutcavage	Y	Y	N	N	N	Y
7.2. DFO (n=135)	2013-2015	∞	GSL,W,GOM	Y	Y	Alex Hanke (DFO)	Y	Y	N	N	N	Y
7.3. Stanford (n=1783)	1996-2010	∞	W	Y	Y	Barbara Block	Y	Y	N	N	N	Y
7.4. GBYP (n = 103)	2012-2014	2015	E, M	Y	Y	Antonio Di Natale	Y	Y	N	N	N	Y
7.5. WWF (n = 100)	2008-2015	2015	All	Y	Y	Pablo Cermeno	Y	Y	N	N	N	Y
7.6. SEFSC (NOAA)	2010-2013	2013	GOM,W,GSL	Y	Y	Craig Brown	Y	Y	N	N	N	Y
7.7. Acadia (NS)	2010-2011	2011	GSL	Y	Y	Mike Stokesbury	Y	Y	N	N	N	Y
7.8. UCA	2011	ended	W, C, WM	Y	Y	Antonio Medina	Y	Y	N	N	N	Y

Table 2.1 continued.

Type of data (Informs)	Year range	Til	Spatial range	Can be by quarter?	By age-class?	Contact	Collab	Available to:					Used in OM?
								TC	CMG	ICCAT	ALL		
<b>8. Otolith microchemistry (stock of origin)</b>													
8.1. UMCES, TAMU	2012-2013			Y	Y	David Secor	Y	Y	N	N	N	Y	
8.2. NOAA					Y		Y	Y	N	N	N	Y	
8.3. AZTI (n=189)	2009-2011	ended	E	Y	Y	Igaratza Fraile	Y	Y	N	N	N	Y	
8.4. DFO / UMCES	2011-2013	=	W, GSL	Y	Y	Alex Hanke (DFO)	Y	Y	N	N	N	Y	
8.5. GBYP (n=1371)	2009-2014		All	Y	Y	GBYP	Y	Y	Y	Y		Y	
<b>9. Otolith shape analysis (stock of origin)</b>													
9.1. GBYP (n=172)	2011-2013	2015	E, W, C, WM	Y	N	GBYP	Y	N	N	N	N	N	
<b>10. SNP (population structure, genetic structure)</b>													
10.1. Med HCMR					N	Gianpaolo Zmpicinini	N	N	N	N	N	N	
10.2. GBYP (n=789)	2011-2015	=	All		N	GBYP	Y	Y	N	N	N	Y	
10.3. NOAA/VIMS/CSIRO	2015	=	GOM/M		N	John Walter	N	N	N	N	N	N	
10.4. GBYP Historical UB	200 BC - 1927	1927	E, M	Y	N	Alessia Cariani	Y	N	N	N	N	N	
<b>11. Other genetics on population structure (population structure, genetic structure)</b>													
11.1. mtDNA					N	Barbara Block	N	N	N	N	N	N	
11.2. Micro Sat/ mtDNA (n=320 / 147)	2003	ended	GOM, WM	Y	N	Carlsson	N	N	N	N	N	N	
<b>12. Fish. Ind. surveys (relative abundance, movement)</b>													
12.1. ICCAT Aerial	2010-2015	=	M	Y	N	Antonio Di Natale	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
12.2. French Aerial	2000-2015	=	M	Y	N	Tristan Rouyer	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
12.3. USA Aerial	2015-	=	W	Y	N	Molly Lutcavage	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
12.4. USA Acoustic	2015-	=	W	Y	N	Molly Lutcavage	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
12.5. SOG Hydro acoustic curtain (OTN)	proposed		W, WM	Y	N	Mike Stokesbury	N	N	N	N	N	N	
<b>13. Growth, aging (age-length keys, length-age keys)</b>													
13.1. Age-length keys (NOAA)				Y	N	John Walter	Y	N	N	N	N	N	
13.2. Age-length keys (IEO)	2010-2012	ended	E, WM	Y	N	Enrique Rodriguez-Marin	Y	N	N	N	N	N	
13.3. Age-length keys (DFO)	2010-2013	ended	GSL, W	Y	N	Alex Hanke (DFO)	Y	N	N	N	N	N	
13.4. Derived from tagging	1963-2012	ended	Es, W s	Y	N	Lisa Allouid	Y	Y	N	N	N	Y	
13.5. Age-length keys (GBYP)	2011-2015		E, M	Y	N	Antonio Di Natale	Y	N	Y	Y		N	
13.6. Ageing calibration (GBYP)	2014		E, M	Y	N	Antonio Di Natale	Y	N	Y	Y		N	
<b>14. Maturity (Spawning biomass)</b>													
14.1. Western (NOAA)	1975-1981	ended	GOM	Y	N	Guillermo Diaz (NOAA)	Y	N	N	N	N	N	
14.2. Mediterranean			M	Y	N	GBYP	Y	N	N	N	N	N	
<b>15. Other ecological data (spatial distribution, covariates for CPUE standardization, steepness, natural mortality rate, spawning locations etc.)</b>													
15.1. Larval ecology (IEO)		ended	WM	Y	N	Diego Alvarez Berastegui		N	N	N	N	N	
15.2. Habitat model				Y	N	Jean-Noel Druon		N	N	N	N	N	

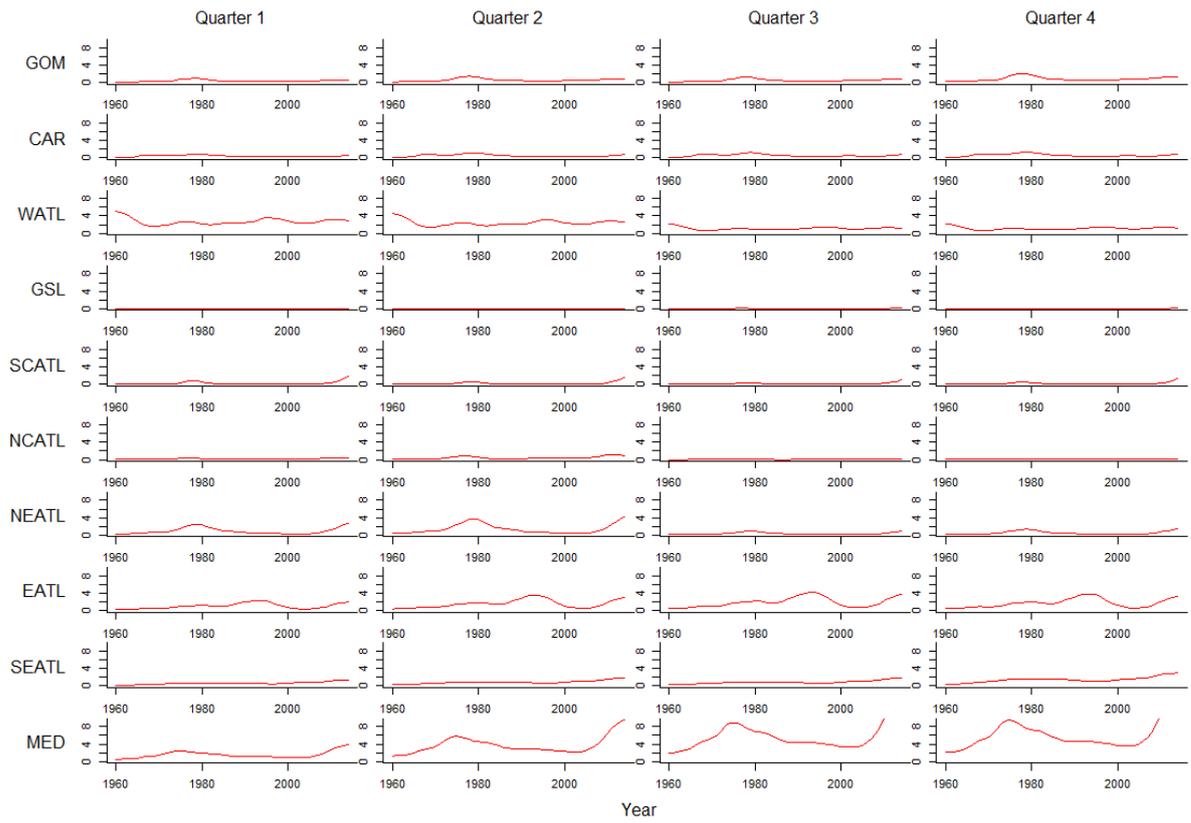


Figure 2.1. The master index. Areas correspond to those of Figure 1.1.



Table 2.3. Distribution of fish that were sampled and assigned stock of origin across years, areas and quarters (N=3465).

Year	N	Area	N	Quarter	N
1974	2	GOM	304	1	413
1975	152	WATL	1992	2	876
1976	67	GSL	621	3	1679
1977	26	NCATL	1	4	497
1978	98	NEATL	4		
1996	75	EATL	48		
1997	34	SEATL	239		
1998	43	MED	256		
1999	21				
2000	6				
2002	55				
2009	81				
2010	145				
2011	1064				
2012	705				
2013	497				
2014	394				

### 3. BASIC DYNAMICS

#### I) Overview

The current operating model ('M3') is based on conventional age-structured accounting (e.g. Quinn and Deriso 1999, Chapter 8) which is common to stock assessment models such as Stock Synthesis 3 (Methot and Wetzel 2013), CASAL (Bull et al. 2012), Multifan-CL (Fournier et al. 1998) and iSCAM (Martell 2015).

The standard age-structured equations are complicated somewhat by the subyear temporal structure in which ageing and recruitment occur in a particular subyear. In this version of the model, spawning occurs for all stocks in a subyear  $ms$ , after subyear 1 (spawning in the Mediterranean and Gulf of Mexico is thought to occur after a period of movement early in the year).

#### II) Equations

Numbers of individuals  $N$ , for stock  $s$ , in a model year  $y$ , in the first subyear  $m=1$ , age class  $a$ , and area  $r$  are calculated from individuals that have moved  $\vec{N}$ , in the previous year, final subyear  $n_m$ , of the same age class subject to combined natural and fishing mortality rate  $Z$ :

$$N_{s,y,m=1,a,r} = \vec{N}_{s,y-1,n_m,a,r} \cdot e^{-Z_{s,y-1,n_m,a,r}} \quad (3.1)$$

where total mortality rate is calculated from annual natural mortality rate  $M$ , divided by the fraction of the year represented by the subyear  $t_m$ , and fishing mortality rate  $F$ , summed over all fleets  $f$ :

$$Z_{s,y,m,a,r} = t_m M_{s,a} \sum_f F_{y,m,a,r,f} \quad (3.2)$$

Fishing mortality rate at age is derived from fishing mortality rate by length class  $FL$  and the conditional probability of fish being in length class  $l$ , given age  $a$  (an inverse age-length key, LAK):

$$F_{y,m,a,r,f} = \sum_l FL_{y,m,l,r,f} \cdot LAK_{s,a,l} \quad (3.3)$$

The fishing mortality rate at length is calculated from an index of fishing mortality rate  $I$ , an estimated catchability coefficient  $q$ , a season and area specific deviation  $FD$ , and a length selectivity ogive  $s$ , by fleet:

$$FL_{y,m,l,r,f} = q_f \cdot I_{y,f} \cdot FD_{m,r} \cdot s_{f,l} \quad (3.4)$$

Selectivity is calculated by a double normal ogive and an estimate of mean length  $L$  for a length class  $l$ :

$$s_{f,l} = \begin{cases} \left( -\frac{L_l - smax_f}{\sigma_{f,A}} \right)^2 & L_l \leq smax_f \\ \left( -\frac{L_l - smax_f}{\sigma_{f,D}} \right)^2 & L_l > smax_f \end{cases} \quad (3.5)$$

where  $smax$  is the fleet-specific length at maximum vulnerability, and  $\sigma_A$  and  $\sigma_D$  are parameters controlling the width of the ascending and descending limbs of the selectivity respectively. Large values of  $\sigma_D$  approximate a ‘flat topped’ logistic selectivity.

In the spawning subyear  $ms$ , ages advance by one and recruitment occurs. The model includes a plus group which is the final age class  $n_a$ :

$$N_{s,y,ms,a,r} = \begin{cases} \vec{N}_{s,y,ms-1,a-1,r} \cdot e^{-Z_{s,y,ms-1,a-1,r}} & a < n_a \\ \vec{N}_{s,y,ms-1,a-1,r} \cdot e^{-Z_{s,y,ms-1,a-1,r}} + \vec{N}_{s,y,ms,a,r} \cdot e^{-Z_{s,y,ms,a,r}} & a = n_a \end{cases} \quad (3.6)$$

Recruitment is derived from a mean recruitment estimate for each stock over the whole time period  $\bar{R}$  which is assumed to occur in user-specified spawning areas  $rs$ .

$$N_{s,y,ms,1,rs} = \bar{R}_s \exp(\varepsilon_{R,y} - \sigma_R^2/2) \quad (3.7)$$

where  $\varepsilon_R$  is a random normal deviate with variance  $\sigma_R^2$  and  $\sigma_R^2/2$  is the bias correction to ensure that on average, recruitment deviations have a mean of 1.

Under projections the operating models use various approaches for modelling recruitment including Beverton-Holt and ‘hockey stick’ forms that predict recruitment from stock-wide spawning biomass. Spawning stock biomass is calculated from moved stock numbers in the previous year, and subyear prior to spawning subyear  $ms$ , weight of individuals at age  $w$ , and the fraction of individuals mature at age  $mat$ :

$$SSB_{s,y} = \sum_a \sum_{rs} \vec{N}_{s,y-1,ms-1,a,r} \cdot e^{-Z_{s,y,ms-1,a,r}} \cdot w_{s,a} \cdot mat_{s,a} \quad (3.8)$$

where weight is calculated from length at age  $l$ :

$$w_{s,a} = \alpha_s \cdot l_{s,a}^{\beta_s} \quad (3.9)$$

and the fraction mature at age is assumed to be a logistic function of age with parameters for the age at 50% maturity  $\gamma$ , and slope  $\vartheta$ :

$$mat_{s,a} = 1/(1 + e^{(\gamma_s - a)/\vartheta_s}) \quad (3.10)$$

Stock numbers for subyears that are not the first subyear of the year and are not the spawning subyear are calculated:

$$N_{s,y,m,a,r} = \vec{N}_{s,y,m-1,a,r} \cdot e^{-Z_{s,y,m-1,a,r}} \quad (3.11)$$

In each subyear, after mortality and recruitment, fish are moved according to an age-specific Markov transition matrix  $mov$  that represents the probability of a fish moving from area  $k$  to area  $r$  at the end of the subyear  $m$ :

$$\vec{N}_{s,y,m,a,r} = \sum_k N_{s,y,m,a,k} \cdot mov_{s,m,a,k,r} \quad (3.12)$$

The movement matrix is calculated from a log-space matrix  $lnmov$  and a logit model to ensure each row ( $k$ ) sums to 1:

$$mov_{s,m,a,k,r} = e^{lnmov_{s,m,a,k,r}} / \sum_r e^{lnmov_{s,m,a,k,r}} \quad (3.13)$$

Size/age stratification for movement models will initially be attempted for three age groups: 0-2, 3-8 and 9+ years (this will be kept the same for the Western Atlantic and the Eastern Atlantic/Mediterranean, but should be re-evaluated for the East as future data become available).

Movements from an area  $k$  to an area  $r$  that are considered to be implausible (e.g. from the Eastern Mediterranean to the Gulf of Mexico) are assigned a large negative number (essentially zero movement) in corresponding cells in these movement matrices. For each area  $k$ , from which individuals can move, one value is assigned zero and all other possible movements are assigned an estimated parameter  $\psi$  (since rows must sum to 1, there is one less degree of freedom):

$$lnmov_{s,m,a,k,r} = \begin{cases} -1E10 & \text{no movement from } k \text{ to } r \\ 0 & \text{first assigned possible movement from } k \text{ to } r \\ \Psi_{s,m,k,r} & \text{other possible movements from } k \text{ to } r \end{cases} \quad (3.14)$$

This movement model can be simplified to estimate only those movements for which data have been observed (e.g. at least one tag track or conventional tagging observation).

Compared with spatially aggregated models, initialization is more complex for spatial models, particularly those that need to accommodate seasonal movement by age and may include regional spawning and recruitment. The equilibrium unfished age structure / spatial distribution cannot be calculated analytically. For any set of model parameters it is necessary to determine these numerically by iteratively multiplying an initial guess of age structure and spatial distribution by the movement matrix. The solution used here is to iterate the transition equations above (Equations 3.1, 3.6, 3.7, 3.11, 3.12) given a fishing mortality rate averaged over the first five years of model predictions until the spatial distribution of stock numbers converges for each of the subyears.

Prior to this iterative process an initial guess at the spatial and age structure of stock numbers  $\hat{N}$  is made based on the movement matrix and natural mortality rate at age  $M$ :

$$\hat{N}_{s,m,a,r} = \bar{R}_s \cdot e^{-\sum_1^a M_{s,a}} \cdot \sum_k \frac{1}{n_r} \cdot mov_{s,m,a,k,r} \quad (3.15)$$

In years prior to the initial model year (e.g. before 1983), historical catches  $\bar{C}$  for eastern and western areas (east/west of 45 degrees longitude) are used to initialize the model using stock reduction analysis (i.e. catches are removed without error from the asymptotic estimates of unfished numbers  $\hat{N}$ ). Mean historical annual catches were divided up among areas and seasons assuming the same seasonal and spatial pattern of catches as the initial years of the modelled time series (e.g. 1961-1965).

Stock numbers for initialization years (e.g. 1864-1982) are calculated using the same equations (i.e. Eqn 3.11 and 3.12) as model years (e.g. 1983 – 2016). The exception is that rather than using effort data, selectivities and an inverse age-length key (Eqns 3.3 and 3.4), fishing mortality rate at age is derived from mean historical catches and the assumption is made that these are taken without error in the middle of the time step with natural mortality rate occurring both before and after fishing:

$$F_{i=1,m,a,r,f} = \begin{cases} -\log\left(1 - \frac{\bar{C}_{m,a,r}}{\bar{N}_{s,m,a,r} e^{-(t_m M_{s,a})/2}}\right) & i = 1 \\ -\log\left(1 - \frac{\bar{C}_{m,a,r}}{\bar{N}_{s,y-1,n,m,a,r} e^{-(t_m M_{s,a})/2}}\right) & i > 1, m = 1 \\ -\log\left(1 - \frac{\bar{C}_{m,a,r}}{\bar{N}_{s,y,m-1,a,r} e^{-(t_m M_{s,a})/2}}\right) & i > 1, m > 1 \end{cases} \quad (3.16)$$

where  $i=1$  is the first year and calculates fishing mortality rates from asymptotic numbers  $\hat{N}$  (Eqn. 3.15).

#### Baseline

Recruitment freely estimated (no stock-recruitment model assumed when fitting operating model to data)

Recruitment calculated from stock-wide SSB for projections only

Gravity movement model used to calculate Markov movement matrix by subyear and stock

Movement calculated only for those transitions recorded by tagging

#### Alternative options

Hockey stick SR relationship (West)

Recruitment calculated from spawning area SSB

Markov movement matrix by subyear and stock (following model updates the gravity model – a specific case of the more general Markov model – seemed an appropriate choice for the Baseline).

Movement calculated for all transitions except stock exclusive spawning areas.

### III) Fleet structure and exploitation history

Table 3.1. Fleet definitions. Note that some fleets may be partitioned.

No.	Fleet code	Gear code	Flag	Start	End	Areas	Quarters
1	LLOTH	LL	Not JPN	1960	2015	Any	Any
2	LLJPN	LL	JPN	1960	2015	Any	Any
3	BBold	BB	ALL	1960	2008	Any	Any
4	BBnew	BB	ALL	2009	2015	Any	Any
5	PSMedRec	PS	ALL	2009	2015	Med	Any
6	PSMedLOld	PS	ALL	1960	2008	Med	2
7	PSMedSOld	PS	ALL	1960	2008	Med	Not 2
8	PSWestOld	PS	ALL	1960	1986	Not Med	Any
9	PSWestnew	PS	ALL	1987	2015	Not Med	Any
10	TPOld	TP	ALL	1960	2008	Any	Any
11	TPnew	TP	ALL	2009	2015	Any	Any
12	RRCan	RR	CAN	1988	2015	Any	Any
13	RRUSA	RR	USA	1988	2015	Any	Any
14	All other fleets	-	-	1960	2015	Any	Any

#### Baseline

A 14-fleet model based on the definitions of Table 3.1.

#### Alternative options

A proposal for alternatives may need to be developed and reviewed in the future.

## 4. MANAGEMENT OPTIONS

Notes:

- a) The following section is included to provide some suggestions on possible structures to MP developers of management options to be included in the MPs. The suggestions offered are illustrative – clearly they will need to be discussed with stakeholders as the process develops.
- b) As above, for convenience they have been set out in baseline and alternative option form. It is recommended that many of the choices for the final MP options be made later in the process, so that they can be informed by results from trials which show the pro/con trade-offs amongst such options.
- c) The specifics of future candidate MPs will be left to their developers to determine based on the results of their application to the finalised trials. However those candidates need to take account of the broad desired characteristics/limitations set out below.
- d) HCRs need not to explicitly include reference points

### *I) Spatial strata for which TACs are set*

#### Baseline

Conventional West and East/Mediterranean regions (Figure 1.1):

West: areas 1-4 (GOM, CAR, WATL, GSL).

East+Med: areas 5-10 (SCATL, NCATL, NEATL, EATL, SEATL, MED).

#### Alternative options

Various possibilities exist, based on alternative combinations of the spatial strata defined in Item 1. For example, separating out the central Atlantic (Figure 1.1A).

West: areas 1-4 (GOM, CAR, WATL, GSL).

Central: areas 5-6 (SCATL, NCATL).

East+Med: areas 7-10 (NEATL, EATL, SEATL, MED).

However it is suggested that consideration of such more complex options be postponed to a “second round”.

### *II) Options for the frequency of setting TACs*

#### Baseline

Every two years, for both West and East+Med (or alternative spatial strata) together

#### Alternative options

- i) Every three years
- ii) Every four years

### *III) Upper limits on TACs*

[Note that this option has potential advantages for reducing risk and avoiding over-capitalisation.]

#### Baseline

No upper limit

#### Alternative options

West	e.g. 5 000, 6 000 mt
East +Med	e.g. 30 000, 40 000 mt

#### *IV) Minimum extent of TAC change*

##### Baseline

No minimum.

##### Alternative options

West	e.g. 200, 300 mt
East +Med	e.g. 1 000, 2 000 mt

#### *V) Maximum extent of TAC change*

[Note the underlying rationale is to promote industrial stability.]

##### Baseline

West	20%
East +Med	20%

##### Alternative options

West	15%
East +Med	15%

Note that developers of candidate MPs should consider including options which:

- a) Override such restrictions on the maximum extent of reduction if abundance indices drop below specified thresholds.
- b) Allow for greater increases (in terms of tonnage) if a TAC has had to be reduced to a low level and indices confirm subsequent recovery.

#### *VI) Technical measures*

Size restrictions might be considered on a fleet and/or spatial stratum basis. However, for a “first round” it is suggested that these not be included explicitly, but instead be considered to be effected implicitly through the selectivity prescriptions for future catches by the various fleets which are set out under item 6 below.

## **5. FUTURE RECRUITMENT AND DISTRIBUTION SCENARIOS**

See also section 9 of this document.

### *I) West*

Functional forms fitted to assessment outputs for the years 1970+

- a) Hockey stick
- b) Beverton Holt with steepness  $h$  estimated

### *II) East + Mediterranean*

Functional forms fitted to years 1950+

- a) Beverton Holt with  $h = 0.98$  for 1950-1982, 1983+ and 1950+
- b) Beverton Holt with  $h = 0.70$  for 1950-1982, 1983+ and 1950+

Note that 1950-1982 is “low” recruitment, and 1983+ is “high” recruitment.

### *III) Future regime shifts*

#### West

- a) None
- b) After 10 years of projection, switch to other regime
- c) Probability of 0.05 every projection year of switch to other regime

#### East+Med

- a) 1983+ relationship continues unchanged
- b) 1983+ relationship changes to 1950-1982 relationship after 10 years
- c) Probability of 0.05 every projection year of a swop between 1983+ and 1950-1982 relationships

Note that for option c), it might be better to preclude changes over, say, the last 10 years of a 30-year projection period to ease interpretation of results through the reduction of transient effects.

### *IV) Statistical properties*

Residuals are taken to be lognormally distributed about the relationship assumed with the standard deviation of the log recruitments ( $\sigma_R$ ) invariant over time.

#### Baseline

Uncorrelated residuals with  $\sigma_R = 0.5$ . (a common value obtained from the RAM legacy database).

### Alternative options

$\sigma_R$  and autocorrelation as estimated from the residuals for the conditioning concerned (post model fit, not within model fit, for greater statistical stability). For East+Med this will refer to the 1950+ fits.

#### *V) Possible future distributional changes*

Plausible options for future distributional changes (in relative terms) in response to changes in abundance and to possible environmental changes will be considered in a “second round”.

## **6. FUTURE CATCHES**

### Baseline

- a) Future catches will be taken to equal future TACs (up to a maximum harvest rate of 95%).
- b) The allocation of these future catches amongst fleets will be set equal to the average over 2012-2014
- c) The spatial distribution per stratum (see item 1 above) of these future catches will be set equal to the average over 2012-2014
- d) The selectivity function for each fleet for the most recent period for which this is estimated in the conditioning of the trial concerned will be taken to apply for all future years
- e) If the TAC is changed, the proportional allocation by fleet will remain unchanged, as will the proportional distribution by spatial stratum.

### Alternative options

Clearly many are possible, but are probably best delayed until a “second round”. Were substantial changes to eventuate during a period when an MP was in operation, this would in any case likely necessitate re-tuning and re-testing or a modified MP.

The impacts of possible IUU catches should perhaps be considered under robustness trials (see item 9 below).

## **7. GENERATION OF FUTURE DATA**

Note that these are for use as input to MPs, so need to be chosen carefully from a set of those highly likely to be regularly (i.e. annually) available. This is because application of the MP relies on these data being available in this way, so difficulties can (and have in other cases) obviously arise should they fail to do so. Though any candidate MP proposed

should include a rule to deal with the absence of just one future value from an input series, any more than that would require re-tuning and re-testing of a modified MP, which is preferably planned to be avoided given the associated extra costs.

Consideration is also needed of the “delays” associated in such data becoming available for input to an MP. The customary default is that for computation of the TAC for year  $y$ , the most recent data finalised and available will be for year  $y-2$ . Any changes to that will require motivation and specification.

### *I) Baseline suggestions*

#### West

- a) Gulf of Mexico larval index of spawning stock abundance
- b) US RR 115-144cm index of exploitable abundance
- c) JLL\_W CPUE index of exploitable abundance

#### East+Med

- a) JLL\_NEA CPUE index of exploitable abundance
- b) Western Mediterranean larval index of spawning stock abundance
- c) GBYP aerial survey of adults
- d) Juvenile aerial survey Gulf of Lyon

### *II) Alternative options*

Obviously many additions or alternatives to the suggestions made are possible. The reasons behind the initial suggestions above are respectively lengthy continuity (though admitting a concern about the decrease in spatial coverage of the JLL\_NEA index over time) and fishery-independence. Accordingly the East + Med might be extended to include trap or baitboat indices.

Including additional indices of abundance will increase the workload (see below), so might be better postponed to a “second round”.

Catch-at-length series could also be considered for inclusion, but raise further technical complications regarding the specification of how they are generated, so are likely best deferred from consideration until a “second round”.

### *III) Relationships with abundance*

For baseline trials, abundance indices will be taken to be linearly proportional to the appropriate component of the underlying model biomass in the stratum/strata concerned.

Possible alternatives to this are considered under Robustness trials (see item 9 below).

#### *IV) Statistical properties*

##### Baseline

- a) Residuals are taken to be lognormally distributed; standard deviation of the log recruitments ( $\sigma$ ) invariant over time.
- b) The values of  $\sigma$  will be estimated
- c) No Autocorrelation of residuals
- d) The conditioning results will be inspected for model mis-specification regarding the fit to the series concerned; if so the bias identified will be modelled to continue into the future in a “plausible” way.

##### Alternative options

- a) Fix  $\sigma$  values for all trials based on a central trial from the Reference set (see item 9 below).
- b) If additional CPUE indices to the single one initially suggested are included, residuals need to be examined for correlation, with this being taken into account in generating future values.

##### *Other aspects*

Currently a ‘master’ relative abundance index is used for the Mixed stock model which provides an estimate of relative abundance across all time-area strata (e.g. by year, quarter and area). The approach taken here is to include multiple fleets by dividing their catches by this ‘master’ index to provide an index of fishing mortality rate (a partial F) leaving only catchability by fleet to be estimated rather than several thousands of individual F parameters (by fleet, year, quarter and area). Simulation testing reveals that this approach provides unbiased estimates of central quantities such as abundance, stock depletion, mixing rate and selectivity. However the construction of the ‘master’ index is critical and this is an important axis of uncertainty for operating models.

MP input series (e.g. as suggested in section I, above) may however be specific fleet indices, rather than this master relative abundance index, and hence require generation into the future. This will be effected by including these series in the conditioning with comparisons to the resource components which they are assumed to reflect, but with a very low weight in the log-likelihood so as not to impact estimates of other parameters in the model fit. The estimates of the catchability coefficients, and statistical properties of the residuals of this fit will be used in generating values for this series forward in time.

Note that consideration should at some stage also be given to new data types that are only now becoming available (e.g. aerial surveys, genetic tagging). These will not at this stage have been collected over a sufficient length of time to be able to serve as MP inputs, but the overall testing process can be used to provide insight into their potential future utility.

## 8. PARAMETERS AND CONDITIONING

For the Baseline model, spawning is assumed to occur in areas 'GOM' for the West stock and 'W.Med' + 'E.Med' for the East + Mediterranean stock (Figure 1.1A).

### 1) Fixed parameters

Table 8.1. The parameters that are fixed (user specified)

Parameter	Number of parameters	Symbol
Steepness	$n_s$	$H$
Maximum length	$n_s$	$L_{inf}$
Growth rate	$n_s$	$K$
Age at length zero	$n_s$	$t_0$
Natural mortality rate at age	$n_a \cdot n_s$	$M$
Selectivity of at least one fleet	2-3	$\Theta$
Maturity at age	$n_a \cdot n_s$	$mat$

Table 8.2. Parameter values of baseline and alternative options

Parameter	West	East													
<b>Steepness</b>	N/A (hockey-stick)	0.98													
<b>(Bev. -Holt)</b>	Estimated	0.7													
<b>Type</b>	<b>Richards growth</b>	<b>von Bert. growth</b>													
<b>A2</b>	34														
<b>L1 (cm)</b>	33.0														
<b>L2 (cm)</b>	270.6	<b>Linf (cm)</b> 318.8													
<b>K</b>	0.22	<b>K</b> 0.093													
<b>p0</b>	-0.12	<b>t0</b> -0.97													
<b>Natural mortality rate at age (East and West)</b>															
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15+</b>
<b>High</b>	0.38	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10
<b>Low</b>	0.36	0.27	0.21	0.17	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07
<b>Selectivity of at least one fleet</b>	- Japanese Longline fleet is asymptotic -														
<b>Spawning fraction</b>															
<b>Age</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13+</b>	

Younger	0	0	0	0.25	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Older (East)	0	0	0	0.15	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9	1	1	1	1	1
Older (West)	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.04	0.19	0.56	0.88	0.98	1

---

## II) Estimated parameters

The majority of parameters estimated by the model relate to movement probabilities and annual recruitment deviations (Table 8.3).

Table 8.3. The parameters estimated by the model. The example is for a possible bluefin tuna operating model of 8 areas (Figure 1), 4 subyears, 14 fleets, 32 years and 18 ages and 3 movement age classes.

Parameter	Number of parameters	
Mean total recruitment	1	1
Fraction of total rec. that is Eastern	1	1
Fraction of stock recruitment in SRA phase	$n_{stocks}$	2
Length a modal selectivity	$n_{fleets}$	14
Ascending precision of selectivity	$n_{fleets}$	14
Descending precision of selectivity	$n_{fleets}-1$	13
Recruitment deviations	$(n_{years} + n_{ages} + 1) \cdot n_{stocks} \cdot n_{ageclass}$	262
Fleet catchability ( $q$ )	$n_{fleets}$	5
F deviation ( $FD$ )	$n_{seasons} \cdot n_{areas}$	40
Movement	$n_{areas} \cdot n_{seasons} \cdot n_{stocks}$	80
	Total	432

Table 8.4. Prior probability distributions for model parameters with mean  $\mu$  and standard deviation  $\sigma$ , and lower and upper bounds  $LB$  and  $UB$ , respectively.

Parameter	Prior	Likelihood component
<b>All operating models</b>		
Total recruitment	log-uniform( $LB = 11.5, UB = 16.5$ )	$-lnL_{rec}$
Fraction of recruitment that is eastern	logit-uniform( $LB = -\infty, UB = \infty$ )	$-lnL_{fracrec}$
Fraction of stock recruitment in SRA phase	logit-uniform( $LB = -2.0, UB = 2.0$ )	$-lnL_{histrec}$
Selectivity	lognormal( $\mu = 0, \sigma = 0.9$ ) ( $LB = -3.0, UB = 3.0$ )	$-lnL_{sel}$
Fleet catchability ( $q$ ) (mean F)	log-uniform( $LB = -10.0, UB = 1.0$ )	$-lnL_q$
Fishery independent index catchability	log-uniform( $LB = -2.3, UB = 2.3$ )	$-lnL_{qt}$
Fishery dependent index catchability	log-uniform( $LB = -6.0, UB = 4.0$ )	$-lnL_{qD}$
F deviation ( $FD$ , Eqn 3.4)	lognormal( $\mu = 0, \sigma = 0.2$ )	$-lnL_{FD}$
Movement deviations (from fully mixed)	lognormal( $\mu = 0, \sigma = 1.0$ ) ( $LB = -6.0, UB = 6.0$ )	$-lnL_{mov}$
Recruitment deviations	lognormal( $\mu = 0, \sigma = 0.5$ )	$-lnL_{recdev}$
<b>Some operating models</b>		
Mean SSB by area (reference set, 2B)	lognormal( $\mu_{Eastern} = \ln(3E+5), \mu_{Western} = \ln(2.7E+4), \sigma = 0.01$ )	$-lnL_{muSSB}$
Eastern area SSB change (reference set, 2C)	lognormal( $\mu = \ln(3), \sigma = 0.01$ )	$-lnL_{SSBinc}$

A summary of likelihood functions can be found in Table 8.4.

For each fleet  $f$ , total predicted catches in weight  $\hat{C}$ , are calculated from the Baranov equation:

$$\hat{C}_{y,m,r,f} = \sum_S \sum_a w_{s,a} \cdot N_{s,y,m,a,r} \cdot (1 - e^{-Z_{s,y,m,a,r}}) \cdot \left( \frac{F_{y,m,a,r,f}}{Z_{s,y,m,a,r}} \right) \quad (8.1)$$

Similarly predicted catches in numbers at age ( $CAA$ ) are given by:

$$\widehat{CAA}_{s,y,m,a,r,f} = N_{s,y,m,a,r} \cdot (1 - e^{-Z_{s,y,m,a,r}}) \cdot \left( \frac{F_{y,m,a,r,f}}{Z_{s,y,m,a,r}} \right) \quad (8.2)$$

This can be converted to a prediction of total catches in numbers by length class  $CAL$  using a stock specific inverse age-length key,  $LAK$ :

$$\widehat{CAL}_{y,m,l,r,f} = \sum_s \sum_a \widehat{CAA}_{s,y,m,a,r,f} \cdot LAK_{s,a,l} \quad (8.3)$$

The model predicts spawning stock biomass indices  $\widehat{ISSb}$ , that are standardized to have a mean of 1 for each stock over the total number of years  $n_y$ :

$$\widehat{ISSb}_{s,y} = n_y \cdot SSB_{s,y} / \sum_y SSB_{s,y} \quad (8.4)$$

The model predicts exploitable biomass indices  $\hat{I}$ , by fleet that are standardized to have a mean of 1 for each fleet:

$$\hat{I}_{y,m,r,f} = n_y \cdot n_m \cdot n_r \cdot V_{y,m,r,f} / \sum_y \sum_m \sum_r V_{y,m,r,f} \quad (8.5)$$

where exploitable biomass  $V$  is calculated as:

$$V_{y,m,r,f} = \sum_l (s_{f,l} \cdot \sum_s \sum_a (N_{s,y,m,a,r,f} \cdot LAK_{s,a,l} \cdot w_{s,a})) \quad (8.6)$$

The model predicts stock of origin composition of catches  $\widehat{SOO}$ , from predicted catch numbers at age:

$$\widehat{SOO}_{s,y,m,r,f} = \sum_a \widehat{CAA}_{s,y,m,a,r,f} / \sum_s \sum_a \widehat{CAA}_{s,y,m,a,r,f} \quad (8.7)$$

A log-normal likelihood function is assumed for total catches by fleet. The negative log-likelihood is calculated as:

$$-\ln L_c = \sum_y \sum_m \sum_r \sum_f \ln(\sigma_{catch}) + \frac{(\ln(\hat{C}_{y,m,r,f}) - \ln(C_{y,m,r,f}))^2}{2 \cdot \sigma_{catch}^2} \quad (8.8)$$

Similarly the negative log-likelihood components for indices of exploitable biomass and spawning stock biomass are calculated as:

$$-\ln L_i = \sum_y \sum_m \sum_r \sum_f \ln(\sigma_{index}) + \frac{(\ln(\hat{I}_{y,m,r,f}) - \ln(I_{y,m,r,f}))^2}{2 \cdot \sigma_{index}^2} \quad (8.9)$$

$$-\ln L_{SSB} = \sum_s \sum_y \ln(\sigma_{SSB}) + \frac{(\ln(\widehat{Issb}_{s,y}) - \ln(Issb_{s,y}))^2}{2 \cdot \sigma_{SSB}^2} \quad (8.10)$$

The length composition data are assumed to be distributed multinomially. In traditional stock assessment settings catch composition data may often dominate the likelihood function due to the large number of observations. This is exacerbated by a failure to account for non-independence in size composition samples. There are two possible solutions: (1) manually specify the effective sample size (ESS) of length-composition samples or (2) use a multinomial likelihood function that includes the conditional maximum likelihood estimate of the ESS (perhaps even a freely estimated ESS, S. Martell personal communication). In this version of the code, ESS is user-specified.

The negative log-likelihood component for length composition data is calculated as:

$$-\ln L_{CAL} = -\sum_y \sum_m \sum_l \sum_r \sum_f CAL_{y,m,l,r,f} \cdot \ln(\hat{p}_{y,m,l,r,f}) / ESS_f \quad (8.11)$$

where the model predicted fraction of catch numbers in each length class  $p$ , is calculated as:

$$\hat{p}_{y,m,l,r,f} = \widehat{CAL}_{y,m,l,r,f} / \sum_l \widehat{CAL}_{y,m,l,r,f} \quad (8.12)$$

Similarly the negative log-likelihood component for PSAT tagging data of known stock of origin (SOO), released in year  $y$ , subyear  $m$ , area  $r$  and recaptured in year  $y_2$ , subyear  $m_2$ , and area  $k$  is calculated as:

$$-\ln L_{PSAT} = -\sum_s \sum_y \sum_m \sum_{y_2} \sum_{m_2} \sum_r \sum_k PSAT_{s,y,m,y_2,m_2,k} \cdot \ln(\hat{\theta}_{s,y,m,y_2,m_2,r,k}) \quad (8.13)$$

where recapture probabilities  $\theta$ , are calculated by repeatedly multiplying a distribution vector  $d$ , by the movement probability matrix  $mov$ . For example for a tag released on a fish of stock 1 in year 2, subyear 3, and area 4, the probability of detecting the tag in year 3, subyear 2 for the various areas is calculated as:

$$\hat{\theta}_{s=1,y=2,m=3,y_2=3,m_2=2,r=4,1:n_r} = \left( (d \cdot mov_{s,m=3}) \cdot mov_{s,m=4} \right) mov_{s,m=1} \quad (8.14)$$

where

$$d_k = \begin{cases} 0 & k \neq r \\ 1 & k = r \end{cases} \quad (8.15)$$

The negative log-likelihood component for PSAT tagging data of unknown stock of origin PSAT<sub>u</sub>, is currently weighted according to the compound probability that a fish is of a particular stock given the track history for that tag. For example for a tag  $t$ , tracked in series of years  $y_i$ , subyears  $m_i$ , and regions  $r_i$ , the weight  $w$ , of that tag for a specific stock is calculated as:

$$w_{t,s} = \frac{\prod_i [(\sum_a N_{si,y_i,m_i,a_i,r_i}) / (\sum_s \sum_a N_{si,y_i,m_i,a_i,r_i})]}{\prod_i [1 - (\sum_a N_{si,y_i,m_i,a_i,r_i}) / (\sum_s \sum_a N_{si,y_i,m_i,a_i,r_i})]} \quad (8.16)$$

This is simply the product of fractions of that stock in those time-area strata divided by the product of the fractions of other stocks in those time-area strata. An alternative approach would be to compare the relative probabilities of the observed movements among the stocks although it is unclear whether this circularity (PSAT data are a primary source of information regarding movement) could lead to estimation problems.

The weighted negative log-likelihood function is similar to that of the stocks of known origin but includes the appropriate weighting term for each tag:

$$-\ln L_{PSAT} = - \sum_t \sum_s \sum_y \sum_m \sum_{y2} \sum_{m2} \sum_r \sum_k PSAT u_{t,s,y,m,y2,m2,k} \cdot \ln(\hat{\theta}_{s,y,m,y2,m2,r,k}) \cdot w_{t,s} \quad (8.17)$$

The negative log-likelihood component for stock of origin data  $SOO$  is also calculated assuming a multinomial distribution:

$$-\ln L_{SOO} = - \sum_s \sum_y \sum_m \sum_r \sum_f SOO_{s,y,m,r,f} \cdot \ln(\widehat{SOO}_{s,y,m,r,f}) \quad (8.18)$$

In order to fit the operating models to assessment model predictions (Factor 2 level B) a likelihood function is included for mean spawning  $\overline{SSB}$  by Eastern/Western area  $k$ ,

$$-\ln L_{muSSB} = \sum_k \ln(\sigma_{muSSB}) + \frac{(\ln(SSB_k) - \ln(\overline{SSB}_k))^2}{2 \cdot \sigma_{muSSB}^2} \quad (8.19)$$

where  $\overline{SSB}$  is the mean annual SSB estimated from the VPA stock assessments (around 300 000 tonnes in the East, 27 000 tonnes in the West) and operating model predicted spawning biomass  $\overline{SSB}$  is calculated:

$$\overline{SSB}_k = \frac{1}{n_y n_m} \sum_y \sum_s \sum_m \sum_a \sum_r (\vec{N}_{s,y-1,ms-1,a,r} \cdot e^{-Z_{s,y,ms-1,a,r}} \cdot w_{s,a} \cdot mat_{s,a})^{area_{k,r}} \quad (8.20)$$

and *area* is a switch that is either 1 or zero depending on whether the area *r* is in the Eastern or Western assessment areas.

In order to fit the operating models to assessment model spawning biomass increases (Factor 2 level C) a likelihood function is included for spawning biomass increases by area:

$$-\ln L_{SSBinc} = \sum_k \ln(\sigma_{SSBinc}) + \frac{\left( \ln\left(\frac{SSB_{k,y2}}{SSB_{k,y1}}\right) - \ln(SSBinc) \right)^2}{2 \cdot \sigma_{SSBinc}^2} \quad (8.21)$$

where *SSB* is the spawning biomass in eastern/western area *k* and *SSBinc* is the fractional increase in VPA assessment spawning biomass in area *k* from year *y1* to year *y2* (this is 3 between years 2006 and 2015).

The global penalised negative log-likelihood  $-\ln L_T$ , to be minimized is the summation of the weighted negative log-likelihood components for the data and priors (Table 8.4):

$$\begin{aligned} -\ln L_T = & -[\omega_c \cdot \ln L_c + \omega_i \cdot \ln L_i + \omega_{SSB} \cdot \ln L_{SSB} + \omega_{CAL} \cdot \ln L_{CAL} + \\ & \omega_{PSAT} \cdot \ln L_{PSAT} + \omega_{SOO} \cdot \ln L_{SOO} + \omega_{muSSB} \cdot \ln L_{muSSB} + \omega_{SSBinc} \cdot \\ & \ln L_{SSBinc} + \omega_{rec} \cdot \ln L_{rec} + \omega_{fracrec} \cdot \ln L_{fracrec} + \omega_{histrec} \cdot \\ & \ln L_{histrec} + \omega_{sel} \cdot \ln L_{sel} + \omega_q \cdot \ln L_q + \omega_{qI} \cdot \ln L_{qI} + \omega_{qD} \cdot \ln L_{qD} + \\ & \omega_{FD} \cdot \ln L_{FD} + \omega_{mov} \cdot \ln L_{mov} + \omega_{recdev} \cdot \ln L_{recdev}] \end{aligned} \quad (8.22)$$

Table 8.5. Summary of the negative log-likelihood function contributions from various data

<b>Type of data</b>	<b>Disaggregation</b>	<b>Function</b>	<b>Likelihood component</b>
Total catches (weight)	year, subyear, area, fleet	Log-normal	$\ln L_c$
Index of exploitable biomass (assessment CPUE index)	year, subyear, area, fleet	Log-normal	$\ln L_i$
Index of spawning stock biomass (e.g. a larval survey)	year, stock	Log-normal	$\ln L_{SSB}$
Length composition	year, subyear, area	Multinomial	$\ln L_{CAL}$
PSAT tag (known stock of origin)	stock, year, subyear, area, age class	Multinomial	$\ln L_{PSAT}$
Stock of origin	year, subyear, area, age class	Multinomial	$\ln L_{SOO}$

### *III) Characterising uncertainty*

#### Baseline

Include within-model uncertainty via MCMC sampling of posteriors for model parameters.

#### Alternative options

Include within-model uncertainty (parameter uncertainty) via Monte Carlo sampling from the inverse Hessian matrix of model parameters.

Concentrate on among-model uncertainty using the maximum posterior density estimates of model parameters and a prior model weight based on expert judgement. Uniform weights will be used to start, possibly updated later using a Delphi-type approach.

## 9. TRIAL SPECIFICATIONS

### A. Reference set

Three major uncertainty axes: future recruitment; current abundance; and natural mortality/maturity (in combination) for conditioning and projections. These axes assume that the options of East and West are linked across rows of the table below. This is done with the intention of capturing extremes.

	West	East
<u>Future recruitment</u>		
1	Hockey-stick	83+ B-H with $h=0.98$
2	B-H with $h$ estimated	83+ B-H with $h=0.70$
3	Hockey-stick changes to B-H after 10 years	83+ B-H with $h=0.98$ changes to 50-82 B-H with $h=0.98$ after 10 years
<u>Abundance</u>		
A	Best estimate	
B	East-West area spawning biomass matches VPA assessment	
C	Recent eastern area SSB increases 3x to match VPA assessment	
<u>Spawning fraction both stocks</u>		<u>Natural Mortality rate both stocks</u>
I	Younger	High
II	Younger	Low
III	Older	High
IV	Older	Low

Note: when modifying current abundance a highly informative prior will be placed on either the spawning biomass by Eastern-Western area (B) or the trend (fractional increase) in the eastern area (C).

#### Combinations for Reference Set

A full cross of (1, 2, 3) x (A, B, C) x (I, II, III, IV), i.e. 36 scenarios in total.

Discussion will be required regarding whether, in addition to considering results for each of these scenarios individually, they should also be considered for all scenarios in combination, and if so how the scenarios should be weighted (if at all) in such a combination.

## **B. Robustness trials**

### *High priority*

- 1) Future catches in both the West and the East+Med are each year 20% bigger than the TAC as a result of IUU fishing (of which the MP is not aware)
- 2) An undetected increase in catchability for CPUE-based abundance indices of 1% per annum
- 3) Non-linear index-abundance relationships
- 4) Alternative mixing scenario
- 5) Reference OM #1 assumptions but forcing SSB fit to that of the Western VPA assessment

### *Low priority*

- 1) Future recruitment change as in 3), but with prob of 0.05 for each of the first 20 years of projection
- 2) Alternative assignments to stock of origin of historical catches from the South Atlantic (off Brazil)

### *“Second round” issues*

The following aspects of uncertainty are suggested to be postponed at this time for consideration rather in a “second round”:

- 1) More than two stocks
- 2) More than two indices of abundance used as input to a MP
- 3) Use of CAL data in an MP
- 4) TACs allocated on a spatially more complex basis than the traditional west and East+Med
- 5) Changes in technical measures affecting selectivity
- 6) Changes in stock distributions in the future
- 7) Future changes in proportional allocation of TACs amongst fleets

## **10. PERFORMANCE MEASURES/STATISTICS**

Projections under candidate MPs will be for 100 years (unless this leads to computational difficulties) commencing in 2017. Prior to that, for projecting for years between the last year of the condition and 2017, the catches will be set equal to the TACs already set, with abundance index data (and any further monitoring data such as catch-at-length) not yet available for those years being generated as specified under item 7. Note that considering a period as lengthy as 100 years is not to imply high reliability for projections for such a long time, but to be able take account of transient effects that persist for some time for a long-lived species.

### *I) Summary measures/statistics*

- a) Annual average catch for the first, second and third 10-year period of MP application (C10, C20 and C30, respectively).
- b) Spawning biomass depletion calculated relative to the deterministic equilibrium in the absence of catches for the recruitment function that applies after 10, 20 and 30 years of MP application (D10, D20 and D30, respectively)
- c) The lowest spawning biomass depletion over the 30 years for which the MP is applied (LD).
- d) Spawning biomass depletion after 30 years, but calculated relative to the trajectory that would have occurred had no catches been taken over the full period for which MP application is being considered (DNC)
- e) The lowest spawning biomass depletion over the 30 years for which the MP is applied, but calculated relative to the zero catch trajectory specified in d (LDNC).
- f) Kobe or alternative Kobe indicators: catch/biomass instead of Fmsy (POF); and biomass/biomass at a theoretical maximum MSY (POS); and the probability of both underfishing and underfished status (probability green kobe zone: PGK).
- g) Average annual variation in catches (AAVC) defined by:

$$AAV = \frac{1}{30} \sum_{y=2017}^{2046} |C_y - C_{y-1}| / C_{y-1} \quad (13.1)$$

For each of these distributions, 5%-, 50%- and 95%iles are to be reported from 200 replicates. Note the reason for measures/statistics c) and e) is to compensate for regime changes. The choice of these percentiles may need further exploration with stakeholders.

Further stakeholder orientated measures may need to be included. These must be scientifically based, easily understood by stakeholders and such that managers may readily request the evaluation of any changes in options.

### *II) Summary plots*

Catch and spawning biomass trajectories plotted as:

- a) Annual medians with 5%- and 95%-ile envelopes
- b) 10 worm plots of individual realisations

Note that repetitions for different options for selectivity may be needed.

### *III) Level of reporting*

#### Baseline

- a) Catch-related measures/statistics by traditional West and East+Med regions.
- b) Spawning biomass depletions measures/statistics by separate stocks

#### Alternative options

Many can be conceived, likely related primarily to catch and depletion by some combination of stock and/or spatial stratum. However these might be left for a “second round”, as they would become more pertinent in the face of greater model complexities possibly introduced at that time, such as changing spatial distributions of stocks and/or catches (resulting from changed proportional allocations to different fleets).

## Annex 1 to Appendix 7

**Table 1.** The standardized CPUE indices of the assessments that are used to derive trend information for the master index and also fit the operating models. Candidate indices (CI) initially chosen to project from the OMs for candidate management procedures (CMP).

Flag	Gear	Years	Season	Area	age	Reference	On going	VPA in 2017	SS in 2017	OM	CI	Comment
Spain	Baitboat	1952-2006	Q3	E Atl	2-3	SCRS/2014/54	N	Y	Y	Y		2017 VPA did not use 1952-1968
Spain / France	Baitboat	2007-2014	Q3	E Atl	3-6	SCRS/2015/169	N	Y	Y	Y		
Morocco / Spain	Trap	1981-2011	Q2	SE Atl	6+	SCRS/2014/060	N	Y	Y	Y		
Morocco / Portugal	Trap	2012-2015	Q2	SE Atl	10+	SCRS/2017/082	Y	Y	Y	Y		
Japan in East and Med	Longline	1975-2009	Q2	SE Atl+Med	6-10+	SCRS/2012/131	N	Y	Y	Y		
Japan in Northeast	Longline	1990-2009	Q4	NE Atl	4-10+	SCRS/2017/025	N	Y	Y	Y		
Japan in Northeast	Longline	2010-2015	Q4	NE Atl	4-10+	SCRS/2017/025	Y	Y	Y	Y	Y	
Norway	Purse seine	1955-1980	Q3	NE Atl	10+	Nominal Task2	N	N	N	N		Used in 2014 VPA
US (66cm - 114cm)	Rod and reel	1993-2015	Q3	W Atl	2-4	SCRS/2016/198	Y	Y	Y	Y		
US (115cm - 144cm)	Rod and reel	1993-2015	Q3	W Atl	4-6	SCRS/2016/198	Y	Y	Y	Y	Y	
US (<145cm)	Rod and reel	1980-1992 (gap in 1984)	Q3	W Atl	1-5	SCRS/1993/067	N	Y	Y	Y		
US (195cm +)	Rod and reel	1983-1992	Q3	W Atl	9-16	SCRS/1993/067	N	Y	Y	Y		
US (177cm +)	Rod and reel	1993-2015	Q3	W Atl	8-16	SCRS/2016/198	Y	N	Y	Y		use for OM
US in GOM	Longline	1987-1991	Q2	GOM	8-16	SCRS/2015/199	N	N	Y	Y		Not used in 2017 VPA due to no PCAA
US in GOM	Longline	1992-2015	Q2	GOM	8-16	SCRS/2015/199	Y	Y	Y	Y		
Japan in GOM	Longline	1974-1981	Q2	GOM	8-16	SCRS/1991/071	N	Y	Y	Y		
Japan in West	Longline	1976-2009	Q4	W Atl	2-16	SCRS/2017/025	N	Y	Y	Y		
Japan in West	Longline	2010-2015	Q4	W Atl	5-16	SCRS/2017/025	Y	Y	Y	Y	Y	
Canada combined	Rod and reel	1984-2015	Q3	W Atl	7-16	SCRS/2017/020	Y	N	Y	N		Remove from OM
Canada GSL	Rod and reel	1984-2015	Q3	GSL	8-16	SCRS/2017/020	Y	N	N	Y		use for OM
Canada SWNS	Rod and reel	1988-2015	Q3	WAtl	5-16	SCRS/2017/020	Y	N	N	Y		use for OM

**Table 2.** Fishery-independent indices used in the fitting of operating models.

Type	Year	Season	Area	Age	Reference	On going	VPA	SS	OM	CI	Comment
French aerial survey	2000-2003	Q3	Med	2-4	SCRS/2016/153	N	Y	Y	Y		Note split time series
French aerial survey	2009-2015 (gap in 2013)	Q3	Med	2-4	SCRS/2016/153	Y	Y	Y	Y	Y	Note split time series, June-Oct
Larval in Med survey	2001-2015 (gap in 2006-2011)	Q2	Med	3-10+	SCRS/P/2017/033	Y	Y	Y	Y	Y	Concern about gear change
Canadian acoustic survey	1994-2015	Q3	GSL	8-16	SCRS/2017/016	Y	Y	Y	Y	Y	This should be elevated to cand. MP. 2016 value will be available by the end of this April
Larval in GOM survey	1977-2015 (gaps in 1979-1980, 1985)	Q2	GOM	8-16	SCRS/2014/057	Y	Y	Y	Y	Y	Use full time series starting in 1977
GPYP Aerial survey	2010-2015 (gaps in 2012, 2014)	Q2	Med	3+	SCRS/2015/144	Y	N	N	Y	Y	

## TUNING OF CMPs

(D. Butterworth)

Tuning (adjustment on CMP control parameter values) of CMPs conventionally takes place at two stages of the MSE process, and for two quite different reasons and audiences.

### *CMP development*

At this stage there will be a number of CMP developers. Each will have their preferred CMP(s) (with their associated control parameter values/tunings) which have been adjusted for results somewhere on the axis from very conservative to highly aggressive as regards the catch vs resource depletion trade-off.

This then causes a problem in comparing results from the preferred MPs provided by different developers who will have made different selections along this axis, because comparisons are confounded by these differences. The purpose of “development tuning” is to remove this confounding so as to compare on a level playing field. It is achieved by each developer, in addition to their own preferred tuning, providing results for a common alternative tuning which meets some specified performance criterion. This is typically expressed in terms of resource depletion for a particular OM. For example, this might be that median spawning biomass should equal SSB(MSY) after 30 years of projection for OM1.

The reasons this is done is that such comparisons provide important insight into the properties of a CMP through such fair comparison with similar results for another. For example, performance across the other OMs might show that procedure to be less robust to uncertainty in its performance compared to another CMP. Further, in seeing where his/her CMP performs worse than another CMP, a developer learns where to concentrate in improving their CMP (for their preferred tuning).

This development tuning and its results are considered only within the technical scientific sub-group involved in the MSE process.

### *MP finalisation*

“Finalisation tuning” takes place only during the last stages of the MSE process, when one or a few CMPs are being selected for recommendation to the Commission. At that stage of the process:

- Only one or two CMPs will have survived.
- The Commission will have provided feedback as to the range of catch vs depletion options it wishes to consider.
- The overview scientific committee (e.g. the bluefin session) will have agreed how results are to be weighted over a Reference Set of OMs to provide aggregate performance statistics.

Thus for example, this feedback might have indicated an objective to be securing spawning biomass after 30 years to be close to SSB(MSY). The finalisation tuning would then adjust CMP control parameters to provide a median SSB after those 30 years for this statistic weighted over the Reference Set OMs as agreed. If options are requested by the Commission, then three finalisation tunings of each surviving CMP to be reported might correspond to:

$$\text{Median (SSB(30)/SSB(MSY))} = 0.9; 1.0; \text{ and } 1.1$$

### *Current proposal*

The current proposal concerns ONLY “development tuning” (decisions regarding finalisation tuning become both possible and relevant only much later in the process).

The proposal is to tune to Median (SSB(30)/SSB(MSY)) = 1.0 for a specified OM (median is selected rather than a lower percentile, which might better reflect risk, because with a limited number of simulations for reasons of computation time, the median will be more robustly estimated).

The tuning must be achieved for both west and east stocks. This is possible as any CMP will have separate control parameters for the west and east areas, so that there is sufficient flexibility in the choices of values for those parameters to meet the tuning criterion for both stocks.

It remains to specify the OM for which this tuning is to be conducted. It is proposed that this be an OM for which the historical SSB trajectory in the middle of the range for the reconditioned Reference Set of OMs, and that this selection be made by Tom Carruthers on consideration of the results for these reconditioned OMs.