

RAPPORT DE LA RÉUNION ICCAT DE PRÉPARATION DES DONNÉES SUR LE THON ROUGE DE 2015

(Madrid (Espagne), 2-6 mars 2015)

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 2 au 6 mars 2015. M. Driss Meski, Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a ouvert la réunion et souhaité la bienvenue aux participants (« le groupe »).

Les Drs Clay Porch (États-Unis) et Sylvain Bohommeau (UE-France), rapporteurs pour les stocks de thon rouge de l'Atlantique Ouest et Est et de la Méditerranée, respectivement, ont rempli les fonctions de co-présidents. Les Présidents ont souhaité la bienvenue aux participants de la réunion et ont passé en revue l'ordre du jour qui avait été adopté avec quelques modifications (**Appendice 1**).

La liste des participants se trouve à l'**Appendice 2**. La liste des documents présentés à la réunion est jointe à l'**Appendice 3**. Les personnes suivantes ont assumé les fonctions de rapporteur :

<i>Point</i>	<i>Rapporteur(s)</i>
Points 1 et 11	P. Pallarés
Point 2	E. Rodríguez-Marín, A. Hanke, J. M. Ortiz de Urbina, A. Boustany et J. Walter
Point 3	C. Palma et M. Ortiz
Point 4	C. Palma
Point 5	M. Ortiz, S. Deguara, E. Rodríguez-Marín, M. Neves Santos et C. Palma
Point 6	M. Laurretta
Point 7	J. M. Ortiz de Urbina et A. Kimoto
Point 8	J. Walter et E. Rodríguez-Marín
Point 9	C. Porch et S. Bonhommeau
Point 10	M. Ortiz, A. Kimoto, L. Kell, C. Porch et M. Laurretta

2. Examen des informations historiques et des nouvelles informations sur la biologie et la structure des stocks

Le groupe a passé en revue les documents de travail présentés à la réunion de préparation des données sur le thon rouge de l'Atlantique en 2015 concernant la biologie et la structure du stock du thon rouge.

2.1 Examen des progrès réalisés dans l'élaboration des clés âge-taille

Au titre de ce point de l'ordre du jour, deux documents ont été présentés portant sur la détermination directe de l'âge du thon rouge de l'Atlantique à partir d'otolithes (SCRS/2015/040 et SCRS/2015/046). Le premier document présentait une clé âge-taille (ALK) pour les stocks de l'Atlantique Est et de la Méditerranée utilisant des échantillons de trois années (de 2010 à 2012) et appliquant le critère de lecture récemment standardisé. Les estimations fractionnaires de l'âge n'ont pas été utilisées et les estimations des âges ont été attribuées sur la base du comptage des anneaux de croissance car la formation mensuelle du type de bordure, translucide ou opaque, n'a pas permis de dégager des résultats concluants ni d'établir un schéma de formation annuel. Les auteurs ont conclu que le regroupement des données de 2010 à 2012 améliorerait la gamme de taille et la couverture d'échantillonnage mensuelle, alors que cela n'accroissait pas la variabilité de la clé âge-taille en taille par âge. L'intervalle de confiance de la clé âge-taille, définie comme la taille moyenne par âge plus/moins la déviation standard de la moyenne, incluait les fonctions de croissance adoptées actuellement par l'ICCAT pour les deux stocks de thon rouge.

Quelques questions ont été soulevées en ce qui concerne l'élargissement de l'échantillonnage et l'absence de représentativité des principales pêcheries, telles que la senne. Il a été indiqué que l'échantillonnage stratifié par tailles et par mois a été adopté en raison de contraintes de temps dans les phases annuelles du projet d'échantillonnage biologique et de la nécessité de mettre en commun des échantillons aux fins de l'analyse de la

structure des stocks qui constitue l'objectif principal du projet d'échantillonnage biologique. Il a été recommandé d'améliorer la coordination avec le GBYP afin d'accroître l'échantillonnage (davantage de données des senneurs) et d'améliorer l'utilisation des échantillons recueillis à d'autres fins. Les participants ont également abordé l'effet des clés âge-taille pluriannuelles et leur capacité de suivre les cohortes au fil du temps. Le groupe a fait remarquer que la clé âge-taille prédisait un âge plus jeune que le modèle actuel de croissance après l'âge 7 approximativement. Il a également été observé qu'il existe des méthodes capables d'utiliser des clés âge-taille incomplètes.

Le document SCRS/2015/043 présentait les clés âge-taille des pêcheries canadiennes de 2010 à 2013 reposant sur la détermination directe de l'âge à partir d'otolithes. L'attribution de l'âge réalisée en inversant la courbe de croissance actuelle de Restrepo et al. (2010) a été comparée avec une clé âge-taille élaborée à partir de données combinées. L'attribution de l'âge a également été comparée avec des clés annuelles et une clé pluriannuelle. La clé âge-taille pluriannuelle a produit des âges plus jeunes à une taille spécifique que dans le cas du modèle de croissance et la différence s'est accrue avec des poissons plus grands après l'âge 10 environ. Les clés âge-taille annuelles étaient cohérentes avec la clé âge-taille pluriannuelle sur la base des tests de symétrie.

Le groupe a souligné que les clés annuelles sont nécessaires et a averti de biais potentiels introduits par les différentes pêcheries. Il a été recommandé de renouveler l'analyse en incluant des poissons de moins de 180 cm SFL. Le groupe a constaté que l'approche actuelle utilisée pour convertir la taille en âge est une forme de découpage des cohortes (programme AGEIT) et qu'il ne s'agit pas simplement d'une inversion de la courbe de croissance. Il conviendrait dès lors de comparer les attributions d'âges de la clé âge-taille à celles obtenues avec le programme AGEIT. La définition de protocoles d'incorporation d'une clé âge-taille dans la VPA a été confiée à un petit groupe de travail.

2.2 Examen des progrès réalisés concernant les études sur le cycle vital, telles que les calendriers de fécondité

Le groupe s'est penché sur un document récemment publié par Heinisch et al. (2014) concluant que le thon rouge de l'Ouest arrive à maturité à un âge plus jeune (100% des spécimens arrivés à maturité à 5 ans) qu'à l'âge actuellement postulé dans l'évaluation des stocks (100% des spécimens arrivés à maturité à 9 ans). Quelques inquiétudes ont été exprimées quant au fait que le critère endocrinien (FSH/LH) utilisé pour déterminer la maturité était subjectif, notamment parce que la base principale pour postuler que les classes de taille de 135-185 cm étaient arrivées à maturité était une différence non significative entre les niveaux des poissons *présûmés* matures à >185, notamment parce que l'on ne sait pas si tous les poissons de plus de 185 cm sont matures et d'autres analyses ont suggéré une taille d'arrivée à maturité pour des spécimens encore plus âgés (résultats de marquage électronique (SCRS/P/2015/011) et analyse de la fréquence de tailles (Diaz, 2011)), on a estimé qu'il était prématuré de faire reposer un postulat de maturité sur des différences non significatives entre des échantillons que l'on suppose matures. On pourrait établir une comparaison plus définitive avec des poissons dont on connaît la maturité (reproduction dans le golfe du Mexique), auquel cas les valeurs FSH/LH étaient beaucoup plus faibles (sous la limite de détection) que dans le cas de l'une ou l'autre catégorie de tailles de spécimens non reproducteurs, mais *présûmés* matures.

Des préoccupations ont été soulevées quant au fait que la taille de l'échantillonnage de poissons (17) utilisée pour déduire la maturité des tailles 135-185 cm CLF était relativement faible et que la possibilité que certains de ces poissons (ou tous) proviennent du stock oriental ne pouvait pas être exclue. Ceci dit, les auteurs ont mentionné qu'il était peu probable que tous les poissons soient originaires du stock de l'Est. On a déploré que les otolithes ne soient pas disponibles aux fins de l'identification définitive du stock, toutefois, si des échantillons tissulaires sont encore disponibles, des méthodes génétiques (SCRS/P/2015/007) ou organochlorées (Dickhut et al. 2009) pourraient permettre de se faire une idée de l'origine du stock.

Finalement, le groupe a estimé que la maturité ne reflète pas toujours le montant de la contribution au stock de reproducteurs. La mesure souhaitée de la fécondité aux fins de l'évaluation du stock est la contribution réelle au stock de reproducteurs par âge et les approximations actuellement utilisées pour les stocks de l'Est et de l'Ouest (poids par âge x maturité par âge) pourraient ne pas en être le reflet exact. Dans ce cas-là, il est nécessaire de considérer, entre autres, la fraction de la population par âge qui contribue réellement à la reproduction. L'une des préoccupations récurrentes concerne le fait que l'âge à la maturité estimé à partir des poissons des zones de frai pourrait ne pas refléter la contribution reproductive par âge de l'ensemble de la population.

Il a été fait remarquer que plusieurs documents ont été récemment publiés au sujet de la contribution au stock de reproducteurs, à savoir sur la fécondité par acte de ponte, la fécondité relative par taille et la fréquence du frai, et qu'il conviendrait de les prendre en considération. On a également noté que la reproduction du thon rouge a été examinée en détail lors de la réunion sur les paramètres biologiques du thon rouge de Tenerife (Anon. 2014). Plus

particulièrement, au nombre de ces précieux documents, citons Correia et al. (2005), Medina et al. (2007), Zupa et al. (2009), Piccinetti (2012), Aranda et al. (2013a et b) et Knapp et al. (2014). Rodríguez-Roda (1967) constitue l'une des références historiques utiles. Compte tenu de ce qui précède, le groupe a discuté des postulats de l'âge d'arrivée à la maturité du thon rouge de l'Est (50% à 4 ans et 100% à 5 ans) et a estimé qu'une remise en cause des postulats concernant le stock de l'Est ainsi que le stock de l'Ouest relatifs à la contribution par âge au stock des reproducteurs était justifiée. Le groupe a estimé que cette tâche pourrait être effectuée en réalisant des analyses de fréquence des tailles des poissons capturés dans les zones de frai similaires aux analyses présentées dans Diaz (2011), aux nouvelles perspectives acquises grâce au marquage électronique et à une mise en parallèle des mesures disponibles des résultats en matière de reproduction des thons rouges de l'Est et de l'Ouest (fécondité par taille relative, fécondité par acte de ponte, périodicité du frai, durée de la période de reproduction, etc. similaires à celles réalisées par Schirripa (2011) et Knapp et al. (2014)). Si cette analyse ne peut pas être réalisée avant l'évaluation de 2016, le groupe recommande d'examiner la sensibilité des évaluations des stocks de l'Est et de l'Ouest à la contribution par âge au stock des reproducteurs postulée actuellement.

2.3 Structure du stock et taux de mélange

2.3.1 Analyse des micro-éléments des otolithes

Une estimation mise à jour du mélange reposant sur une analyse des micro-éléments des otolithes des zones de pêche canadiennes a été présentée (SCRS/2015/041). Les échantillons de référence aux fins de l'identification du stock proviennent des zones de frai du golfe du Mexique et de la mer Méditerranée. Les données de référence étaient les références les plus récentes utilisées dans les études antérieures sur le mélange (Rooper et al. 2014). Un grand nombre d'échantillons des zones de pêche des eaux canadiennes a été examiné et les données ont été analysées par strate (année et port de pêche). Des échantillons recueillis à la fin des années 70 dans les eaux de la Nouvelle Angleterre et de Virginie ont également été examinés. Les données ont été analysées au moyen d'une analyse discriminante linéaire (LDA), d'une analyse discriminante quadratique (QDA) et de méthodologies des forêts aléatoires afin d'attribuer des échantillons à une origine natale en se fondant sur des ratios $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$. La méthode LDA, qui postule une structure de covariance similaire pour toutes les classes, a tendance à attribuer davantage de poissons originaires de l'Est. Au moins 65% de poissons originaires du stock de l'Ouest étaient présents dans tous les lieux d'échantillonnage et chaque année. Les plus grandes proportions de poissons originaires de l'Est ont été observées dans les échantillons de Virginie (~35% de l'Est, 1977) et de Canso (Nouvelle-Écosse) recueillis en 2011 (~35%). La proportion de l'Est variait considérablement d'une année d'échantillonnage à l'autre dans certains ports (10-35% d'origine orientale à Canso en 2011 et 2012, 0-14% d'origine orientale de la baie St. Margaret en 2012 et 2013). La relation entre la probabilité de classe et la taille du poisson indiquait que les poissons plus petits étaient fort plus probablement d'origine de l'Est et que la médiane de la probabilité par classe de tailles variait d'une région à l'autre, ce qui explique en partie certaines des différences entre les régions.

On a estimé que l'erreur moyenne de classification erronée s'élevait à ~17%, sachant que les taux de faux positifs et de faux négatifs étaient équivalents (les échantillons de l'Est constituaient la classe « positive » dans cette analyse), ce qui reflète une probabilité identique de classification erronée des poissons d'origine de l'Est ou de l'Ouest. Certains échantillons ne s'inscrivaient pas dans la gamme des échantillons de référence en ce qui concerne les ratios $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$, ce qui vient suggérer la possibilité d'autres régions d'origine non échantillonnées. De plus, une relation entre $\delta^{18}\text{O}$ et l'âge a été observée, concernant les échantillons de référence, ce qui indique la possibilité d'une « dérive » de ce ratio avec l'âge, les poissons d'âges 4 à 8 étant plus similaires aux échantillons de référence que ceux de 9 à 36 ans. Cette « dérive » n'a pas été corrigée dans cette étude, mais on envisage de le faire dans les prochaines analyses. Étant donné qu'une dérive plus forte était évidente dans les ratios $\delta^{13}\text{C}$ ratios et que $\delta^{18}\text{O}$ sont plus parlants pour les tests d'assignation, il n'a pas été estimé que cet effet biaisait considérablement les tests d'assignation. La proportion de poissons d'origine orientale dans l'échantillon de Virginie s'apparentait à celle estimée par Secor et al. (2008) pour le même endroit et la même période. Il a été suggéré que la variation de la proportion orientale était fonction de la saison, de l'année et du lieu et qu'il conviendrait d'étudier l'échelle spatio-temporelle des estimations de mélange utilisées dans une évaluation des stocks.

Les résultats d'une étude sur l'analyse de la forme des otolithes, réalisée dans le cadre du GBYP (SCRS/P/2015/004), ont été présentés. Des images de 718 otolithes de thon rouge de l'Atlantique recueillies dans 11 lieux dans l'Atlantique Ouest, l'Atlantique Est, la Méditerranée et le centre de l'Atlantique ont été incluses dans l'analyse. La forme de l'otolithe a été décrite au moyen de 45 harmoniques elliptiques de Fourier et trois indices morphométriques de forme. L'analyse en composantes principales (ACP) a été utilisée pour réduire la dimensionnalité du jeu de données. Les résultats obtenus avec des modèles linéaires généralisés (GLM) ont montré que les principaux composants des descripteurs de forme (PC) présentaient une dépendance élevée de la taille avec une moindre variation détectée entre les lieux et les années.

Les PC qui capturaient la plus grande partie de la variation de la forme de l'otolithe et qui ne dépendaient pas de la taille (dans certains cas après la standardisation) ont été utilisés dans une analyse à fonction discriminante séquentielle afin de discriminer les poissons d'une gamme de taille restreinte (200-297cm FL) de l'Atlantique Ouest (pêcherie canadienne, automne 2013) et l'Atlantique Est (Malte, période de frai) ce qui a produit un taux de classification *jackknife* de 83%. Ceci s'apparente à la précision associée avec les isotopes stables dans les otolithes (87% ; Rooker et al. 2014) et les éléments à l'état de traces dans les otolithes (85%, Rooker et al. 2003). Une analyse bayésienne de mélange des stocks indiquait que les échantillons de l'Atlantique Est et de la Méditerranée étaient en grande majorité d'origine orientale. La proportion attribuée au stock oriental variait dans l'espace. Ceci dit, un chevauchement des intervalles de confiance de 95% n'indiquait aucune différence significative (Atlantique central, 94% + 7% ; détroit de Gibraltar, 94% + 7% ; Maroc, 79% + 13% ; Portugal 91% + 10%). Les gammes de ces estimations se chevauchaient avec celles obtenues en utilisant les isotopes stables dans les otolithes (Rooker et al. 2014) et la génétique (SCRS/2015/048 et SCRS/2015/007). La probabilité d'observer une valeur plus extrême pour la moyenne à partir de la distribution marginale postérieure par rapport à la distribution des échantillons de base s'inscrivait dans les limites de probabilité de 0,90 pour tous les PC, ce qui indique que le modèle de classification ajuste les données relativement bien. Néanmoins, les probabilités d'observer une valeur extrême étaient supérieures pour les échantillons de référence de l'Atlantique Est que ceux de l'Atlantique Ouest, ce qui donne à penser que les spécimens dans l'échantillon de mélange qui ont été attribués au stock de l'Est ressemblaient moins aux échantillons de référence que les spécimens qui étaient attribués au stock de l'Ouest. Ceci peut indiquer que les échantillons de base de l'Est n'étaient pas pleinement représentatifs de la population.

Dans le cas des poissons de <160cm, de faibles niveaux de variation dans les PC (valeurs de r au carré <10%) ont été détectés d'un lieu à l'autre dans l'Atlantique Est et en Méditerranée. Des comparaisons entre les poissons du golfe de Gascogne et la mer Adriatique étaient significatives pour plusieurs composants principaux. La mer de Ligurie se différenciait également des autres emplacements pour un PC. Cela peut indiquer la présence de plusieurs groupes au sein de la Méditerranée avec différentes histoires environnementales.

Le groupe a considéré que les résultats de l'étude montraient qu'il est possible d'utiliser la forme de l'otolithe avec d'autres marqueurs de population (isotopes stables dans les otolithes, génétique) afin d'améliorer les estimations du taux de mélange. Il est nécessaire d'améliorer la caractérisation des références en utilisant des poissons recueillis dans les zones de frai pendant la période de frai (pour l'Atlantique Ouest et en Méditerranée) et de combiner les données des différents marqueurs de population en utilisant le même poisson. En appliquant l'analyse de forme d'otolithe aux études sur la structure du stock et les taux de mélange, il est important de contrôler la variabilité liée à la taille dans la forme et de considérer que ces différences de forme d'otolithe peuvent refléter une divergence à tout point de l'histoire environnementale du poisson et n'indiquent pas nécessairement diverses origines de zones de frai ou de nourricerie.

On a présenté un résumé des études consacrées aux marqueurs chimiques dans les otolithes dans le cadre du GBYP (SCRS/P/2015/006). Cet examen a montré que les marqueurs chimiques dans les otolithes recèlent un potentiel élevé pour déterminer l'origine natale et la connectivité des populations de thon rouge. Dans le cadre du programme GBYP, la microchimie des otolithes a été employée afin de déterminer l'origine natale et les proportions du mélange des stocks de thon rouge de l'Est et de l'Ouest dans l'océan Atlantique et en Méditerranée. De surcroît, plusieurs nouvelles approches ont été testées aux fins du développement de nouveaux marqueurs qui contribueront à cerner la structure de la population et les déplacements migratoires au cours du temps.

Conséquence de ces études, deux articles ont été récemment publiés:

(1) Rooker et al. 2014 -> en utilisant $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$ dans les noyaux d'otolithes, l'origine natale de thons rouges géants capturés dans le centre de l'Atlantique Nord, la mer Méditerranée, le détroit de Gibraltar et le long de la côte marocaine a été identifiée. Les résultats indiquent que le mélange des deux stocks se produit dans le centre de l'Atlantique Nord et le long du littoral marocain, tandis que les poissons capturés dans le détroit de Gibraltar et dans la mer Méditerranée appartiennent au stock de l'Est. Les proportions de mélange du littoral marocain (à savoir, la présence de migrants du stock de l'Ouest détectée dans les échantillons de 2011 était de 73%, tandis qu'en 2012 et 2013 elle ne représentait que 0 à 5%) présentent une variabilité interannuelle élevée, ainsi que dans les différentes régions du centre de l'Atlantique Nord.

D'autres analyses, non incluses dans l'article, montrent que les deux stocks se mélangent également autour des Îles Canaries, où des proportions de mélange d'environ 80% de l'Est et 20% de l'Ouest ont été estimées.

(2) Fraile et al. 2014 -> l'origine du thon rouge recueilli dans le golfe de Gascogne a été déterminée en utilisant $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$ dans les noyaux des otolithes (même démarche que 1). Les résultats indiquent que les thons rouges capturés dans le golfe de Gascogne proviennent presque exclusivement des populations de l'Est, mais des impulsions de migration sporadiques depuis l'Ouest peuvent se produire (mises en évidence par la présence de plusieurs migrants de l'Ouest du même âge capturés lors de la même semaine).

Pour développer de nouveaux marqueurs permettant de suivre le thon rouge, plusieurs lignes de recherche sont élaborées :

- *Discrimination des masses d'eau de la mer Méditerranée et de l'océan Atlantique par la composition des éléments à l'état de traces dans le bord de l'otolithe.* La concentration des éléments à l'état de traces a été mesurée par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif à ablation laser (LA-ICP-MS) dans les bords de l'otolithe du thon rouge capturé dans l'océan Atlantique et la Méditerranée. Les résultats indiquent que Ba était l'élément discriminant le plus important et la capacité de discrimination générale entre les deux masses d'eau s'élevait à 78%.
- *Discrimination des zones de nourricerie au sein de la mer Méditerranée par la composition des éléments à l'état de traces.* La concentration des éléments à l'état de traces a été mesurée par LA-ICP-MS dans le noyau de l'otolithe des thons rouges jeunes de l'année et provenait de différentes zones de nourricerie présumées dans l'Ouest (mer des Baléares), le centre (mer Tyrrhénienne) et l'Est (mer Levantine) de la Méditerranée. Les résultats ont indiqué que la réussite de la classification s'élevait à 80 % dans le cas de l'Ouest de la Méditerranée, à 73% dans le cas de la Méditerranée centrale et à 85% dans le cas de la Méditerranée orientale.
- *Détermination des mouvements du thon rouge de l'Atlantique entre la mer Méditerranée et l'Atlantique Nord-Ouest par des valeurs $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$ le long des transects des otolithes.* Des transects d'approximativement 100 μm de large ont été tracés au moyen d'un système de MicroMill automatisé afin d'être perpendiculaire à l'axe de croissance de l'otolithe, et $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$ ont été mesurés pour chaque portion d'otolithe correspondant à différentes étapes du cycle de vie. Sur la base des différences de $\delta^{18}O$ entre les échantillons de la mer Méditerranée et du golfe du Mexique, l'utilité de ces deux isotopes stables pour détecter si des spécimens adultes capturés dans l'océan Atlantique Est ont visité l'Atlantique Ouest au cours de sa vie a été évaluée. Les résultats suggèrent que deux des cinq spécimens capturés dans le golfe de Gascogne, ainsi que deux spécimens du détroit de Gibraltar, pourraient avoir visité le Nord ou l'Ouest de l'Atlantique Nord. Des commentaires ont été exprimés quant au fait qu'il soit nécessaire de réunir tous les résultats des différentes années afin d'éviter des biais dans l'interprétation des résultats.

2.3.2 Analyses génétiques

Les résultats obtenus dans le cadre des tests d'assignation du GBYP se fondant sur des données génétiques ont été présentés dans le document SCRS/2015/048. Une méthode de génotypage par séquençage (GBS) a été appliquée afin de détecter des polymorphismes mononucléotidiques (SNP) à l'intérieur du génome du thon rouge, pour lequel seuls des échantillons de référence (larves et jeunes de l'année) ont été utilisés. En raison de déficiences imprévues de la méthode GBS (probablement en raison d'une mauvaise sélection de l'enzyme de restriction), les lectures ont été regroupées par strate (combinaison âge, zone et année) afin d'obtenir la couverture souhaitée. Sur la base de l'analyse des lectures groupées, un panel de 384 SNP présentant des locus ayant les différences de fréquences alléliques les plus élevées entre les strates a été sélectionné afin d'être analysé plus en profondeur. Ce panel de 384 SNP a été validé au moyen de 188 thons juvéniles et de larves collectés dans le golfe du Mexique, le Cap Hatteras, le détroit de Sicile, la mer des Baléares, la mer Tyrrhénienne et la mer Levantine et un total de 220 SNP a fourni des génotypes cohérents. Parmi ceux-ci, un panel de 96 SP a été élaboré selon un pouvoir de discrimination au sein de toutes les principales zones de reproduction (golfe du Mexique, mer des Baléares, détroit de Sicile et mer Levantine). Celui-ci a ensuite été utilisé pour génotyper 576 autres spécimens issus de diverses classes d'âges, localisations et années. Des comparaisons par paires d'échantillons de référence (larves et jeunes de l'année) affichaient une différenciation cohérente entre les échantillons du golfe du Mexique et plusieurs échantillons de la mer Méditerranée. Aucun modèle clair de structure n'a été détecté parmi les échantillons méditerranéens (valeurs $p > 0,05$). Les jeunes de l'année et les larves capturés lors de différentes saisons d'échantillonnage dans le golfe du Mexique et le Cap Hatteras affichaient une très légère variation d'un échantillon à l'autre, ce qui vient ainsi appuyer davantage le regroupement d'échantillons de cette région afin d'accroître la puissance statistique.

Après ce regroupement, les échantillons de l'Atlantique Ouest différaient considérablement de tous les autres échantillons méditerranéens. Après avoir supprimé des jeux de données les échantillons comprenant des attributions de cote de moins de 70% de l'une des deux zones de reproduction prétendument dominantes, la cote moyenne d'attribution d'adultes et de jeunes thons dans les zones de reproduction dans l'Atlantique Ouest ou en Méditerranée était élevée (86,5% et 84,5%, respectivement), 81,1% des spécimens ayant été attribués. Le panel SNP décrit dans le présent rapport a fourni de nouvelles indications sur la structure de la population et la dynamique spatiale du thon rouge de l'Atlantique. La proportion de spécimens attribués avec des cotes d'attribution élevée aux zones probables de reproduction d'origine était élevée, ce qui témoigne du niveau élevé de rendement des SNP sélectionnés. Afin d'améliorer l'analyse de l'attribution des zones de reproduction de l'Atlantique Ouest et de la Méditerranée, des échantillons supplémentaires de jeunes thons du golfe du Mexique sont nécessaires ainsi que des échantillons d'adultes de l'Est de la Méditerranée. On escompte que la capacité de suivre les spécimens lorsqu'ils rejoignent leur zone d'origine orientale ou occidentale s'améliore grâce à d'autres développements et un échantillonnage accru. Les résultats de l'analyse des jeunes thons confirment une nouvelle fois une structure de population constante dans de vastes zones géographiques. Ceux-ci peuvent être utilisés pour estimer des taux de mélange et, avec d'autres développements, pourrait servir d'outils de traçabilité.

Le groupe s'est montré quelque peu préoccupé par le fait que les échantillons du golfe du Mexique et du Cap Hatteras aient été regroupés, compte tenu de la présence importante de poissons originaires de l'Est fondée sur des études d'otolithes (Rooker et al. 2014) et de marquage (Block et al. 2005 ; SCRS/P/2015/008). Ce regroupement a été réalisé car la taille des échantillons du golfe du Mexique et des jeunes de l'année de l'Ouest était trop faible et il s'est avéré nécessaire d'accroître la taille de l'échantillon afin de pouvoir l'utiliser comme référence. Étant donné que les poissons échantillonnés au large du Cap Hatteras étaient des jeunes de l'année, les chercheurs ont postulé qu'il était peu probable que ces poissons soient d'origine orientale. Ce postulat était fondé sur des niveaux presque négligeables de différenciation entre des échantillons du Cap Hatteras et du golfe du Mexique, ce qui donne à penser qu'ils partagent une origine commune et justifie la validation du regroupement des échantillons entre des régions géographiques. Le groupe a signalé la proportion élevée de poissons « non assignés » et « assignés par croisement » (poissons dont l'origine a été attribuée au golfe du Mexique détectés dans la mer Méditerranée et inversement). Les auteurs ont expliqué que ces données sont encore préliminaires et que davantage de tests statistiques et de comparaisons avec des méthodes complémentaires sont prévus. Ces premiers résultats suggèrent un flux génétique limité entre les principales zones de reproduction, même si l'ensemble des marqueurs élaborés permettent encore une différenciation génétique globale des groupes de reproducteurs.

Les résultats globaux affichant une différenciation de la population statistiquement considérable appuyent un retour vers les frayères ou une fidélité au groupe de reproducteur, comme le suggéraient des études génétiques antérieures utilisant mtDNA (Boustany et al. 2008) et par microsatellites (Carlsson et al. 2007). Les valeurs plus élevées de F_{ST} fournies par le nouveau panel de SNP, par rapport aux résultats des études par microsatellites, et une différenciation significative entre les jeunes thons rouges (jeunes de l'année et larves) de l'Atlantique Ouest et chaque zone de reproduction au sein de la Méditerranée (Ouest, centre et Est), séparément et combinées, témoignent de la puissance accrue de cette méthode. Cette amélioration de la résolution génétique des zones de reproduction est le résultat de l'accroissement relativement important des marqueurs génétiques utilisés provenant du génome de l'espèce.

Le groupe et les auteurs de cette étude ont convenu qu'il serait souhaitable d'appliquer la microchimie, les analyses génétiques, la forme des otolithes ou d'autres méthodes d'identification des stocks aux mêmes spécimens, car cela permettrait de faire concorder les résultats d'une méthode à l'autre. Une analyse de la « classification erronée » n'a pas été réalisée dans cette étude, mais la possibilité de le faire à l'avenir sera étudiée. Le groupe a souhaité savoir pourquoi une proportion élevée de poissons n'avait été attribuée à aucune zone de reproduction même lorsqu'un seuil d'attribution très bas était appliqué (fixé à 70%, alors qu'un niveau de confiance d'au moins 95% est requis pour les applications de recherche scientifique). Cela pourrait être attribué aux possibilités non explorées d'hybrides génétiques et d'autres zones de reproduction non identifiées dans l'Atlantique ; ceci dit, comme mentionné préalablement, une évaluation plus exhaustive de la puissance statistique de l'ensemble des marqueurs génétiques élaborés doit être dûment évaluée avec des études de simulation et des comparaisons des méthodes.

Une autre analyse de la structure de la population fondée sur des données génétiques a été réalisée (SCRS/2015/007). Les SNP utilisés dans cette analyse ont été détectés en appliquant un séquençage d'ADN lié aux sites de restriction (RAD-seq) reposant sur une enzyme de restriction réalisant des coupures moins fréquemment (celle-ci étant donc plus indiquée) que celle utilisée dans SCRS/2015/048. Au nombre des autres différences entre les deux études, citons 1) les SNP ont été découverts sur la base de données individuelles et non pas regroupées, ce qui évitait ainsi les biais en raison d'un regroupement a priori d'échantillons et 2) les analyses de la sélection des SNP et de la structure de la population ont été réalisées sans aucun prior (région

d'échantillonnage). La plupart des échantillons concernaient des années d'échantillonnage singulières. Au total, 130 échantillons de référence (jeunes de l'année et larves) ont été utilisés, avec un total de 9830 SNP. Des échantillons de l'Atlantique Ouest ont été identifiés comme étant des échantillons isolés de la mer Méditerranée en appliquant une analyse des composantes principales et une analyse de structure (en tenant et en ne tenant pas compte de l'origine de l'échantillon comme prior). De plus, les larves recueillies dans le golfe du Mexique se distinguaient davantage sur le plan de la génétique des échantillons de jeunes de l'année du Cap Hatteras et des autres échantillons de la mer Méditerranée. Les larves de l'Atlantique Ouest ont été identifiées comme étant génétiquement distinctes des échantillons de la mer Méditerranée. Pour l'instant, ces résultats doivent être tenus pour préliminaires car la plupart des échantillons proviennent d'années d'échantillonnage singulières et une part élevée de larves utilisées provenait d'un nombre limité de traits, d'où la possibilité que l'échantillonnage larvaire soit faussé en raison de la parenté étroite des spécimens, ce qui pourrait éventuellement accroître la distinction apparente des régions d'échantillonnage reposant sur des échantillons de larves par rapport aux échantillons de jeunes de l'année, ces derniers étant moins probablement composés de proches parents. Il a toutefois été noté que les études de marquage n'ont pas présenté beaucoup de mouvement entre les régions au sein de la Méditerranée. On a indiqué que l'échantillonnage des adultes reproducteurs permettrait de procéder à une attribution avisée à une zone de reproduction tout en écartant la possibilité d'échantillonner des spécimens étroitement apparentés. À l'heure actuelle, un deuxième lot d'échantillons est analysé. Celui-ci inclut davantage de traits et d'années tant pour les larves que les jeunes de l'année afin d'éviter le regroupement d'échantillons en raison de la parenté.

Le document SCRS/2015/049 présentait des informations sur les échantillons historiques obtenus grâce aux travaux archéologiques réalisés dans plusieurs régions d'échantillonnage en Europe. De l'ADN a été extrait de vertèbres de thons rouges provenant de fouilles d'anciennes colonies romaines et de la fin de l'âge de fer sur les côtes de la péninsule ibérique (Portugal et Espagne, 4^e-2^e siècle avant JC ; n=23) et à Constantinople (période byzantine) (4^e-15^e siècle après JC ; n=6), ainsi que de vertèbres des archives de Massimo Sella conservés à l'Université de Bologne (mers Ionienne, Tyrrhénienne et adriatique, début du 20^e siècle; n=150). À l'heure actuelle, près de 147 échantillons historiques (vieux d'une centaine d'années) et 30 échantillons anciens (vieux de plus de 1000 ans) sont caractérisés génétiquement. Des milliers d'échantillons historiques et anciens sont disponibles à des fins d'analyse. Plus de 150.000 boîtes d'échantillons sont utilisables pour analyse. Un panel de génotypage très performant contenant des SNP provenant de deux projets financés par le programme scientifique GBYP a été conçu aux fins du génotypage de tous les échantillons historiques ainsi que d'échantillons modernes prélevés dans les mêmes zones géographiques. L'ADN a été extrait en forant dans la vertèbre et en appliquant des techniques d'isolation de l'ancien ADN. Compte tenu de la longueur de la série temporelle des échantillons, il serait possible d'examiner les modifications historiques des gènes au fil du temps, causées par des changements climatiques ou par des effets dus à l'activité humaine. L'auteur a fait remarquer qu'il serait également possible de réaliser des analyses de détermination de l'âge en se fondant sur les vertèbres, car la structure des anneaux était très claire, même celle des échantillons les plus anciens.

2.3.3 Études de marquage

Un compte-rendu des données de marquage disponibles saisies dans les bases de données de l'ICCAT a été présenté (SCRS/P/2015/008). Les efforts de marquage se sont concentrés dans certaines régions, dont la côte Est des États-Unis, le golfe de Gascogne et la mer Méditerranée. Les trajectoires de récupération montrent que les poissons marqués dans l'Atlantique Ouest ont été recapturés dans l'ensemble de l'Atlantique Est et Ouest, alors que tous les poissons recapturés dans le golfe du Mexique ont été marqués exclusivement dans l'Atlantique Ouest. Les poissons marqués dans l'Atlantique Est et l'Atlantique Ouest ont été recapturés en Méditerranée. Toutefois, on n'a observé aucun spécimen marqué dans le golfe du Mexique ayant rejoint la Méditerranée et aucun spécimen marqué dans la Méditerranée ne s'est rendu dans le golfe du Mexique. Un examen de l'effort de marquage et de récupération au moyen du modèle incorporant sept régions de stock (Kerr et al. 2014) montrait une concentration de l'effort de marquage et indiquait une quantité limitée d'informations permettant d'estimer le mélange à cette résolution spatiale, en raison du nombre restreint de récupérations dans certaines régions et de l'incertitude entourant les taux de déclaration. L'apposition de marques électroniques présentait une couverture spatiale relativement bonne dans l'Atlantique Est et Ouest, ainsi que dans le golfe du Mexique et la Méditerranée. Toutefois, la base de données de l'ICCAT ne contient actuellement qu'un inventaire des marques électroniques déployées et n'inclut pas les données réelles de suivi.

Le groupe a constaté que l'examen des données de marquage réalisé dans le cadre de la présente réunion était utile pour formuler des recommandations aux fins de l'amélioration des données utilisables provenant du marquage électronique.

Quelques idées de méthodes de modélisation éventuelles ont été abordées, dont l'estimation de la capturabilité dans des zones où le marquage scientifique et la récupération de marques (une déclaration de marques de 100% peut être postulée) ont eu lieu, ou lorsque les observateurs à bord consignent la récupération de marques (golfe du Mexique), en association avec l'utilisation de données de marquage électronique pour les distributions préalables sur la migration, et les estimations de perte de marques à partir d'études sur la mise en cage. Le groupe a constaté que les taux de récupération des marques conventionnelles étaient faibles (~1%) compte tenu des estimations du taux de mortalité par pêche. Cela pourrait être dû à une combinaison de la perte de marques et de la non-déclaration. Il a été observé que les récompenses dans le cas des marques archives peuvent atteindre 1.000 US\$ et que les taux de récupération de ces marques étaient beaucoup plus élevés (jusqu'à 20%) même s'il est estimé que la non-déclaration des récupérations de ces marques est également monnaie courante. Le groupe a également constaté que les taux de déclaration des marques pop-up étaient beaucoup plus faibles que prévu (~20%), compte tenu des taux de déclaration généralement élevés déclarés par le passé (>80%). Même s'il existe des régions et des périodes pour lesquelles la déclaration performante par les marques pop-up était considérablement plus faible (mer Méditerranée), le nombre limité de positions pop-off dans la base de données de marquage a été attribué principalement à l'absence de mise à jour de la base de données par les chercheurs participant aux programmes de marquage. Il a été convenu que des précisions devraient être apportées et qu'une mise à jour de la base de données devrait être réalisée avant d'utiliser ces données pour étayer le processus d'évaluation des stocks. Il a également été fait remarquer que plusieurs jeunes de l'année marqués dans l'océan Atlantique Ouest étaient ensuite recapturés dans l'Atlantique Est et le détroit de Gibraltar.

Le document SCRS/2015/055 présentait des informations sur des thons rouges ($n = 24$) marqués dans cinq madragues situées dans le détroit de Gibraltar au moyen de marques électroniques pop-up reliées par satellite (PSAT). La moitié de ces poissons ont été marqués à bord et les autres poissons ont été marqués sous-l'eau avec un fusil lance-harpon. Le comportement vertical des poissons marqués dépendait fortement de la phase de la journée, la longitude et la procédure de marquage. Le schéma du mouvement horizontal était également différent d'une méthode de marquage à l'autre. La durée d'apposition moyenne des marques appliquées sous l'eau était de 47 jours dans le cas des marques étant restées apposées pendant plus de 10 jours. La durée d'apposition moyenne des marques placées sur le pont était de 85 jours dans le cas des marques étant restées apposées pendant plus de 10 jours. Une grande partie des poissons marqués sous l'eau a rejoint la mer Méditerranée. Dans le cas des poissons marqués à bord, 3 poissons sur 5 se sont rendus en Méditerranée. Les auteurs ont attribué ces différences à un effet de la procédure de marquage sur le comportement suivant la remise à l'eau du thon rouge. Quelques membres du groupe ont signalé qu'ils avaient également observé des différences de comportement des poissons après la remise à l'eau en fonction de la procédure de marquage et ont attribué cela à un accroissement du stress éprouvé par les poissons hissés à bord. Le groupe a suggéré que les différences entre les moments de marquage (différences de plus de 2 semaines) pourraient influencer les schémas de déplacement après la remise à l'eau des spécimens provenant de différentes cohortes (les indices de marquage et de capture donnent à penser que le thon rouge pourrait se déplacer en groupes dépendant de la taille), tel qu'en témoignent les différents comportements et schémas migratoires des juvéniles et des adultes marqués dans les eaux de l'Atlantique Est.

Le document SCRS/2015/056 présentait une mise à jour de l'évaluation de la faisabilité du déploiement d'un rideau acoustique à travers le détroit de Gibraltar aux fins du suivi du thon rouge et d'autres espèces pélagiques dans le cadre du Réseau de suivi des océans (OTN). Des essais pilotes ont été réalisés entre 2009 et 2012. Les résultats de ces tests indiquent que les résultats des récepteurs VR4-UWM placés à 800 m de distance l'un de l'autre étaient suffisants pour détecter des marques acoustiques dans cette région. La configuration la plus indiquée pour la ligne comprendrait 35 récepteurs et s'étendrait sur une distance de 26 km entre les côtes espagnoles et marocaines. Le groupe a demandé si ce réseau ne soulèverait pas une vague d'opposition de la part des forces militaires internationales, en raison du potentiel d'identification des navires et des sous-marins. Il est à espérer que cela ne constituera pas un problème, mais à l'instar d'autres régions où des « rideaux » acoustiques ont été proposés (p. ex. entre la Floride et Cuba), les principaux obstacles escomptés étaient davantage d'ordre politique que technologique. D'autres préoccupations ont été exprimées en ce qui concerne la fréquence habituelle des transpondeurs de marques et les navires militaires, ainsi que la possibilité d'enregistrements de faux positifs en raison du suivi de ces navires de passage. On a également fait remarquer qu'afin d'identifier la direction dans laquelle les poissons marqués se dirigeaient, un rideau à deux couches devrait être installé. Toutefois, les détections d'un poisson par plusieurs senseurs du réseau pourraient trianguler la direction du déplacement et un rideau à deux couches pourrait ne pas s'avérer nécessaire. Le groupe a suggéré que le GBYP envisage la possibilité d'un partenariat avec OTN afin de faciliter le déploiement de ce réseau et d'autres réseaux.

Une mise à jour du programme de marquage électronique réalisé dans le golfe du St Laurent (Canada) a été présentée (SCRS/P/2015/011). 135 marques ont été apposées sur 125 thons rouges (268 ± 20 cm CFL) et 100 de ces marques pop-up ont transmis aux satellites. Les taux d'apposition des marques mini-PAT plus petites étaient supérieurs à ceux des PAT MK-10, ce qui a permis d'accroître les durées de déploiement. Parmi les poissons dont la durée du suivi était suffisamment longue pour couvrir la période de frai dans le golfe du Mexique, 74% ont visité le golfe du Mexique (taille moyenne 275 ± 14 cm CFL ; 243-302 cm CFL). En moyenne, les poissons ont atteint le golfe du Mexique le 14 janvier (± 42 jours) et la durée moyenne passée dans le golfe du Mexique était de 123 jours (± 49 jours). Deux poissons marqués ont rejoint la mer Méditerranée. Ces thons rouges mesuraient 267 et 261 cm (CFL) au moment de la remise à l'eau. Ils sont entrés dans la mer Méditerranée les 28 et 19 mai et se trouvaient tous deux dans la mer Tyrrhénienne lorsque leurs marques se sont détachées les 14 et 20 juin. 43 poissons ne se sont rendus ni dans le golfe du Mexique ni dans la mer Méditerranée. Ces poissons sont généralement plus petits que ceux qui se sont déplacés vers l'une des zones de frai connues ($259 + 23$ cm CFL).

Les poissons qui se sont déplacés jusqu'au golfe du Mexique sont tous restés à l'Ouest de la limite de gestion de 45°W alors que la plupart des poissons non attribués à une région de reproduction ont traversé la limite de gestion. Sur la base des données de marquage électronique (acoustique, archive et PSAT), élaborées par ce laboratoire jusqu'à présent, les thons rouges marqués les plus petits qui se sont déplacés jusqu'au golfe du Mexique mesuraient 207 cm CFL au moment de la remise à l'eau et les thons rouges marqués les plus petits qui ont ensuite rejoint la mer Méditerranée mesuraient 191 cm au moment de la remise à l'eau (1,5 an avant d'entrer dans la Méditerranée). 50% des thons rouges marqués se déplaçant vers le golfe du Mexique avaient environ 15 ans. Aucune omission de la fraye n'a été observée dès qu'un thon rouge est entré dans une zone connue de reproduction (jusqu'à 4 ans).

Le document SCRS/P/2015/053 fait état d'activités de marquage du GBYP en date du 23 février 2014. Le volume de marquage était élevé, atteignant 16.631 thons rouges marqués, au moyen d'une grande diversité de marques (dont 97 mini-PATS et 50 marques archives). Une activité de double marquage a également été réalisée afin de tester l'efficacité de divers types de marque spaghetti et d'estimer le taux de perte de marques. Les résultats indiquaient que la différence arbitraire entre la marque à barbillon unique et à double barbillon était mineure. Même si le nombre de marques déclarées (201) au GBYP s'est accru grâce à une augmentation du nombre de marques apposées, à une campagne de sensibilisation systématique et à une nouvelle politique de récompenses, la proportion de récupérations reste faible (1%). Les marques satellite affichaient des schémas surprenants et confirmaient que quelques zones dans lesquelles les thons rouges sont clairement présents (Méditerranée orientale et Atlantique Sud) ne sont pas bien représentées par le mouvement observé de poissons marqués ou la couverture actuelle de marquage. Dès lors, le marquage de la phase 5 se concentrera principalement dans la Méditerranée orientale.

2.3.4 Remarques récapitulatives

Le groupe de travail en charge du marquage a convenu qu'un effort accru devrait être déployé afin de garantir un chevauchement des échantillons analysés au moyen des différentes techniques décrites ci-dessus. Une comparaison des échantillons analysés par les différents groupes a fait apparaître que très peu de poissons avaient été analysés au moyen de toutes les approches de recherche du GBYP. Les différentes techniques peuvent être utilisées pour faire concorder les résultats individuels obtenus par des analyses de la forme de l'otolithe, des micro-éléments des otolithes et génétiques et un plus grand parti peut être tiré des ressources financières. Une base de données centrale en ligne, prévoyant des limites d'édition et fournissant des mises à jour fréquentes au sujet de l'analyse des échantillons, devrait être mise à disposition afin de tirer le plus grand profit des efforts de recherche et de fournir un nouvel espace de transparence des activités de recherche menées par les affiliés de l'ICCAT.

De récentes études sur le marquage suggèrent qu'une certaine prudence s'impose lorsque l'on postule que les jeunes de l'année constituent des échantillons de référence pour les poissons originaires du stock de l'Ouest ou de l'Est. D'autres études sur le marquage de la dernière décennie montrent que les adultes marqués le long du littoral atlantique des États-Unis et du Canada devraient être considérés comme des regroupements mixtes à des fins alimentaires. Cela s'applique également aux spécimens capturés au milieu de l'océan Atlantique, dans les eaux au Sud de l'Islande et le long des côtes occidentales du Portugal. Par conséquent, des échantillons utilisés pour établir les signatures de référence pour les otolithes et les études des paramètres génétiques afin d'établir les identités de l'Est et de l'Ouest devraient inclure des échantillons recueillis uniquement dans le golfe du Mexique et la mer Méditerranée.

Des comparaisons préliminaires des jeux de données détaillant les résultats obtenus d'études sur la forme de l'otolith, d'études d'isotopes stables d'otolithes et d'analyses génétiques (génotypage GBS SNP) ont fourni une continuité prometteuse des applications de l'affectation au bassin de frai. Par exemple, les regroupements à des fins alimentaires dans l'Atlantique central et au large de la côte du Maroc semblent contenir un nombre considérable de thons d'origine occidentale, tandis que les échantillons analysés des côtes du Portugal suggèrent une contribution beaucoup plus faible, voire négligeable, de l'Ouest.

3. Examen des prises nominales de tâche I

Cette rubrique décrit la situation actuelle des prises nominales de la tâche I (TINC, en date du 2 mars 2015) concernant le thon rouge. On a également présenté les travaux liés à l'incorporation des nouveaux jeux de données obtenus dans le cadre du programme GBYP (le résultat de quatre projets de récupération des données sur le thon rouge, adoptés à la réunion de Tenerife de 2013). Finalement, plusieurs directives et recommandations sont formulées afin d'améliorer la série de capture TINC avant la prochaine évaluation des stocks.

3.1 Changements résultant de l'incorporation des nouvelles informations du GBYP et d'autres sources

Le Secrétariat a présenté les informations les plus à jour liées au thon rouge en ce qui concerne les statistiques de TINC pour les deux stocks. Ces informations sont résumées dans le **tableau 1** (ainsi que dans les **figures 1 et 2**). Aucun changement majeur n'a été apporté aux données communiquées par les CPC (à l'exception de la Corée qui a déclaré une prise à la senne de 80,5 t en 2013 à la fin de la réunion) par rapport aux informations disponibles à la dernière réunion du SCRS.

En ce qui concerne l'incorporation des séries de capture du GBYP (détaillée dans Justel et al. 2014), le Secrétariat a suivi les recommandations formulées lors de la réunion de Tenerife de 2013. Les séries suivantes de tâche I (1950 et années suivantes) ont été ajoutées (mises à jour) en tant que séries finales:

- Canneurs (BB) espagnols (golfe de Gascogne) : 1950 à 2000 (2 séries entièrement remplacées) :
 - o UE - ESP-ES-CANT_BFT (ciblant le thon rouge)
 - o UE - ESP-ES-CANT_ALB (ciblant le germon, le thon rouge étant capturé en tant que prise accessoire)
- Palangriers (LL) italiens en Méditerranée : 1998 (mise à jour)
- Ligne à main (HAND) de l'Italie en Méditerranée : 1988 à 2010 (mise à jour partielle)
- Harpon (HARP) italien en Méditerranée : 1976 à 2003 (mise à jour partielle)

Les deux dernières petites pêcheries italiennes (HAND et HARP), concernant principalement le Sud de la mer Tyrrhénienne, le détroit de Messine et le Nord de la mer Ionienne, ont été mises à jour partiellement et toutes les séries ont été attribuées au détroit de Messine.

En raison de certaines incohérences (double comptabilisation éventuelle, incohérence des poids moyens, poissons capturés en nombre n'ayant pas tous été transformé en poids, etc.) détectées dans les séries de capture restantes liées au GBYP (toutes les séries de capture des madragues et une petite pêcherie italienne au harpon), le Secrétariat a révisé une fois de plus ces jeux de données (en supprimant dans la mesure du possible les incohérences détectées) et a présenté la série mise à jour au groupe. Elles sont décrites comme suit :

- Les prises mises à jour des madragues espagnoles (ATE et MEDI, 1950 à 2009), qui suppriment la double comptabilisation détectée dans les prises du GBYP présentées à la réunion de Tenerife en 2013. Des poissons ont été comptabilisés deux fois (prises individuelles des madragues + les prises combinées des madragues « SurAtlantica » [prises de toutes les madragues exploitées dans l'Atlantique Nord-Est]. Le Secrétariat estime toutefois qu'il est nécessaire de déployer des efforts additionnels pour améliorer ces estimations révisées. La participation active des scientifiques espagnols est cruciale pour recalculer ces deux séries de capture. Les travaux devraient se concentrer sur la clarification de l'emplacement géographique de certaines madragues (afin de distinguer correctement les séries de capture MED et ATE), sur la correction des registres qui ont donné lieu à des estimations inexactes de poids moyens (plusieurs types d'inexactitudes) à un niveau détaillé (registre par registre) et sur la transformation complète de « toutes » les prises en nombre en poids.

- La série de capture des madragues portugaises (ATE, 1950 à 1971) soumise à la réunion de Tenerife en 2013 présentait plusieurs inexactitudes (différents types de poids moyen incorrects à un niveau détaillé, transformations partielles de nombre en poids) qui sous-estimaient en grande mesure la production totale des madragues portugaises dans les années 60, par rapport à la révision présentée par le Secrétariat. Les imprécisions détectées devraient être corrigées, dans la mesure du possible, avec la participation des scientifiques portugais.
- Les prises des madragues marocaines (ATE/MED, 1950 à 2007) obtenues dans le cadre du GBYP ne contiennent pas la conversion totale des nombres en poids du début des années 50. De plus, certaines prises sont mélangées entre les zones ATE et MED, en raison de l'emplacement géographique peu clair de certaines madragues ainsi que de quelques doutes concernant la période (gamme d'années) de l'activité de pêche.

En ce qui concerne les trois jeux de données faisant défaut, le groupe a recommandé que le travail final (Secrétariat et scientifiques nationaux) soit présenté dans un document scientifique à la réunion du groupe d'espèces du SCRS de 2015.

En 2012, l'ICCAT a approuvé de nouvelles zones d'échantillonnage pour les principales espèces qui devraient être utilisées pour déclarer les statistiques des pêcheries de tâche I et II (<http://www.iccat.int/Data/ICCATMaps2011.pdf>). Dans le cas du thon rouge, la limite du stock actuelle délimitant les stocks de l'Est et de l'Ouest crée trop de zones de petite taille qui compliquent énormément non seulement le processus de déclaration des CPC mais également le travail du Secrétariat dans le cadre de la soumission des données au SCRS et au groupe d'espèces dans des formats spécifiques compatibles avec la structure des zones d'évaluation de thon rouge. Comme suite à une recommandation du Comité permanent pour la recherche et les statistiques de 2014, le Secrétariat a présenté une proposition simplifiant les zones statistiques du thon rouge aux fins de la déclaration des informations de tâche I et tâche II. Les zones actuelles et les nouvelles zones d'échantillonnage sont présentées dans les **figures 3 et 4**, respectivement. Les changements incluent également une redistribution des zones au large de la côte canadienne (zones d'échantillonnage BF51 et BF52) qui reflètent mieux les caractéristiques des pêcheries dans la région. Le groupe a également constaté que la mer Méditerranée pourrait devoir être séparée en deux (Est/Ouest) à la hauteur de BF59 (ensemble de la Méditerranée) ou éventuellement en trois (Est/centre/Ouest) zones d'échantillonnages à l'avenir. À l'heure actuelle, comme le groupe l'a fait remarquer, il est prématuré de définir des délimitations géographiques de deux ou trois nouvelles zones d'échantillonnage et il est recommandé que les scientifiques nationaux étudient cette possibilité à l'avenir. Dans le cas des pêcheries de thon rouge de la Méditerranée, d'autres informations (VMS) de ces dernières années pourraient simplifier la division des prises en zones géographiques plus petites sans accroître la complexité de la déclaration par l'Union européenne et d'autres CPC de la Méditerranée. La proposition de simplification de zones d'échantillonnage du thon rouge sera présentée au SCRS lors de sa réunion de 2015 pour approbation.

Le groupe s'est penché sur la façon dont la tâche I déclarée selon des zones d'échantillonnage du thon rouge s'ajusterait au modèle à 8 boîtes. Le Secrétariat a expliqué que cela ne s'y ajusterait pas directement. Ceci dit, les estimations équivalentes de tâche I de CATDIS (prises de la tâche I par trimestre et carrés de 5°x5°, au moyen de la distribution spatio-temporelle de prise et d'effort de tâche II de chaque flottille/engin de chaque année) mises à jour chaque année par le Secrétariat peuvent être utilisées afin de classer ces prises directement dans le modèle à 8 boîtes. Par conséquent, le groupe a recommandé que le jeu de données de CATDIS soit dûment mis à jour pour la prochaine réunion de préparation des données sur le thon rouge.

Le Secrétariat a également porté à la connaissance du groupe que le problème des engins non classifiés (UNCL, SURF, etc.) identifié par le passé n'avait pas été complètement résolu, comme l'illustrent les **figures 5 et 6**. Cette situation pose particulièrement problème dans le cas du stock de thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée dont les ratios d'engins non classifiés peuvent dépasser 20% du poids total dans la Méditerranée certaines années. Le groupe a pris note de ce problème et a recommandé de poursuivre ce travail de reclassement de ces prises par engin avec la participation active des scientifiques nationaux.

3.2 Examen et développement d'un protocole pour actualiser les données de la tâche I en utilisant les nouvelles relations longueur/poids

Le groupe a abordé les implications que les relations taille-poids adoptées récemment pourraient avoir sur les prises nominales de tâche I, notamment dans le cas des séries qui utilisaient des conversions taille-poids pour obtenir les prises globales. La mise à jour de ces séries de prise de tâche I pour les deux stocks (de 1950 à 2013) est une tâche qui ne peut pas être réalisée pour la prochaine évaluation des stocks. Par conséquent, le groupe a recommandé que les informations de tâche I soient mises à jour dans la mesure du possible par les scientifiques nationaux dans un délai approprié.

Le groupe a convenu que les séries de prise de tâche I ré-estimées avec les nouvelles relations taille-poids doivent suivre le protocole actuel du SCRS en ce qui concerne la soumission des mises à jour de la tâche I :

- a) Estimations préliminaires (trois années les plus récentes) : peuvent être mises à jour au moyen des formats électroniques approuvés uniquement.
- b) Autres années (historiques) : doivent faire l'objet d'un document SCRS.

Toutes les mises à jour doivent être déclarées au moyen du formulaire standard de tâche I (formulaire ST02-T1NC).

4. Examen des données de prise et d'effort de tâche II suite à l'incorporation de nouvelles informations provenant du GBYP et d'autres sources

Le Secrétariat a présenté au groupe le catalogue (**tableau 2**) des informations de prise et d'effort de tâche II (T2CE) liées au GBYP qui avaient été provisoirement (quelques révisions en attente) saisies dans le système de base de données de l'ICCAT. Il contient de nombreux nouveaux jeux de données concernant les pêcheries des madragues des années 50 et 60 du Portugal, de l'Espagne et du Maroc, et également des jeux de données d'autres engins (BB, GILL, HAND, HARP, LL et PS) concernant les décennies les plus récentes (années 80 et 90). Nombre de ces jeux de données ne contiennent pas le type de l'effort et ne sont donc pas utilisables pour les études de CPUE. Le Secrétariat a toutefois signalé que dans certains cas, si les données sont traitées correctement, il est possible d'attribuer des mesures plus générales de l'effort (nombre de madragues actives, nombres de navires actifs, etc.) fournies après l'achèvement des projets de récupération des données du GBYP (p.ex.: les données PS de la Norvège ont fourni récemment la flotte active par année) ou disponibles dans d'autres sources de données de l'ICCAT (caractéristiques de la flotte de tâche I).

Le Secrétariat a informé qu'il réalisera progressivement l'intégration définitive de ces jeux de données (dès que la révision de l'effort sera faite) dans le système de base de données de l'ICCAT en 2015 (prêt en 2016).

Le Secrétariat a également présenté les catalogues standard du thon rouge qui rassemblait, par espèce, stock et gamme d'années la disponibilité des jeux de données de la Tâche I (capture) et de la Tâche II (prise et effort, taille réelle et prise par taille déclarée) classés par ordre décroissant. Ces catalogues sont présentés dans les **Tableaux 3, 4 et 5** (respectivement ATE, MED et ATW). Le Groupe a proposé de fusionner la série valide (ombrage bleu) du **Tableau 2** dans la base de données de T2CE avant la réunion du Groupe d'espèces du SCRS en 2015.

5. Examen des données de taille de la Tâche II

Cette section a examiné l'état actuel de l'information de taille de la Tâche II sur le thon rouge (T2SZ, à partir du 02-03-2015). Elle couvre les données déclarées par les CPC, les données de taille du GBYP, les fréquences de taille équivalentes aux poissons vivants rétro-calculées obtenues du thon mis à mort à la ferme, ainsi que l'échantillonnage de taille réalisé par caméras vidéo stéréoscopiques. Enfin, quelques recommandations ont été faites aux scientifiques nationaux des CPC visant à réviser et déclarer entièrement les séries de données de T2SZ deux mois avant la réunion préparatoire des données de 2016.

5.1 Examen et validation de l'information de taille de la Tâche II déclarée qui est utilisée pour estimer la prise par taille

Les catalogues basés sur le stock de thon rouge (1990 à 2013), présentés aux **Tableaux 3, 4 et 5** (BFT-E (AE), BFT-E (MD) et BFT-W respectivement) indiquent le niveau de données T2SZ disponibles pour chacune des grandes pêcheries, par rapport à la Tâche I.

La BFT-E (AE) a 95 % de la production totale associée avec seulement 15 pêcheries. Sur ces grandes pêcheries (principaux engins : LL, BB, TP, PS, TW), d'importantes lacunes existent qui doivent être comblées lorsque cela est possible.

Le stock de BFT-E (MD) compte un plus grand nombre de pêcheries (environ 32) qui représentent environ 95 % du total des captures (engins principaux : PS, LL, TP, HL) en Méditerranée. Le nombre de jeux de données de T2SZ disparus est élevé.

Le stock de BFT-W a 95 % de la production totale associée avec environ 10 pêcheries importantes (engins principaux : LL, RR, PS, HP). En général, les données de T2SZ sont complètes, avec seulement quelques lacunes éparses entre 1990 et 2013.

Le Groupe a établi une liste de tâches de révision/validation des données nécessaires pour les deux stocks, qui devraient être finalisées avant la réunion préparatoire des données de 2016. Ces tâches ainsi que la liste d'actions que le scientifique de chaque CPC doit entreprendre sont décrites au **Tableau 6**. Les révisions devraient prendre en compte (réduire autant que possible avec l'aide du Secrétariat) l'hétérogénéité des jeux de données T2SZ récapitulés au **Tableau 7**.

5.2 Examen et validation des statistiques de capture par taille avec les nouvelles informations des fermes, de la mise à mort, des caméras stéréoscopiques et d'autres sources d'information

En 2014, les CPC ont commencé à soumettre à l'ICCAT des données de distribution des fréquences de taille du thon rouge capturé et transféré dans des cages à la ferme (p. ex. opérations de mise en cage) recueillies avec des systèmes de caméras stéréoscopiques. Le document SCRS/2015/059 a donné un aperçu des opérations et des protocoles de collecte des données recueillies par caméra stéréoscopique dans les fermes croates. Il a été noté que les systèmes de caméras stéréo constituent un outil utile pour l'échantillonnage de taille des thons rouges capturés à des fins d'élevage, qui sont la principale destination dans les pêcheries méditerranéennes. Néanmoins, les protocoles aux fins de l'utilisation satisfaisante des caméras stéréo nécessitent encore des conditions optimales et des opérateurs qualifiés, et des problèmes techniques subsistent.

Le document SCRS/2015/050 résumait les informations de taille du thon rouge disponibles à l'heure actuelle : environ 15.000 poissons mesurés, ce qui représente environ 50 % des opérations de mise en cage en 2014. Le diagramme de distributions globales montre une fréquence de taille multimodale du thon rouge capturé, avec un record de petits poissons à environ 75 cm SFL, taille typique des poissons destinés aux fermes en Croatie, un second record de poissons de taille moyenne d'environ 120 cm SFL, et un troisième record de gros thons rouges d'environ 210 cm SFL. Ces deux groupes de taille étaient généralement destinés aux fermes de Malte et de Turquie, tandis que seuls des gros poissons ont été observés dans les fermes espagnoles (au cours de ces dernières années).

Il a été noté que les données des caméras stéréo peuvent être utilisées pour valider les rétro-calculs des données de prise par taille obtenues des données de mise à mort (époque de la mise à mort dans les fermes) soumises par les CPC et présentées en 2014 (Ortiz, 2015). En outre, les résultats préliminaires ont été présentés pour des expériences en cours qui utilisent des données de caméra stéréoscopique à différents stades dans les cages pour estimer la croissance en taille du thon rouge au cours des opérations d'élevage. Cette étude préliminaire indique que pendant une période de mise en cage de quatre mois, le thon rouge de taille moyenne a connu une croissance en taille (~ 18 % (augmentation de SFL (~ 24 cm))) tout comme le thon rouge de grande taille (~ 5 % augmentation de SFL (~ 11cm)).

En résumé, les données de fréquence de taille du thon rouge de la pêche de senneurs méditerranéens sont disponibles à partir des données de caméra stéréoscopique pour 2014, couvrant près de 50 % des opérations de mise en cage (informations reçues par le Secrétariat avant février 2015). Avant 2014, entre 2008 et 2013, les données de fréquence de taille du thon rouge capturé à la senne peuvent être estimées d'après les opérations de mise à mort, comme l'a recommandé le SCRS en 2014. Toutefois, il est recommandé que ces données soient

validées avec les données des caméras stéréoscopiques de 2014 et toute autre donnée disponible de croissance dans les fermes.

Le Groupe a réitéré que le protocole présenté à l'annexe 9 de la Rec 14-04 devrait être validé par le SCRS. Cela pourrait être examiné au cours de la réunion des Groupes d'espèces en septembre 2015 (groupe de travail restreint).

5.3 Élaboration d'un plan de travail destiné à créer une nouvelle prise par taille en se servant des nouvelles relations longueur/poids adoptées par le Groupe d'espèces sur le thon rouge

Le Groupe a recommandé que les coefficients de conversion récemment estimés pour les deux stocks de thon rouge décrits dans le détail dans Rodriguez-Marin *et al.* (2015) et adoptés par le SCRS en 2014 soient intégrés dans les tableaux de coefficients de conversion de l'ICCAT disponibles sur la page web de l'ICCAT. De nouveaux coefficients de conversion globaux sont présentés au **Tableau 8** et les relations mensuelles de poids-longueur (WLR) sont fournies au **Tableau 9**.

Le groupe a suggéré d'utiliser ces fonctions pour les futures évaluations des stocks. Il a également été recommandé que les données historiques de capture par taille soient révisées à l'aide de ces nouvelles WLR (c.-à-d. lorsque les mesures de poids ont été enregistrées et converties en longueur à l'aide d'autres WLR). Afin de faciliter ce processus pour les CPC, les principales pêcheries susceptibles d'être touchées sont identifiées à la section 5.3. Alternativement, les CPC peuvent fournir les données brutes électroniques au Secrétariat.

Un plan de travail détaillé fixant les délais et les responsabilités pour les différentes actions est inclus à l'**Appendice 4**.

6. Examen des données de capture et des indices d'abondance relative disponibles

Le document SCRS/2015/052 présentait les captures de thon rouge de la flottille coréenne dans l'océan Atlantique de 1985 à 2013. La prise moyenne coréenne pendant cette période s'élevait à environ 280 t. Le thon rouge de l'Atlantique a été capturé par la pêcherie palangrière coréenne ciblant les thonidés entre les années 80 et 90 et ensuite par la pêcherie de senneurs coréens ciblant les thonidés à partir des années 2000. La plus forte capture jamais enregistrée s'élevait à environ 1.100 t en 2005. Les captures ont été ramenées à environ 150 t en 2006, pour atteindre près de 330 t en 2008. Ces dernières années, les prises coréennes tournaient autour de 80 t entre 2012 et 2013. La zone de pêche de la pêcherie de senneurs coréens ciblant le thon rouge de l'Atlantique se localisait principalement entre 35~37°N, 30~36°E de 2005 à 2007 et entre 32~35°N, 13~18°E de 2008 à 2012. La zone de pêche de la pêcherie palangrière coréenne ciblant les thonidés se trouvait entre 33~34°N et 7~9°E en 2006. La distribution des longueurs du thon rouge de l'Atlantique capturé par la pêcherie thonière de senneurs coréens dans l'océan Atlantique s'établissait à 110-300 cm FL (moyenne de 208,8 cm en 2005, 100-283 cm FL (196,8 cm) en 2006, 138-337 cm FL (214,3 cm) en 2007 et 104-190 cm FL (139,7 cm) en 2009, respectivement. Les données de capture et les informations sur la pêcherie provenaient des observateurs.

Le Groupe a remarqué certaines divergences dans la prise de thon rouge coréenne entre ce qui avait été présenté dans le document et la prise figurant dans la base de données de la Tâche I sur le thon rouge de l'ICCAT. Les auteurs ont indiqué qu'ils travaillaient déjà avec le Secrétariat afin de résoudre ce problème. On a fait remarquer que des palangriers coréens opéraient dans les eaux algériennes dans les années 90.

Un examen de la recherche en cours associant l'écologie larvaire et l'océanographie opérationnelle, actuellement menée par le Groupe d'écologie larvaire de l'Institut espagnol d'océanographie (IEO), en étroite collaboration avec le Système d'observation et de prévision des côtes des îles Baléares (BICOFS) a été présenté au Groupe (SCRS/2015/P/009). Selon les auteurs, les connaissances sur l'écologie larvaire du thon rouge acquises sur le terrain et au cours d'expérimentations d'élevage dans des conditions environnementales contrôlées, ainsi que les données hydrographiques, fourniraient le cadre permettant d'analyser la façon dont la variabilité environnementale entraîne des processus écologiques importants qui touchent cette espèce durant les premiers stades de son développement. Le lien étroit qui existe entre l'écologie reproductive et les scénarios océanographiques locaux dans la mer des Baléares et le fait que la survie larvaire dépend très fort de la variabilité environnementale sont quelques-uns des résultats qui s'en dégagent. En combinant les connaissances disponibles au sujet des effets environnementaux sur la structure, l'état et la distribution spatiale de la population larvaire avec des séries presque en temps réel de données hydrographiques, de nouveaux produits océanographiques opérationnels, tels que la distribution spatiale des habitats de frai, ont été développés qui peuvent être utiles pour améliorer les estimations de l'indice larvaire qui pourraient servir à calibrer la VPA.

Le SCRS/2015/P/002 présentait un modèle d'habitat pour le thon rouge juvénile et adulte. Ces travaux, basés sur la modélisation de niche écologique (publication devant être présentée prochainement), sont similaires dans leur approche à ceux de Druon *et al.* (2011) avec des modifications substantielles (données d'entrée) et une extension (du golfe du Mexique à la mer Méditerranée). On a utilisé 31.000 observations géolocalisées de thon rouge pour calibrer le modèle. Les covariables pour l'habitat trophique potentiel sont la teneur quotidienne en chlorophylle et les fronts, la température à la surface de la mer et l'anomalie de l'élévation de la surface de la mer, tandis que les covariables permettant d'identifier l'habitat de frai sont la teneur en chlorophylle, la température à la surface de la mer, l'anomalie de l'élévation de la surface de la mer et les courants à la surface de la mer. Les sorties du modèle ont concordé avec les connaissances actuelles sur les lieux trophiques et les lieux de frai. On a proposé des façons d'intégrer les informations dans la prochaine évaluation de stock spatialement explicite, lesquelles seront probablement mises à l'essai (p. ex. indice d'abondance relative par mois et carré).

Le Groupe a convenu que la recherche sur la modélisation de l'habitat pourrait fournir des informations précieuses pour la prochaine évaluation du thon rouge et il a recommandé d'éventuelles prochaines étapes, y compris le recoupement des prédictions du modèle larvaire-environnemental avec les indicateurs de l'évaluation du thon rouge de l'Est, tels que la biomasse reproductrice, la force de la cohorte basée sur l'âge ou la capture par âge, ainsi que l'exportation du modèle larvaire environnemental soit évaluée dans d'autres zones de frai du thon rouge connues, et la promotion de la collaboration mutuelle avec les scientifiques spécialisés dans le thon rouge de l'Ouest afin de mettre à l'essai le modèle larvaire-environnemental dans le golfe du Mexique et de standardiser les indices de taux de capture. On a recommandé de favoriser une collaboration plus étroite, notamment dans le cadre de la recherche réalisée par le GBYP.

Le document SCRS/2015/024 a actualisé les informations sur les prises de thon rouge provenant d'une pêcherie de madrague thonière opérant au large de la côte méridionale de UE-Portugal (Algarve). Ce document analysait les tendances des prises intra et interannuelles et étudiait les relations entre les prises potentielles et les réglementations en matière de gestion de l'ICCAT en Méditerranée. Les taux de capture du thon rouge dans la madrague thonière au large de l'Algarve sont restés relativement faibles entre 1998 et 2008, mais ils ont été suivis par des prises de plus en plus fortes par la suite, avec un pic observé au cours de la saison 2011. Cette pêcherie de madrague de thon rouge connaît des oscillations saisonnières, les plus hauts taux de capture ayant lieu au mois de juillet, ce qui correspond aux thons qui quittent la mer Méditerranée après le frai. De considérables corrélations négatives ont été observées entre la prise et le nombre de mois de pêche admissibles pour les senneurs, les palangriers et les canneurs dans la mer Méditerranée, ce qui signifie que la prise augmentait au fur et à mesure que diminuait le nombre de mois de pêche admissibles pour ces engins de pêche. En revanche, une relation positive a été observée entre les prises et la taille minimum au débarquement (MLS), ce qui signifie que les taux de capture dans les madragues thonières augmentaient au fur et à mesure qu'augmentait aussi la MLS du thon rouge. Ces résultats semblent corroborer d'autres indicateurs des pêcheries au sujet du rétablissement du stock de l'Atlantique Est et de la Méditerranée.

Le Groupe a examiné les facteurs qui affectent la disponibilité du thon rouge pour les madragues, tels que les caractéristiques environnementales pendant la migration. Il s'est penché sur les possibles changements d'efficacité de la madrague liés à un effet « grégaire » du thon déjà à l'intérieur des filets de la madrague.

Le Groupe a encouragé une étude plus poussée de la faisabilité d'un indice de madrague commun basé sur les séries temporelles des madragues portugaises, marocaines et espagnoles même s'il a été noté qu'il n'est pas simple de combiner ces trois indices en raison de plusieurs facteurs (unités d'effort, questions de réglementation) et que cette question pourrait être étudiée au cours des réunions des Groupes d'espèces.

Le SCRS/2015/043 faisait état des taux de capture de la flottille de senneurs tunisiens opérant dans la mer Méditerranée centrale au titre de la période 2009-2014. Les données ont été analysées en suivant une démarche de modélisation linéaire généralisée (GLM) dans le cadre d'un postulat d'erreur log-normal.

Suite à la présentation, le Groupe a examiné les facteurs susceptibles d'influer sur l'effort de pêche à la senne, tels que temps de recherche, nombre de navires opérant dans la région, présence d'appui aérien, taille et composition des bancs, entre autres. On a convenu qu'il est difficile de définir l'unité d'effort de pêche adéquate pour les pêcheries de senneurs, ce qui rend problématique l'inclusion de la CPUE des senneurs dans les modèles d'évaluation. Néanmoins, cette série de taux de capture fournirait des informations qualitatives précieuses pour recouper les résultats de l'évaluation.

Le groupe a convenu que toutes les séries de CPUE doivent être évaluées en suivant le protocole mis au point par le WGSAM (Anon., 2013) et approuvé par le SCRS en 2012.

Le SCRS/2015/047 a fourni une description des pêcheries canadiennes en ce qui concerne les indices d'abondance SWNS et SGSL. Les deux indices ont été mis à jour jusqu'en 2014 et une version standardisée des données combinées a été présentée au Groupe.

Pour combiner les indices, il a fallu surmonter les différences associées à la pêche dans l'océan Atlantique par rapport au golfe du Saint-Laurent. Le Groupe a noté que les régions avaient des relations de prise-effort différentes et il a recommandé que l'effort soit standardisé par région pour tenir compte de ce problème. Le Groupe a aussi signalé que différentes restrictions de quota par zone risquaient de rendre compliqué le regroupement des régions. Il a été recommandé d'élaborer un indice combiné de canne et moulinet des États-Unis et du Canada pour les poissons de plus de 177 cm SFL.

Le document SCRS/2015/035 présentait des indices indépendants des pêcheries de larves de thon rouge de la mer Méditerranée occidentale reposant sur les données de prospections d'ichthyoplancton recueillies de 2001 à 2005 et de 2012 à 2013 compris. Des indices ont été développés en utilisant les taux de capture de larves recueillies au moyen de deux types différents d'engins Bongo, pêchées de trois façons, en standardisant avant tout les taux de capture par engin/mode de pêche et ensuite en appliquant une approche de modélisation delta-lognormale. Les modèles delta-lognormaux incluaient un indice larvaire de base qui incorporait les covariables suivantes : moment de la journée, variable de zone géographique systématique, mois et année ; un indice larvaire environnemental standard, y compris les covariables suivantes : température moyenne de l'eau entre la surface et l'épaisseur de la couche de mélange, salinité moyenne entre la surface et l'épaisseur de la couche de mélange, vitesse géostrophique, moment de la journée, variable de zone géographique systématique, mois et année ; et un indice larvaire ajusté à l'habitat contenant les covariables suivantes : variable d'habitat potentiel, moment de la journée, variable de zone géographique systématique, mois et année.

Le Groupe a noté que l'une des préoccupations suscitées par cet indice était le fait qu'il ne couvre qu'une zone en Méditerranée occidentale. On pouvait y remédier en ajoutant des prospections larvaires dans d'autres lieux de ponte de la Méditerranée. Enfin, la forte corrélation avec les estimations de la biomasse du stock reproducteur a été considérée comme un facteur favorable à son inclusion dans la prochaine évaluation des stocks. Il a été conclu que l'amélioration des connaissances sur la survie larvaire interannuelle et sur sa dépendance des facteurs environnementaux et l'intégration de l'information dans le processus de standardisation amélioreront l'index.

Le document SCRS/2015/036 présentait des indices de la biomasse du stock reproducteur du thon rouge de l'Ouest indépendants des pêcheries reposant sur les données des prospections d'ichthyoplancton recueillies de 1977 à 2013 compris dans le golfe du Mexique. Les indices ont été élaborés en utilisant des données standardisées sur la base desquelles les indices précédents avaient été conçus (c.-à-d. abondance larvaire avec une première augmentation quotidienne des otolithes dans une surface maritime de 100 m² échantillonnée avec l'engin Bongo). En raison de la fréquence élevée des captures nulles dans les prospections d'ichthyoplancton, des indices d'abondance larvaire ont été élaborés en utilisant des modèles delta-lognormaux à inflation de zéros, comprenant les covariables suivantes : moment de la journée, époque du mois, zone échantillonnée et année. Deux études récemment menées concernant l'âge et la croissance des larves de thon rouge dans le golfe du Mexique ont été utilisées pour actualiser la clef actuelle âge-longueur employée dans la standardisation des données, et l'indice a été recalculé. Les valeurs actualisées de l'indice ont été comparées à celles élaborées à l'aide de la clef précédente âge-longueur et les tendances étaient similaires. Cependant, l'indice mis au point avec la clef actualisée âge-longueur était plus précis et l'on en a recommandé l'emploi dans les évaluations futures, une fois que cette nouvelle information sur l'âge et la croissance aura été publiée.

Les auteurs ont noté que les différences observées lors de l'utilisation de la nouvelle clef âge-longueur étaient probablement liées à l'inclusion de plus grandes larves dans l'estimation de l'ancienne clef âge-longueur.

Le Groupe a suggéré la mise en œuvre d'un modèle basé sur l'habitat comme nouvelle étape dans la standardisation de l'indice. Le Groupe a également recommandé de faire appel à la même approche qu'avec l'indice mis au point pour la Méditerranée occidentale.

Une identification erronée des larves de poissons et des œufs peut conduire à des estimations inexactes de la biomasse du stock et de la productivité qui peuvent déclencher des demandes de quotas accrus et des conclusions de gestion peu judicieuses. Une récente étude financée par le GBYP (Puncher et al. soumis) utilisant des outils génétiques pour identifier les larves (n = 188) prélevées de trois lieux de ponte dans la mer Méditerranée par différentes institutions collaborant avec l'ICCAT a révélé des différences importantes dans la précision des identifications taxonomiques menées par différents ichthyoplanktologues suivant des méthodes fondées sur la morphologie. Alors que moins de la moitié des larves fournies étaient des larves de thon rouge, d'autres taxons

dominants étaient le bonitou (*Auxis rochei*), le germon (*Thunnus alalunga*) et la thonine (*Euthynnus alletteratus*). Un examen des causes possibles de ces erreurs d'identification a mis à jour diverses inexactitudes dans les publications s'y rapportant, des pratiques d'identification variables et des bases de données en ligne erronées. Par conséquent, les auteurs de cette étude suggèrent que des efforts soient déployés en vue de standardiser les méthodes d'identification des thonidés entre les groupes de recherche participant aux prospections larvaires de l'ICCAT par le biais de sessions de formation animées par des experts.

7. Analyses des données de marquage qui pourraient être utilisées pour inclure la structure des stocks et les taux de mélange dans l'évaluation de stock

Le Groupe de marquage (TG) a examiné les résumés des données de marquage actuellement disponibles dans les bases de données de marquage de l'ICCAT. Le TG a noté plusieurs conclusions importantes : (1) il n'existait aucune preuve qu'un poisson entrât à la fois dans les lieux de ponte du golfe du Mexique et de la Méditerranée ; (2) les registres de juvéniles de l'année (YOY) marqués et remis à l'eau dans l'Atlantique Ouest et récupérés dans la Méditerranée semblent être des erreurs dans la base de données (le Secrétariat devra le réviser) ; (3) les registres de poissons marqués comme juvéniles de l'année à l'Ouest et récupérés à l'Est ont fait apparaître trois récupérations dans le golfe de Gascogne et une dans le Détroit de Gibraltar ; et (4) les registres de juvéniles de l'année marqués à l'Est n'ont montré aucune récupération dans l'Ouest avant la fin de la première année de vie.

Le TG a défini deux objectifs principaux pour la réunion relative au marquage électronique. Le premier visait à identifier toutes les données potentielles de marquage électronique du thon rouge et à définir la résolution minimale de l'information de marquage électronique devant être saisie dans l'évaluation des stocks afin d'informer les taux de mélange des stocks. Le deuxième objectif consistait à créer un projet de formulaire de demande de données, identifier les métadonnées requises, ainsi que les champs de données de l'information de suivi des migrations.

Le TG a suggéré que les données de marquage électronique servent de données de marquage principales pour la détermination de la migration des stocks, en fonction de la disponibilité. On a discuté de l'utilisation des données de marquage conventionnel à des fins de saisie dans l'évaluation des stocks, et des préoccupations ont été exprimées au sujet de biais dans les taux de mélange dus principalement à l'incertitude entourant les taux de déclaration entre les flottilles, l'hétérogénéité temporelle et les faibles tailles des échantillons dans certaines régions de stocks. Le TG a conclu que si les données de marquage conventionnel sont incluses dans le modèle d'évaluation des stocks, une analyse de sensibilité devrait être menée en excluant les données de marquage conventionnel, afin d'évaluer leur influence sur les estimations des taux de mélange des stocks et de l'état des stocks.

Un tableau contenant les chercheurs actuels dont on sait qu'ils disposent d'informations de marquage électronique a été élaboré et a été présenté au Groupe à des fins de plus amples informations (**Tableau 10**). Le Président du SCRS préparera une demande commune qui sera envoyée à toutes les personnes qui détiennent des données, leur demandant de les transmettre dans une résolution la plus élevée possible, mais au moins dans un format résumé qui réponde aux exigences de l'estimation des taux de mélange. Il a été discuté que lorsque les données seront requises, il sera expliqué clairement à qui ces données seront mises à disposition. Il a été convenu qu'un résumé des informations fournies, avec une liste des contributeurs, serait produit et mis à la disposition de tous les chercheurs ayant coopéré. Le Groupe a fixé comme objectif que toutes les données soient soumises avant août 2015 afin de disposer de résumés préliminaires avant la réunion des Groupes d'espèces de 2015 du SCRS.

Le Groupe a décrit un format de niveaux d'agrégation pour les données qui seront sollicitées auprès des chercheurs coopérants, à savoir : des métadonnées (**Tableau 11**) et des résumés de suivi de chaque poisson comme jours par zone de stock par année et mois séquentiels (**Tableau 12**). Un exemple du minimum d'informations requis est fourni au **Tableau 13**. Le Groupe a convenu que, compte tenu des éventuelles modifications à la délimitation de la zone méditerranéenne du stock, il serait judicieux de définir deux zones, provisoirement comme Méditerranée orientale (EastMed) et Méditerranée centre-Ouest (WestCentralMed) (en élargissant ainsi le modèle à 7 boîtes de Kerr *et al.* 2014 publié dans Kerr, 2015, **Figure 7**). La région du golfe du Mexique et des Caraïbes a également été révisée afin d'inclure uniquement le golfe du Mexique et d'inclure la mer des Caraïbes dans la région de l'Atlantique Ouest, étant donné qu'il existe des éléments de preuve considérables étayant la présence de poissons originaires de l'Est dans la mer des Caraïbes (**Figure 7**). Les nouvelles zones de stock coïncident avec la résolution de 5°x5° utilisée par le Secrétariat afin que les données de marquage électronique agrégées correspondent aux données de débarquement. En outre, les données pour le modèle à 8 régions peuvent être agrégées dans un modèle plus simple avec seulement l'Atlantique Est et Ouest et les zones de frai (4 régions, **Figure 8**).

Concernant les données de marquage conventionnel, un effort devrait être fait pour classer si les données de remise à l'eau et/ou de récupération provenaient d'un observateur scientifique. Un membre du TG travaillera sur les

estimations de la sélectivité de la flottille fondées sur les données de marquage conventionnel et il fournira également un langage R pour assigner les zones géographiques en fonction de la latitude/longitude (**Figure 7**).

Le TG travaillera également avec le groupe chargé d'examiner les stocks d'origine pour évaluer l'origine éventuelle de chaque poisson marqué en se fondant sur un ou plusieurs critères et pour potentiellement affecter des stocks d'origine aux poissons marqués qui n'ont pas pénétré dans les zones de frai, à l'aide de toutes les autres sources d'information.

Le TG a fortement recommandé que le GBYP apporte son appui au marquage électronique en Méditerranée orientale (p. ex. la mer Levantine), où il existe d'importantes lacunes dans les données sur les schémas migratoires des stocks, et en particulier, les taux de migration dans la Méditerranée occidentale et l'Atlantique Est.

8. Analyses de données qui peuvent être utilisées pour développer les clefs âge-taille des stocks

8.1 Clef âge-taille

Un petit groupe a évalué les données existantes d'âge-longueur et du stock d'origine (ALSKG) pour déterminer le potentiel d'obtenir les clés d'âge-longueur-stock (ALSK) par année, saison et flottille. Notant que ces ALSK annuelles si finement détaillées sont l'idéal conceptuel, les limitations de la taille des échantillons détermineront en définitive les limites du progrès à cet égard.

L'ALSKG a procédé à l'évaluation dans les cinq étapes décrites ci-dessous :

1. Vérifier que toutes les estimations d'âges ont utilisé le même protocole et que les cohortes font l'objet d'un suivi adéquat.
 - a) Le protocole de détermination de l'âge actuellement accepté (Busawon et al., 2014, Secor et al., 2014) compte le nombre de bandes opaques et assigne l'âge en fonction de ce nombre.
 - b) Dans une évaluation qui fonctionne avec les années calendaires pour suivre correctement les cohortes, il est nécessaire d'attribuer les poissons correctement à l'année de leur naissance.
 - c) Pour ce faire, une règle est proposée, à savoir que si le poisson est capturé entre le 1er janvier et le moment présumé de la formation de la bande opaque (1er juin), 1 an est alors ajouté à l'âge. Le calendrier de formation de la bande opaque a été déduit de la formation mensuelle du type de bord des épines des nageoires du thon rouge (Luque et al., 2014) et de la formation de l'anneau à partir du marquage chimique du thon rouge du Sud (*Thunnus maccoyii*) (Clear et al., 2000). Les deux sources coïncident en ce sens que les bandes opaques se forment chaque année en été (**Figure 9**).
 - d) Pour les lectures futures des otolithes, on recommande de mesurer la largeur de la bande translucide et de continuer à déterminer si le calendrier de formation de la bande opaque dans les otolithes peut être établi avec plus de précision.
2. Évaluer la pertinence de l'information existante pour utiliser les ALK.
 - a) Identifier et vérifier toute paire d'âge-longueur aberrante (lecteurs des otolithes).
 - b) Est-ce que tous les intervalles sont remplis ? Décrire l'intervalle de taille approprié.
 - c) Est-ce que les tailles des échantillons sont suffisantes pour l'Est (561 poissons au cours des années 2010-2012), l'Ouest (2.380 au cours des années 2009-2014) ?
 - d) Est-ce que suffisamment d'années sont représentées et y-a-il une tendance au cours de l'année ? Évaluer l'âge moyen par taille.
 - e) Est-ce que les échantillons sont représentatifs de la pêche ?
 - f) Est-ce qu'une « règle » est nécessaire pour traiter des lacunes dans les ALK ?
3. Est-ce que les nouvelles données de détermination de l'âge fournissent de nouvelles informations sur la croissance ?
 - a) Est-il nécessaire de ré-estimer les courbes de croissance de Restrepo et al. (2010) et de Cort (1991) afin qu'elles soient compatibles avec les nouveaux protocoles de détermination de l'âge et les nouvelles données substantielles d'âge-longueur ?
 - b) Faut-il ré-estimer les courbes de croissance de Restrepo et al. (2010) avec une progression de cohorte ou sans ?
4. Évaluation en 2-3 étapes de la méthode qui reproduit les âges connus (à remplir pour les réunions des groupes d'espèces).

- a) Utiliser les courbes de croissance de Restrepo et al. (2010) et de Cort (1991) et exécuter le découpage des cohortes sur les informations connues d'âge-longueur.
 - b) Ajuster la courbe de croissance aux nouvelles données directes de détermination de l'âge, utiliser le découpage des cohortes pour générer les âges à partir des mêmes longueurs.
 - c) Utiliser ALK pour générer les âges.
 - d) Comparer la composition des âges avec les âges connus pour tester les trois méthodes.
5. Estimer la CAA complète avec le découpage et ALK à évaluer (à remplir pour les réunions des groupes d'espèces)
- a) CAA à partir du découpage et Restrepo et al. (2010) et Cort (1991) (CAA de continuité).
 - b) CAA à partir du découpage et nouvelles courbes de croissance.
 - c) CAA à partir des ALK.

Le ALSKG a déterminé qu'il y avait une taille d'échantillon insuffisante par an pour créer les ALK annuels. Donc, le meilleur compromis entre des ALK incomplètes et la confusion potentielle des cohortes était de créer une clé âge-longueur pluriannuelle. Ce n'est pas incompatible avec la conclusion du SCRS/2015/046, qui a fait remarquer que les clés annuelles individuelles étaient semblables aux clés pluriannuelles mises au point pour les pêcheries canadiennes. Une brève évaluation de l'âge moyen à des intervalles de taille de 10 cm au cours des années de données dans l'Ouest n'a trouvé aucune tendance claire systématique dans le temps (**Figure 10**).

Des ALK pluriannuelles ont été construites pour l'Ouest et l'Est (**Figures 11 et 12**) indiquant que, pour l'Est, il y avait une couverture relativement bonne, même pour les intervalles de 1 cm, pour la plupart des longueurs, sauf à des tailles supérieures à 250 cm SFL. L'intervalle exact des tailles sera déterminé ultérieurement. L'ALK de l'Est présente aussi une variabilité réduite dans la taille à l'âge par rapport à l'ALK de l'Ouest (**Figure 13**), ce qui pourrait être une fonction de la taille inférieure des échantillons dans l'Est et du grand nombre d'échantillons d'un mois (**Figure 14**). Pour l'Ouest, l'ALK n'a pas de poissons d'âge 0 et 1 et présente une lacune notable entre 150-175 cm SFL à un intervalle de 1 cm.

Le ALSKG recommande d'augmenter les ALK de l'Est et de l'Ouest avec des échantillons empruntés aux autres stocks afin de combler les lacunes. Pour les échantillons de l'Ouest au-dessous de 75 cm, SFL sera ajouté à l'ALK et pour les échantillons de l'Est au-dessus de 220 cm, SFL sera ajouté (**Figures 15 et 16**). Il s'agit d'un compromis nécessaire pour éviter la faible densité de la matrice. Il est également possible d'employer d'autres méthodes pour remplir les ALK peu abondantes, p.ex. en utilisant la courbe de croissance, les approches bayésiennes, etc.

Il a été noté que la croissance rapide peut exiger des ALK saisonnières. Malheureusement, la faible abondance des échantillons rendront difficile la création des ALK saisonnières en raison de la distribution mensuelle des échantillons (**Figure 14**). Mais puisque l'objectif est de déterminer l'âge de la capture, il semble que les échantillons d'âge reflètent généralement la distribution mensuelle de la capture en nombre de 1960 à 2011 (lignes rouges de la **Figure 14**), exception faite du fait que la distribution mensuelle des échantillons de l'Est ne rend pas compte des débarquements record de juillet et août. En outre, il est prévu que davantage d'échantillons d'âge-longueur seront disponibles pour l'Est dans les mois à venir, ce qui pourrait aider à remplir l'ALK.

Compte tenu de la quantité beaucoup plus importante de nouvelles données de détermination de l'âge et de la révision des protocoles de détermination de l'âge, les courbes de croissance de Restrepo et al. (2010) et de Cort (1991) pourraient nécessiter une révision, dont il conviendrait d'explorer les détails pour la prochaine réunion du Groupe d'espèces sur le thon rouge. Les données utilisées dans la courbe de Restrepo et al. (2010) sont peu abondantes par rapport aux données de croissance actuellement disponibles (**Figure 11**). Les autres tâches liées aux ALK pluriannuelles consistent à suivre les protocoles décrits ci-dessus pour évaluer la performance des trois méthodes.

8.2 Composition mixte des stocks

S'agissant de la composition mixte des stocks et du potentiel d'obtenir des clés âge-longueur-stock, le ALSKG a évalué les informations d'âge-longueur de la pêche canadienne où le stock d'origine était déterminé par des microéléments d'otolithes. La première étape a évalué des données indiquant l'origine occidentale probable de chaque poisson par longueur pour toutes les années combinées (**Figure 17**). D'après ces données, il a été possible de calculer une clé de probabilité de stock (**Figure 18**).

Le fait d'assigner une identification de stock à chacun des poissons utilisés dans la **Figure 17** en utilisant un seuil de 0,54 facilite le développement de deux clés distinctes âge-longueur (**Figure 19**). Des ALK pourraient servir

d'une manière standard à déterminer l'âge des captures des flottilles ciblant un stock « pur ». Les ALK sont actuellement rares pour l'Est et pourraient être augmentées par des poissons provenant de flottilles et de zones dont on sait que l'origine est orientale. Pour l'Ouest, les ALK sont suffisantes pour les poissons de plus de 180 cm SFL, mais rares pour les tailles inférieures à cela. Le Groupe a estimé que ces ALK pourraient être utilisées pour chaque stock mais que, dans la mesure où les pêcheries reflètent un mélange des stocks, le fait d'appliquer une ALK spécifique au stock risque de ne pas être nécessairement approprié.

L'assignation générale de la composition par stock de la capture par flottille ou zone pourrait s'avérer extrêmement utile, indépendamment de la façon dont on déterminera l'âge de la capture. Certaines flottilles peuvent être considérées comme des flottilles ciblant un stock « pur » et d'autres peuvent être considérées comme mixtes, donc il peut être possible d'appliquer l'approche d'une clé âge-longueur-stock aux flottes mixtes. Il sera nécessaire d'évaluer la structure de la flotte/zone pour déterminer la composition par stock de la capture et la disponibilité des échantillons pour déterminer l'identification des stocks (**Figure 20**). Pour qu'une telle approche soit faisable, il est essentiel que les estimations de la composition par stock soient obtenues pour les pêcheries de stocks mixtes et qu'une double analyse de micro-éléments démographiques et génétiques soit réalisée sur le même poisson.

Le ALSKG a également discuté du rôle des informations sur le mélange des stocks dans l'évaluation du stock de 2016. Cette information devrait être intégrée aux informations sur les marques électroniques et conventionnelles. Des comparaisons préliminaires des résultats obtenus d'études sur la forme de l'otolithe, d'études d'isotopes stables d'otolithes et d'analyses génétiques (génotypage GBS SNP) ont fourni une assignation au bassin de frai prometteuse et cohérente. Par exemple, les débarquements dans l'Atlantique central et au large de la côte du Maroc semblent contenir un nombre non négligeable de thons d'origine occidentale, tandis que les échantillons analysés à partir des côtes du Portugal suggèrent une contribution beaucoup plus faible de l'Ouest.

Le ALSKG souligne l'importance d'utiliser le même poisson pour tous les trois (ou plus) métriques (forme de l'otolithe, micro-éléments et analyse génétique) comme une étape cruciale vers l'élaboration de la ALSK et pour faire concorder les résultats à travers les méthodes. Pour développer la méthodologie visant à séparer les stocks, il faudrait donner la priorité à l'obtention et au traitement des échantillons originaires du golfe du Mexique et de la Méditerranée étant donné que, dans ces zones, ceux-ci sont très vraisemblablement originaires d'un stock « pur ». Ainsi, des échantillons supplémentaires sont nécessaires du golfe du Mexique et de la Méditerranée orientale (c'est-à-dire la mer Levantine). Pour séparer les débarquements, il conviendrait d'évaluer la couverture des échantillons originaires d'un seul stock par pêcherie (comme cela est ébauché à la **Figure 20**) et la priorité devrait être donnée aux flottilles/zones ayant un potentiel élevé de pêcheries de stocks mixtes ou celles dotées d'une couverture d'échantillon limitée aux fins de l'analyse de la composition par stock.

Le ALSKG a insisté sur la nécessité d'analyser de nouveaux échantillons provenant de ces régions afin de fournir des données pour l'évaluation des stocks de 2016. Des représentants de la recherche sur chacune des méthodes ont convenu de la faisabilité d'accomplir cette tâche, compte tenu des possibilités de financement supplémentaires offertes par la phase 5 du GBYP.

Les objectifs suivants sont à remplir en vue de l'évaluation des stocks de 2016 :

1. Développer une base de données contenant les informations sur l'origine natale des échantillons prélevés par le GBYP et les autres programmes d'échantillonnage.
 - a. des méta-informations pour inclure la date et le lieu, la taille des poissons, la mesure associée à la méthodologie de classification et probabilité d'origine orientale et occidentale par la méthode.
2. Réaliser le rapprochement de l'assignation de l'origine en utilisant des échantillons provenant du même poisson lorsque des différences apparaissent.
3. Vérifier l'origine des données de base utilisées par chaque méthode.
4. Estimer les proportions de mélange spatial et prédire les origines des spécimens à l'aide d'analyses intégrées avec différents types de données (p. ex. génétiques, morphométrie des otolithes et micro-éléments).
5. Développer les clés âge-longueur-stock pour les pêcheries/zones de stock mixtes.
6. Établir des taux de mélange par zones à 8 boîtes ou à 2 boîtes.

9. Recommandations

9.1 Recommandations générales

1. Le Groupe a approuvé le plan stratégique du SCRS visant à mettre à jour le catalogue d'évaluation des stocks de façon à s'assurer que le logiciel utilisé soit bien documenté et qu'il soit accompagné d'un manuel d'utilisateur et d'un code. Il a appuyé la demande qu'a faite récemment le Secrétariat aux rapporteurs des groupes d'espèces à l'effet d'examiner le Catalogue de logiciel de l'ICCAT afin de voir si les procédures actuelles devraient être mises à jour et sont conformes aux meilleures pratiques. En particulier, le Groupe a réitéré les recommandations précédentes, à savoir que tout logiciel utilisé pour générer la base de l'avis scientifique aux gestionnaires doit être inclus dans le catalogue bien avant la prochaine réunion d'évaluation des stocks.
2. Le Groupe a recommandé que le Secrétariat sollicite des révisions aux données de Tâche I et II que chaque CPC dotée d'importantes pêcheries de thon rouge a soumises à l'ICCAT. Plus précisément, les CPC sont invitées à :
 - a) Fournir des métadonnées détaillées décrivant la qualité des données disponibles de la Tâche I et II conformément aux spécifications du Groupe de travail sur les méthodes de 2014 (Anon., 2015) (*cf. Appendice 5*).
 - b) Réviser leurs transmissions des données de taille de Tâche II afin d'inclure les échantillons de taille réelle utilisés pour estimer la prise par taille (et non seulement la prise par taille) et, le cas échéant, en utilisant les conversions de poids/longueur adoptées (conformément aux dispositions fournies à l'**Appendice 4** du présent rapport).
 - c) Considérant que l'adoption de nouvelles relations longueur/poids peut avoir des conséquences au niveau des prises nominales, en particulier des séries qui ont utilisé des facteurs de conversion de longueur-poids pour estimer les captures, le Groupe a recommandé aux CPC concernées de mettre à jour leurs séries de Tâche I par le biais d'un plan de travail pluriannuel.

9.2 Recommandations en matière de marquage

1. Le Groupe a recommandé que le Président du SCRS envoie une lettre aux correspondants de marquage de chaque CPC et à tous les chercheurs dont on sait qu'ils ont effectué des études sur les données de marquage électronique pour le thon rouge, leur demandant de fournir leurs données au Secrétariat de l'ICCAT avant le mois de septembre 2015.
2. La présentation des données provenant des marques électroniques individuelles devrait inclure, à une résolution minimale de jours par zone de stock (modèle à 8 boîtes), résumée par mois et année séquentielles (*cf. p. ex. Tableau 12*).
3. Une analyse des données des marques électroniques devrait être menée à bien pour estimer la probabilité de survenance dans une région (entre les régions du modèle à 8 boîtes) par stock, mois de l'année et classe de taille. Cela devrait se faire suffisamment à l'avance pour la réunion de préparation des données sur le thon rouge de 2016.
4. Les modèles d'évaluation de stock devraient tenter d'incorporer les données du marquage électronique et envisager également d'incorporer les données des marques conventionnelles (au moins comme une analyse de sensibilité) pour déterminer l'influence et les biais potentiels sur le taux de mélange des stocks et les estimations de l'état des stocks.
5. Le marquage électronique et l'échantillonnage tissulaire devraient être réalisés dans la Méditerranée orientale (p. ex. la mer Egée et la mer Levantine) où il existe d'importantes lacunes dans les données sur les schémas migratoires des stocks.

9.3 Recommandations en ce qui concerne les clefs âge-longueur et le mélange des stocks

1. Traiter les échantillons existants avant fin 2015 en mettant l'accent sur les zones prioritaires, telles que définies ci-dessous* et les échantillons appariés avec des informations complètes sur l'âge, la génétique, la forme des otolithes et la microchimie.

2. Recueillir des échantillons supplémentaires provenant des zones prioritaires* et des flottilles et des époques disposant d'une faible couverture d'échantillonnage et de forts niveaux de mélange potentiel.
3. Compiler une matrice complète de l'âge, de la composition des stocks (génétique), des micro-éléments par flottille et région et par année ; solliciter toutes les données disponibles sur la composition dans un format à mettre au point.
4. Développer une méthode visant à obtenir des clefs âge-stock-longueur à partir de toutes les informations disponibles sur la composition stock/âge.
5. Réévaluer les courbes de croissance, tester la clef âge-taille (ALK) par rapport au découpage des âges, développer des matrices de capture par âge (CAA) nouvelles et de continuité pour l'évaluation de 2016.

* Les zones prioritaires incluent des zones de frai connues ; le golfe du Mexique et la mer Méditerranée orientale.

9.4 Recommandations en ce qui concerne l'écologie larvaire et les indices de population de frai

Les travaux de recherche sur les liens entre les conditions environnementales, la distribution spatiale et la survie des larves de thon rouge dans les îles Baléares, menés par le groupe d'écologie larvaire de l'IEO/SOCIB, représentent une excellente occasion de faire avancer les connaissances scientifiques sur l'élaboration d'indices larvaires pour la SSB. Actuellement, il s'agit de la seule prospection sur le thon rouge de l'Est indépendante des pêcheries, exception faite des prospections aériennes, et il a été démontré que l'index est fortement corrélé avec la SSB à partir des résultats du modèle d'évaluation de 2014. Cette recherche pourrait fournir des données importantes pour l'évaluation suivante et à venir du thon rouge de l'Est ; à ce stade, il est recommandé de poursuivre cette ligne de recherche fondée sur des prospections larvaires autour des îles Baléares, en mettant l'accent sur les tâches suivantes :

- Recouper les prédictions du modèle larvaire-environnemental avec les indicateurs d'évaluation du thon rouge, tels que la biomasse reproductrice, la force de la cohorte basée sur l'âge ou la prise par âge.
- Exporter le modèle larvaire-environnemental à évaluer dans d'autres zones de frai du thon rouge connues. Cela inclura l'identification des besoins de données environnementales et des protocoles d'échantillonnage pour la collecte larvaire.
- Continuer de promouvoir une collaboration plus étroite entre les scientifiques spécialistes du thon rouge de l'Est et l'Ouest dans le cadre de la recherche du GBYP, y compris tester le modèle larvaire-environnemental avec la population reproductrice du golfe du Mexique.

9.5 Recommandations en ce qui concerne l'étude du cycle vital

1. Le Groupe a noté que des travaux considérables ont été réalisés au fil des ans sur la reproduction du thon rouge, dont une grande partie a été examinée lors de l'atelier sur les données du thon rouge antérieurement tenu à Tenerife (Anon., 2014). L'évaluation bénéficierait d'un réexamen complet de ce travail combiné en vue de réexaminer les deux hypothèses de l'Est et Ouest relatives à la contribution reproductive réalisée par âge, y compris, mais sans s'y limiter, la fraction de la population reproductrice à l'âge, l'âge à la maturité, la fécondité, la fréquence de frai, le sex-ratio, la durée de la reproduction et la qualité des oeufs.

10. Autres questions

10.1 Examen des documents ayant trait aux méthodes d'évaluation des stocks

Le SCRS/2014/054 a réexaminé l'ajustement des relations stock-recrutement (SRR) pour le stock de thon rouge de l'Atlantique Ouest en ce qui concerne le choix du modèle (modèle de Beverton-Holt par opposition à modèle à 2 lignes) et l'invocation d'un "changement de régime" en 1976 pour expliquer les recrutements annuels plus faibles estimés au cours des années suivantes. Il a été constaté que les modèles de stock-recrutement dotés de paramètres constants ne s'ajustaient pas adéquatement aux résultats de l'évaluation de la VPA de 2014, mais qu'il n'était pas nécessaire de supposer un changement ponctuel, irréversible, à un moment arbitraire, comme cela a été fait dans le SCRS/2014/200. On a obtenu des ajustements améliorés aux résultats de la VPA de 2014 en modélisant soit un paramètre (inclinaison), soit le paramètre K (pivot - ou capacité de charge associée) en tant que paramètres variables dans le temps régis par un processus stochastique gaussien stationnaire. Le modèle variable-K a fourni

un ajustement aux données légèrement meilleur et présente l'avantage que les définitions des points de référence relatifs à F , tels que F_{PME} , sont indépendantes des variations. La définition actuelle de B_{PME} repose sur le postulat d'un paramètre invariable avec le temps. La définition doit être modifiée pour avoir un sens dans un contexte variant avec le temps. Des simulations préliminaires suggèrent que le " B_{PME} flottant" (défini comme étant la biomasse qui résulte du maintien de F à F_{PME}) fournit un point de référence plus stable que celui obtenu en postulant que les paramètres actuels ne changeront pas.

Le Groupe a discuté des options pour adopter cette approche dans des évaluations futures, ainsi que des implications en termes de changement de perception de l'état des stocks. La méthode proposée permet que les points de référence se modifient dans le temps, sans la nécessité de faire des choix arbitraires sur les points de changement. Il a été précisé que F_{PME} est constant dans le cadre du paramètre K variable avec le temps, car il ne dépend que du paramètre a (inclinaison), croissance et mortalité naturelle. Le Groupe s'est interrogé sur les changements réels dans la valeur de K et sur l'état actuel relatif du stock. Il a été mentionné que l'étude dégageait une valeur inférieure de K au cours de ces dernières années. Le Groupe a également examiné la question de savoir si le diagramme de Kobe est valable en vertu de K et B_{PME} variables avec le temps. Il a été convenu que les diagrammes de Kobe pourraient être encore d'actualité même dans le cadre de B_{PME} en évolution, mais que cela dépendait de la façon dont B_{PME} est défini dans le cas d'une variabilité avec le temps. Le fait de définir B_{PME} comme la biomasse correspondant à F_{PME} peut avoir quelque avantage en fournissant un point de référence stable. Cependant, l'utilité des différents points de référence, y compris B_{PME} et B_0 , devrait idéalement être testée dans le cadre de l'évaluation de la stratégie de gestion (MSE).

Le Groupe a noté qu'il y a une deuxième question distincte concernant la PME. Telle qu'elle est actuellement définie, la PME dépend du schéma de sélectivité de la pêche combinée, lequel peut changer au fil du temps, indépendamment de la biologie. Le Groupe de travail a estimé qu'il pourrait être judicieux de définir des points de référence de PME indépendamment du schéma actuel de sélectivité, par exemple par rapport à un schéma de sélectivité uniforme en-dessus d'un certain âge minimal. Il a été noté que B_0 , tel qu'utilisé par la Commission de la pêche dans le Pacifique central et occidental (WCPFC), est également indépendant du schéma de sélectivité.

Le SCRS/2015/045 a décrit des questions relatives aux données requises et aux postulats devant être discutés pour faire progresser les travaux sur les méthodes d'évaluation statistique basés sur la longueur pour le thon rouge de l'Atlantique. Il s'agissait tout d'abord d'obtenir les données de composition par taille pour certains indices d'abondance pour l'Atlantique Ouest, pour lesquels les données sont disponibles ventilées par âge, et de vérifier les choix de regrouper différentes flottilles dont on postule dans les analyses qu'elles ont les mêmes sélectivités. D'autres discussions ont été tenues au sein d'un groupe réduit composé des auteurs et de membres pertinents du Secrétariat ; ce groupe a résolu les questions exigeant une attention immédiate.

Le SCRS/P/2015/003 a présenté les travaux préliminaires d'une validation croisée à l'aide de la dernière évaluation de la VPA sur le thon rouge de l'Atlantique Est. Dans la validation croisée, la méthode d'évaluation possible est ajustée à l'aide du « tail-cutting », c'est-à-dire en effaçant successivement les données de l'année n , $n-1$ à n ; puis en projetant à l'année n sur la base des ajustements aux évaluations, c.-à-d. rétrospectif avec une projection. Dans l'exemple présenté, les séries de CPUE sont considérées comme étant représentatives de la dynamique du stock ; elles peuvent être utilisées comme mesure de validation sans modèle pour identifier quel scénario de l'Atlantique Est (paramètres de projection de la VPA) avait le meilleur pouvoir prédictif en comparant les jeux de données observées et prédites. La validation croisée permet également d'identifier quelles séries de données fournissent un signal de la tendance du stock et quelles sont juste du bruit. La validation croisée peut donc servir comme un moyen pour décider objectivement des scénarios d'évaluation.

On a discuté de l'impact des postulats de pro2box sur les projections, c'est-à-dire le schéma de sélection et de recrutement. Il a été expliqué que, puisque l'exercice consistait à valider la pratique actuelle du Groupe d'espèces sur le thon rouge, la procédure utilisée pour définir les options dans pro2box était la même que celle utilisée dans la dernière évaluation (c'est-à-dire pour établir le recrutement et calculer le schéma de sélection). La projection a été faite pour le même total de captures que celui utilisé dans la VPA.

10.2 Affinement de la demande de métadonnées aux CPC

Suite aux recommandations du SCRS et du Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks (Anon., 2014), le Groupe a demandé que les CPC soumettent des informations au sujet de la qualité, des procédures et des protocoles pour la collecte des informations biologiques et sur les pêcheries provenant de leurs pêcheries de thon rouge. Le Secrétariat établira un formulaire basé sur les renseignements sollicités (voir **Appendice 5**) qui sera envoyé aux CPC disposant de pêcheries de thon rouge importantes. Ces données devraient inclure des descriptions

de la couverture d'échantillonnage, les méthodes et les protocoles de collecte de données, de détermination de la taille et d'échantillonnage de la capture, et des programmes d'échantillonnage biologique. Les renseignements recueillis seraient assemblés sous forme de métadonnées pour les statistiques de pêches actuelles de Tâche I et II. Les informations reçues devraient être compilées et présentées à la prochaine réunion du Groupe de travail.

10.3 Examen des activités menées dans le cadre du plan de travail établi par le Groupe clef de modélisation et définition du cadre futur pour ce Groupe

La présentation SCRS/2015/P/003 a fourni un examen des activités de modélisation menées dans le cadre du GBYP. Le Groupe clef de modélisation (CMG) du GBYP s'est réuni en décembre 2014 (http://www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%204/BFTMSE_CMG1_Report.pdf). Les membres du CMG sont le coordonnateur et l'expert technique (recrutés dans le cadre du GBYP), des membres ex-officio (Président du SCRS, rapporteurs pour le thon rouge de l'Est et de l'Ouest et personnel du Secrétariat) et des experts invités dotés d'une grande expertise. L'un des principaux objectifs de la réunion du CMG avait été d'élaborer un plan de travail pour la MSE (voir le tableau 1 de la référence)

Au cours de la phase IV du GBYP, l'expert technique avait été responsable de trois documents à présenter, c'est-à-dire i) un cadre de simulation de MSE basé sur un code souple orienté sur un objet pour les modèles de fonctionnement et d'observation (<https://github.com/tcarruth>) ; ii) un test de simulation préliminaire des règles de contrôle de l'exploitation existantes et nouvelles (Carruthers et al., soumis) et iii) une extension des travaux d'analyse des risques en fournissant une démonstration de l'utilisation potentielle des réseaux bayésiens pour la présentation des résultats de la MSE aux intervenants.

Au cours des phases précédentes du GBYP, divers contrats de modélisation et travaux avaient été effectués. Il s'agit d'un exemple de procédure de gestion (Cooke, 2012), le logiciel ALK en R (Loff et al, 2013), l'extrapolation de la Tâche I & II à l'aide d'imputation (Carruthers et al, en cours de préparation) et le développement de modèles statistiques de prise par âge pour le conditionnement des modèles d'exploitation (<https://github.com/MarieEtienne/ICCAT-BFT>).

Un cadre d'analyse des risques avait été utilisé pour fournir une manière formelle pour évaluer et gérer le risque, où le risque est défini comme une incertitude qui, si elle a lieu, aura un effet sur les objectifs (Hillson, 2011). Il faut donc gérer les causes de l'incertitude afin de s'assurer que les objectifs de gestion sont respectés, plutôt que de simplement gérer les conséquences. Trois articles ont été écrits sur ce thème : un examen historique (Fromentin et al., 2014), élicitation des perceptions de l'incertitude par les parties prenantes (Leach et al., 2014) et façons de spécifier et de pondérer les scénarios lors de la réalisation d'une MSE (Levontin et al., 2014).

Outre les travaux menés dans le cadre du GBYP, divers documents de plusieurs auteurs sont écrits afin de faire avancer le travail sur la MSE. L'un d'entre eux portant sur la validation croisée pour tester le pouvoir prédictif des modèles d'évaluation des stocks fait suite aux travaux réalisés à la Conférence mondiale sur les méthodes d'évaluation des stocks (Deroba et al., 2014). Un modèle d'évaluation structuré par stade qui peut être utilisé à la fois comme procédure de gestion et comme outil pour évaluer la valeur de l'information est en cours d'élaboration. Un examen de la solidité de l'avis de gestion basé sur des postulats de stocks alternatifs face à l'incertitude sur les hypothèses concernant la population, selon les recommandations de la réunion de Boston (Anon., 2013), est en cours de réalisation.

Enfin, on a reconnu les autres travaux menés par le SCRS (p. ex. sur le germon) et par d'autres ORGP thonières.

11. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté pendant la réunion.

Le Président du SCRS a annoncé qu'à la prochaine réunion de ce Groupe de travail, fin septembre, le Dr Yukio Takeuchi (Japon) prendra la relève du Dr Clay Porch (Etats-Unis) en tant que rapporteur pour le thon rouge de l'Ouest. Le Président du SCRS a remercié le Dr Porch pour ses nombreuses années de service dans cette fonction et lui a demandé de rester en tant que coordinateur général pour le thon rouge afin de faciliter cette transition.

Le Président a remercié le Secrétariat et les participants pour leur travail intense.

La réunion a été levée.

Références

- Anon. 2013. Report of the 2012 meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (WGSAM). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 69 (3): 1354-1426.
- Anon. 2014. Report of the 2013 bluefin meeting on biological parameters review. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 70 (1): 1-159.
- Anon. 2015. Report of the 2014 meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (WGSAM). SCRS/2014/010 (In this Volume)
- Aranda G, Medina A, Santos A, Abascal FJ, Galaz T. 2013a. Evaluation of Atlantic bluefin tuna reproductive potential from ovarian histology and its use in stock assessments. *Journal of Sea Research* 76: 154–160.
- Aranda G, Abascal FJ, Varela JL, Medina A. 2013b. Spawning Behaviour and Post-Spawning Migration Patterns of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) Ascertained from Satellite Archival Tags. *PLoS ONE* 8(10): e76445.
- Block, B. A., Teo, S. L. H., Walli, A., Boustany, A. M., Stokesbury, M. J. W., Farwell, C. J. *et al.* 2005 Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature* 434:1121–1127. doi:10. 1038/nature03463
- Boustany, A. M., Reeb C. A., Block B. A. 2008. Mitochondrial DNA and electronic tracking reveal population structure of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Marine Biology* 156:13–24
- Busawon, D. S., Rodriguez-Marin, E., Lastra Luque, P., Allman, R., Gahagan, B., Golet, W., Koob, E., Siskey, M., Ruiz Sobrón, M., Quelle, P., Neilson, J., and Secor, D. H. 2015. Evaluation of an Atlantic Bluefin Tuna Otolith Reference Collection. SCRS/2014/038. (In this Volume)
- Carlsson, J., McDowell, J. R., Carlsson, J. E. L., Graves J. E. 2007. Genetic identity of YOY bluefin tuna from the eastern and western Atlantic spawning areas. *Journal of Heredity* 98: 23–28.
- Carruthers T., L. T. Kell, and C. Palmer. An evaluation of the impact on uncertainty in data processing on stock assessment and management advice. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* (submitted).
- Carruthers T., L. T. Kell, M. Maunder, H. Geromont, C. Walters, M. McAllister, R. Hillary, T. Kitakado, C. Davies, P. Levontin, and Butterworth D. Performance review of simple management procedures. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* (submitted).
- Clear, N. P. J. S. Gunn, and A. J. Rees. 2000. Direct validation of annual increments in the otoliths of juvenile southern bluefin tuna by means of a large-scale mark recapture experiment with strontium chloride. *Fish. Bull* 98:25-40.
- Corriero, A., Karakulak, S., Santamaria, N., Deflorio, M., Spedicato, D., Addis, P., Desantis, S., Cirillo, F., Fenech-Farrugia, A., Vassallo-Agius, R., de la Serna, J. M., Oray, Y., Cau, A., Megalofonou, P., Metrio, G., 2005. Size and age at sexual maturity of female bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) from the Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 21, 483–486.
- Cort, J. L. 1991. Age and growth of the bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L.), of the northeast Atlantic. ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap. 35 (2): 213–230.
- Diaz, G. 2010. A revision of western Atlantic bluefin tuna age of maturity derived from size samples collected by the Japanese longline fleet in the Gulf of Mexico (1975-1980). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 66 (3): 1216-1226.
- Dickhut, RM, Deshpande AD, Cincinelli A, Cochran MA, Corsolini S, Brill RW, Secor DH, and Graves JE. 2009. North Atlantic bluefin tuna population dynamics delineated by organochlorine tracers. *Environmental Science and Technology* 43:8522-8527.
- Fraile, I., Arrizabalaga, H. Rooker, J. R. 2014. Origin of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, fsu156.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J. M., Gordin, H. & Lutcavage, M. E. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. *Sci. Rep.* 4, 7205; DOI:10. 1038/srep07205 (2014).

- Justel A., Ortiz M., Palma C., Gallego J.L., Idrissi M. and Di Natale A. 2014. Preliminary evaluation of the total catches of eastern bluefin tuna: a comparison of the GBYP and ICCAT Task I databases (1950-2011). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 70 (2): 518-536.
- Kerr L.A., Cadrin S.X., Secor D.H. and Taylor N. 2015. Evaluating the effect of Atlantic bluefin tuna movement on the perception of stock units. SCRS/2014/170 (In this Volume).
- Knapp, J. M. , Aranda, G. ,Medina, A. & Lutcavage, M. Comparative assessment of the reproductive status of female Atlantic bluefin tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. PloS One 9, e98233 (2014).
- Luque, E Rodriguez-Marin, E, Landa, J, Ruiz, Mm Quelle, P, Macias, D, Ortiz de Urbina, J. M. 2014. Direct ageing of *Thunnus thynnus* from the eastern Atlantic Ocean and western Mediterranean Sea using dorsal fin spines. Journal of Fish Biology 06/2014; 84(6):1876-90.
- Medina A, Abascal FJ, Aragón L, Mourente G, Aranda G, *et al.* (2007). Influence of sampling gear in assessment of reproductive parameters for bluefin tuna in the western Mediterranean. Marine Ecology Progress Series 337: 221–230.
- Ortiz M., Justel Rubio A. and Gallego J.L. 2015. Review and analyses of farm harvested size frequency samples of eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). SCRS/2014/040 (In this Volume).
- Piccinetti C., Di Natale A., Arena P. 2013. Eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*, L.): Reproduction and reproductive areas and seasons. Collect. Vol. Sci. Pap., ICCAT, 69 (2): 891-912.
- Restrepo, V. R., Diaz, G. A., Walter, J. F., Neilson, J. D., Campana, S. E., Secor, D., andWingate, R. L. 2010. Updated estimate of the growth curve of Western Atlantic Bluefin Tuna. Aquat. Living Resour., 23: 335–342.
- Rodríguez-Roda J (1967). Fecundidad del atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España. Investigación Pesquera 31: 33–52.
- Rooker, J. R., Arrizabalaga, H., Fraile, I., Secor, D. H., Dettman, D. L., Abid, N., Addis, P., Deguara, S., Karakulak, F. S., Kimoto, A., Sakai, O., Macias, D., Santos, M. N. 2014. Crossing the line: migratory and homing behaviors of Atlantic bluefin tuna. Marine Ecology Progress Series 504: 265-276.
- Schirripa M. 2011. A literature review of Atlantic bluefin tuna age at maturity. Collect Vol. Sci. Pap. ICCAT 66 (2): 898-914.
- Zupa, A. Corriero, M. Deflorio, N. Santamaria, D. Spedicato, C. Marano, M. Losurdo, C. R. Bridges and G. De Metrio. A histological investigation of the occurrence of non-reproductive female bluefin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea Journal of Fish Biology (2009) 75, 1221–1229.

TABLEAUX

Tableau 1. Estimations des prises nominales de Tâche I (t) du thon rouge par stock, région, pavillon et année (1980-2013).

Tableau 2. Catalogue des données T2CE du GBYP saisies provisoirement dans la base de données de l'ICCAT (les cellules ombrées en jaune contiennent des jeux de données en attente de révision). La prise et l'effort de la senne norvégienne (1950-1978) doivent également être saisis (avec quelques informations récentes recueillies sur le nombre de senneurs).

Tableau 3. Thon rouge de l'Est (région de l'Atlantique). Catalogue de la tâche I par opposition aux principales pêcheries de tâche II (combinaisons pavillon-engin classées par ordre d'importance de la Tâche I) et année (1980 à 2013). [Le schéma de couleurs de Tâche II présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe ; « b »= T2SZ existe ; « c »= CAS existe) qui représente la disponibilité des données de Tâche II dans la base de données de l'ICCAT.]

Tableau 4. Thon rouge de l'Est (région de la Méditerranée). Catalogue de la tâche I par opposition aux principales pêcheries de tâche II (combinaisons pavillon-engin classées par ordre d'importance de la Tâche I) et année (1980 à 2013). [Le schéma de couleurs de Tâche II présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe ; « b »= T2SZ existe ; « c »= CAS existe) qui représente la disponibilité des données de Tâche II dans la base de données de l'ICCAT.]

Tableau 5. Thon rouge de l'Ouest. Catalogue de la tâche I par opposition aux principales pêcheries de tâche II (combinaisons pavillon-engin classées par ordre d'importance de la Tâche I) et année (1980 à 2013). [Le schéma de couleurs de Tâche II présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe ; « b »= T2SZ existe ; « c »= CAS existe) qui représente la disponibilité des données de Tâche II dans la base de données de l'ICCAT.]

Tableau 6. Données actuelles de taille de Tâche II dont dispose l'ICCAT (principales CPC, par stock) dont la révision est prévue, avant la réunion du SCRS de 2015.

Tableau 7. Hétérogénéité structurelle des jeux de données de T2SZ de thon rouge (nombre de jeux de données dans toutes les bases de données de l'ICCAT) par stock/zone (1950-2013), avec plusieurs paramètres de métadonnées (types de fréquence, limites/ intervalles de classe, strate spatio-temporelle). La couleur des cellules (jaune (faible) -> vert (élevée)) reflète l'importance relative que revêt chaque cellule dans les 579 jeux de données.

Tableau 8. Résultats récapitulatifs obtenus pour les relations biométriques du thon rouge de l'Atlantique par stock. Variables de la fonction dépendante et indépendante (X et Y), nombre de spécimens (n), paramètres des équations linéaires et non linéaires et coefficient de détermination (r^2). Longueur droite à la fourche (SFL), longueur courbée à la fourche (CFL), longueur 1^e épine dorsale (LD1), longueur tête ligne droite du museau à l'opercule (HeadL), longueur pré-operculaire ligne droite du museau au pré-opercule (PreOP), poids vif (RWT), poids éviscéré (GWT), poids éviscéré et sans branchie (GGWT), poids éviscéré, sans branchie et sans queue (GGTW) et poids manipulé (DWT). Le tableau inclut les relations standardisées poids-taille (RWT_std - SFL_std). Toutes les unités de taille sont en centimètres (cm) et le poids en kilogrammes (kg).

Tableau 9. Coefficients estimés alpha et beta pour la relation mensuelle poids-taille du thon rouge de l'Atlantique ($RWT_std_M = \alpha * SFL_std^{(\beta_lsMonth)}$). Toutes les fonctions correspondent à la longueur droite à la fourche (SFL) en cm et au poids vif (RWT) en kg.

Tableau 10. Inventaire des marques électroniques apposées sur des thons rouges.

Tableau 11. Métadonnées à fournir par les collaborateurs lors de la soumission des données sur le marquage électronique.

Tableau 12. Format de données de migration résumées à fournir par les chercheurs collaborant.

Tableau 13. Exemple de métadonnées et de données de migration résumées pour un thon rouge portant une marque électronique.

FIGURES

Figure 1. Prise nominale globale de Tâche I (t) du thon rouge de l'Est (BFT-E) par région (AT-NE et MED) et année (1950-2013).

Figure 2. Prise nominale globale de Tâche I (t) du thon rouge de l'Ouest (BFT-W) par année (1950-2013).

Figure 3. Zones actuelles d'échantillonnage statistique du thon rouge.

Figure 4. Nouvelles zones d'échantillonnage statistique du thon rouge. La ligne rouge délimite les unités de stocks de l'Est et de l'Ouest. Le golfe du Saint-Laurent correspond à la nouvelle zone d'échantillonnage BF50.

Figure 5. Prise nominale globale de Tâche I (t) du thon rouge de l'Est (BFT-E) (%) d'engins non classés par région (ATE et MED) et année (1950-2013).

Figure 6. Prise nominale globale de Tâche I (t) du thon rouge de l'Ouest (BFT-W) (%) d'engins non classifiés par année (1950-2013).

Figure 7. Délimitations des zones géographiques pour les demandes de soumission des données agrégées de marquage électronique. Les zones représentent un modèle à huit boîtes, une modification des délimitations des zones géographiques proposée par Kerr et al. (SCRS/2014/170).

Figure 8. Zones géographiques agrégées avec des zones de frai à examiner dans une évaluation mixte des stocks. Les données des zones de reproduction peuvent être davantage agrégées dans les régions correspondantes de l'Est et l'Ouest pour un modèle d'évaluation à deux boîtes (p.ex. VPA-2box).

Figure 9. Formation mensuelle du type de bord des épines des nageoires de thon rouge (re-imprimée à partir de Luque et al., 2014). Les cellules sombres correspondent au bord opaque, les cellules claires au bord translucide et la fréquence représente la fréquence de chaque type de bord.

Figure 10. L'âge moyen par taille par intervalle de 10 cm pour les années 2009-2014.

Figure 11. Paires âge-longueur droite à la fourche de l'Ouest et paires âge-longueur utilisées dans la courbe de croissance de Restrepo et al. (2012) (les R oranges proviennent de Campana et ceux en bleu de Secor). Les cercles représentent des lacunes potentielles dans les données.

Figure 12. Superposition des informations d'âge-longueur droite à la fourche de l'Est (vert) et de l'Ouest (noir) pour la clé âge-taille classifiées dans des intervalles de 1 cm.

Figure 13. La médiane et la gamme d'interquartiles de longueur droite à la fourche par âge concernant les jeux de données de détermination de l'âge pour l'Est (rouge) et l'Ouest (bleu).

Figure 14. Distribution des échantillons d'âge par mois pour l'Ouest (A) et Est (B). Les lignes rouges correspondent à la distribution relative des débarquements en nombre par mois de 1960-2011.

Figure 15. Clé âge-taille proposée pour l'Est augmentée avec des échantillons de l'Ouest de plus 220 cm (en noir).

Figure 16. Clé âge-taille proposée pour l'Ouest augmentée avec des échantillons de l'Est inférieurs à 75 cm (en vert).

Figure 17. Probabilité d'origine occidentale comme une fonction de la longueur courbée à la fourche telle qu'elle a été établie au moyen d'analyses microchimiques. La zone ombrée correspond à l'intervalle de confiance de 95% autour de la moyenne globale (ligne vert clair). Chaque année est illustrée individuellement.

Figure 18. Probabilité d'origine occidentale comme une fonction de la longueur courbée à la fourche telle qu'elle a été établie au moyen d'analyses microchimiques des poissons disponibles dans les pêcheries canadiennes.

Figure 19. Clés âge-taille spécifiques au stock telles qu'elles ont été établies au moyen d'analyses microchimiques des otolithes.

Figure 20. Ébauche de la structure de la flottille par origine du stock. Il convient de noter que les flottilles ne sont pas toutes incluses, notamment les flottilles historiques. Les zones correspondent au modèle spatial à huit boîtes. La structure de la flottille ne divise pas la flottille au sein de la Méditerranée.

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Liste des documents.

Appendice 4. Plan de travail destiné à créer une nouvelle prise par taille en se servant des nouvelles relations longueur/poids adoptées par le groupe d'espèces sur le thon rouge

Appendice 5. Domaines suggérés pour la base de métadonnées sur les pêcheries et le marquage-récupération.