

RAPPORT DE LA SESSION ICCAT D'ÉVALUATION DU STOCK DE REQUIN PEAU BLEUE DE 2015

(Lisbonne, Portugal – 27-31 juillet 2015)

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

La réunion a été tenue à l'*Oceanário de Lisboa* à Lisbonne (Portugal) du 27 au 31 juillet 2015. Le Dr Enric Cortés (États-Unis), faisant office de Président de la réunion, a ouvert la réunion et souhaité la bienvenue aux participants (« le groupe »). Le Coordinateur scientifique du Secrétariat a souhaité la bienvenue aux participants de la réunion et a remercié l'*Oceanário* et IPMA d'accueillir la réunion et d'assurer toute la logistique. M. Miguel Oliveira a également souhaité la bienvenue aux participants et a souligné l'importance de la tenue de la réunion, compte tenu de l'objectif général poursuivi par l'*Oceanário de Lisboa* visant à promouvoir la conservation de l'environnement marin et des ressources halieutiques. Le Président a passé en revue l'ordre du jour qui a été adopté sans modification (**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 participants suivants ont assumé les fonctions de rapporteur :

<i>Point</i>	<i>Rapporteur</i>
Point 1	Miguel Neves dos Santos
Point 2.1	Paul de Bruyn et Agostino Leon
Point 2.2	Paul de Bruyn, Guillermo Diaz et Andres Domingo
Point 2.3	Paul de Bruyn et Kwang-Ming Liu
Point 2.4	Paul de Bruyn et Enric Cortés
Point 2.5	Paul de Bruyn
Points 3.1 et 3.2	Paul de Bruyn, Elizabeth Babcock et Felipe Carvalho
Point 3.3	Paul de Bruyn
Point 4.1	Laurence Kell, Elizabeth Babcock et Felipe Carvalho
Point 4.2	Laurence Kell et Dean Courtney
Point 4.3	Laurence Kell
Point 4.4	Laurence Kell, Elizabeth Babcock et Dean Courtney
Point 5	Laurence Kell
Point 6	Enric Cortes, David Die et Miguel Neves dos Santos
Points 7 et 8	Miguel Neves dos Santos

2. Résumé des données disponibles pour l'évaluation

2.1 Identité du stock

La présentation SCRS/P/2015/031 faisait état d'un nouveau projet de l'Union européenne (MedBlueSGen) reposant sur la technologie de séquençage de nouvelle génération. Celui-ci cherche à développer un nouveau génotypage d'ADN lié aux sites de restriction afin d'améliorer les connaissances actuelles sur le requin peau bleue (*Prionace glauca*), en créant une base de données solide décrivant la stratification génétique des espèces en Méditerranée. Le projet abordera des aspects liés à la structure de la population et à la connexion avec des populations non méditerranéennes. Il facilitera l'élaboration de plans de gestion visant à renforcer les efforts de conservation du requin peau bleue. Les principaux objectifs sont les suivants : i) examiner le postulat qui prévaut selon lequel le requin peau bleue de la Méditerranée est composé d'une seule population (stock) et ii) prédire s'il peut reposer sur des renforts externes de l'océan Atlantique en raison de l'énorme incidence de la prise accessoire de requin peau bleue dans les pêcheries méditerranéennes. Compte tenu de l'extrême mobilité de cette espèce, les juvéniles, davantage liés à l'environnement côtier, seront analysés. La mise à disposition des échantillons d'une génération environ au consortium MedBlueSGen offrira l'occasion unique d'évaluer la stabilité des caractéristiques génétiques au regard du niveau élevé de vulnérabilité du requin peau bleue de la Méditerranée.

Le groupe a remercié l'orateur d'avoir présenté cette étude intéressante et ce projet. Le groupe a demandé à l'orateur d'envisager de veiller à ce que les échantillons provenant de l'extérieur de la Méditerranée à utiliser dans le projet soient représentatifs afin de déterminer quelle partie de la population de l'Atlantique (le cas échéant) est liée aux populations de la Méditerranée. Ce dernier point pourrait impliquer une distribution plus large des échantillons non méditerranéens que celle prévue actuellement par le projet. Si cela est requis, les scientifiques nationaux peuvent aider à recueillir ces échantillons.

2.2 Captures

Le document de da Silva et al. (2015) décrivait la façon dont les chondrichthyens (requins, pocheteaux, raies et chimères) sont capturés dans de nombreuses pêcheries marines. Les efforts de gestion et de recherche appliqués à la pêche de chondrichthyens sont souvent négligés en raison de leur faible valeur, de l'incertitude taxonomique, du faible niveau de capture et de la prise par de multiples pêcheries. Dans divers secteurs de la pêche d'Afrique du Sud, incluant la pêche artisanale ainsi que la pêche extrêmement industrialisée, 99 (49%) des 204 des espèces de chondrichthyens présentes dans le Sud de l'Afrique sont ciblées régulièrement ou capturées de manière accessoire. Il a été estimé que le total de la prise manipulée déclarée au titre de 2010, 2011 et 2012 s'élevait à 3.375 t, 3.241 t et 2.527 t, respectivement. Deux-tiers de la prise déclarée correspondaient à des prises accessoires. Les réglementations visant à limiter les prises de chondrichthyens, ainsi que les conditions de permis spécifiques aux espèces, concernent actuellement la pêche à la palangre démersale ciblant les requins, la palangre pélagique, la ligne récréative, la senne de plage et le filet maillant. Des mesures de gestion limitées sont actuellement en vigueur en ce qui concerne les chondrichthyens capturés dans d'autres pêcheries d'Afrique du Sud. Les séries de données de prise et d'effort convenant aux évaluations des stocks n'existent que pour dix espèces à peine. On a tenté de réaliser des évaluations de stocks de cinq espèces de requins : le requin-hâ (*Galeorhinus galeus*), l'émissole lisse (*Mustelus mustelus*), le requin blanc (*Carcharodon carcharias*), le requin taureau (*Carcharias taurus*) et le virli dentu (*Triakis megalopterus*). Des études indépendantes des pêcheries et des données d'observateurs des pêches, qui peuvent servir de mesure de l'abondance relative, existent pour 67 espèces. Par rapport à la plupart des pays en voie de développement, la pêche de requins de l'Afrique du Sud est relativement bien contrôlée et gérée. Comme partout ailleurs, la prise accidentelle et la prise accessoire demeurent des défis pour une bonne gestion des espèces de requins. En 2013, le plan d'action national sud-africain pour la conservation et la gestion des requins (PAN-requins) a été publié. La mise en œuvre du PAN-requins devrait contribuer à améliorer la gestion des chondrichthyens à court terme.

Le groupe a constaté que le ratio de prise de requin-taupe bleu-requin peau bleue décrit dans le document est très élevé. Il a été expliqué que cela est probablement dû au fait que les informations fournies ne mentionnent que les débarquements en poids manipulé et qu'elles n'incluent donc pas les requins peau bleue rejetés. Il a donc été suggéré que dans certaines régions et certaines périodes de l'année, le rejet des requins peau bleue est très élevé, ce qui biaise donc ce ratio.

2.3 Indices d'abondance

Le document SCRS/2015/137 présentait les résultats mis à jour (à partir de 2008) concernant la pêche récréative de requin peau bleue de l'Irlande, couvrant la période 2007-2013, en vue de l'évaluation des stocks de 2015 de l'ICCAT. Le programme de marquage a commencé en 1970 et se poursuit encore actuellement. Jusqu'en 2013, un total de 18.278 requins peau bleue ont été marqués et 895 récupérations ont été déclarées. On a présenté l'analyse des données de 2007-2013, des données de CPUE disponibles provenant de la pêche totale et d'un sous-ensemble de capitaines de navires de pêche à la ligne de location opérant systématiquement dans la pêche. Les données incluent 1.431 nouveaux cas de marquage et 83 récupérations depuis la dernière déclaration de données à l'ICCAT en 2008. Les taux de récupération étaient plus élevés que ceux déclarés préalablement, même si le nombre de spécimens marqués est beaucoup plus réduit que dans les années 90. La CPUE de la pêche totale demeurait faible et coïncidait avec les valeurs plus faibles observées initialement à partir de 2000. Cela a également été observé dans le cas du sous-ensemble des capitaines. L'effort a considérablement diminué, du fait de la baisse des navires de pêche à la ligne et également en réponse aux faibles taux de capture. Les données donnent à penser que l'abondance du requin peau bleue s'est stabilisée aux niveaux réduits observés dans un premier temps à la moitié de la première décennie des années 2000.

Les discussions du groupe ont porté sur le fait que ces données seraient importantes pour les futures évaluations, notamment en ce qui concerne l'ajout des données de marquage issues de cette étude et d'autres programmes de marquage des deux côtés de l'Atlantique (p.ex. États-Unis et Espagne) dans des modèles d'évaluation intégrés.

Le document SCRS/2015/132 analyse les données de prise et d'effort du requin peau bleue provenant des registres des observateurs déployés à bord des grands palangriers du Taipei chinois réalisant des opérations de pêche dans l'océan Atlantique entre 2004 et 2013. Sur la base du taux de prise accessoire de requins, cinq zones ont été délimitées, à savoir la zone A (Nord de 20°N), B (5°N-20°N), C (5°N-15°S), D (15°S-50°S, Ouest de 20°W) et E (15°S-50°S, 20°W-20°E). Pour s'adapter au pourcentage élevé de captures nulles de requins, la capture par unité d'effort (CPUE) du requin peau bleue (nombre de spécimens capturés par 1.000 hameçons) a été standardisée au moyen d'une approche delta-lognormale en deux étapes qui traite séparément la proportion d'opérations positives et la CPUE de captures positives. Des indices standardisés avec des intervalles de confiance de 95 % par bootstrap sont déclarés. La CPUE standardisée du requin peau bleue de l'Atlantique Sud a atteint un sommet en 2006 avant de diminuer par la suite et d'augmenter après 2011. Dans le cas de l'Atlantique Nord, elle a atteint un chiffre record en 2005, a atteint le niveau le plus bas en 2008 avant d'augmenter par la suite. Les résultats obtenus dans cette étude pourraient être améliorés si des séries temporelles plus longues de données d'observateurs étaient fournies.

Il a été fait remarquer que les changements de ciblage pourraient partiellement expliquer les tendances de la série de CPUE. Dans le cas de l'Atlantique Nord, la forte augmentation de la CPUE en 2005 pourrait être irréaliste et être le résultat de la méthode de standardisation. Il a été expliqué que très peu de prises nulles ont été observées cette année (en raison de la couverture élevée d'observateurs dans le Nord cette année). Le modèle de standardisation incluait un facteur de ciblage et les navires identifiés comme ciblant des requins ont été exclus afin de réduire l'effet. Il a également été indiqué que chaque navire ciblant le thon obèse en 2006 avait un observateur à bord, ce qui s'est traduit par un plus grand nombre d'observations. En ce qui concerne d'autres années, l'échantillonnage était moins complet, ce qui a également une incidence pour le modèle et reflète différents modes de pêche dans différentes années. La différence entre 2006 et 2012 en termes de nombre d'hameçons par opération a également été remise en question. Il a été expliqué que le nombre d'hameçons par opération a augmenté en 2006, car le quota s'appliquant au thon obèse avait radicalement diminué cette année et les pêcheurs tentaient donc de capturer d'autres espèces afin de compenser cette baisse. Pour certaines périodes, il s'avère que des navires ciblaient des requins et les prises nulles de ces périodes étaient donc faibles. Il a été suggéré qu'une carte de la distribution de la CPUE et/ou du ratio de prise nulle de requin peau bleue par année pourrait s'avérer utile à l'avenir afin de pouvoir observer les tendances de la prise au cours du temps. Il a été fait remarquer qu'il pourrait s'avérer nécessaire de sous-pondérer ces données dans l'évaluation et/ou de commencer la série de CPUE en 2005 afin d'éviter ce faible taux de couverture dû au fait que le programme d'observateurs ne commençait qu'en 2004.

Comme discuté lors de la réunion de préparation des données de 2015 en ce qui concerne les indices standardisés de CPUE en général, l'effet du ciblage devrait faire l'objet d'un examen approfondi à l'avenir, car il n'est pas clair si ce facteur est actuellement traité correctement pendant le processus de standardisation.

Le document SCRS/2015/133 décrivait la façon dont les informations sur la prise et l'effort de la flottille palangrière thonière du Brésil (nationale et affrétée) active dans l'océan Atlantique équatorial et Sud-Ouest entre 1978 et 2012 étaient utilisées afin de produire un indice standardisé de CPUE pour le requin peau bleue de l'Atlantique Sud. Un total de 92.766 opérations a été analysé. La CPUE était standardisée au moyen d'un modèle mixte linéaire généralisé (GLMM) en appliquant une approche delta log-normale. Les facteurs utilisés dans le modèle étaient les suivants : trimestre, année, zone et stratégie de pêche. La série standardisée de CPUE présente une importante variation dans le temps, avec une tendance générale à la hausse après 1996.

Il a été fait remarquer qu'à la fin des années 90, les baguettes lumineuses ont commencé à être utilisées et les pêcheries ont commencé à cibler l'espadon et à s'étendre dans différentes zones de pêche. Ces dernières années, en raison de la demande commerciale accrue de requin peau bleue, la série de CPUE a rapidement augmenté à partir de 2001. Ces changements sont difficiles à refléter, mais on a tenté de résoudre cette question dans le modèle. Il a été noté que cette série ne reflète probablement pas l'abondance du stock et il pourrait donc ne pas s'avérer opportun de l'utiliser pour l'instant. L'élaboration de deux séries visant à tenir compte du changement de ciblage a été suggérée. Une discussion plus approfondie sur ce document a été renvoyée aux discussions sur l'évaluation afin d'identifier les effets que ces séries peuvent avoir sur les modèles d'évaluation.

Le document SCRS/2015/141 décrivait la façon dont les indices d'abondance relative (CPUE) disponibles pour les évaluations de stocks de requin peau bleue de l'Atlantique Nord et Sud ont été combinés au moyen de différentes méthodes. Conformément aux travaux réalisés pour l'évaluation du stock de requin peau bleue de 2008, les indices ont été combinés au moyen d'un GLM avec deux choix de pondération : par la prise du pavillon représentée par chaque indice et par la zone du pavillon représentée par chaque indice. De plus, un indice hiérarchique d'abondance combinant tous les indices disponibles dans une seule série a également été créé. Les trois indices obtenus pour l'Atlantique Nord et l'Atlantique Sud affichaient généralement des tendances très similaires, avec une tendance stable dans l'Atlantique Nord et une tendance ascendante dans l'Atlantique Sud au cours des dernières années de la série temporelle. Ces indices peuvent éventuellement être utilisés dans des analyses de sensibilité dans les évaluations de stocks.

Il a été observé que lors de plusieurs réunions récentes du SCRS, le processus de combinaison des indices de CPUE était déconseillé car il tend à masquer les tendances individuelles des séries ainsi que les raisons sous-jacentes pour lesquelles les séries sont différentes. En outre, certains modèles peuvent avoir recours de manière stochastique aux différentes séries sans devoir combiner ces indices. Par conséquent, il pourrait ne pas être opportun d'utiliser des indices combinés dans les modèles d'évaluation. Il pourrait être plus utile de regrouper les CPUE qui présentent des tendances similaires et de les inclure comme scénarios séparés comme cela avait été discuté lors de la réunion d'évaluation du stock de thon obèse de 2015 (SCRS/2015/015).

Finalement, il a été fait remarquer que les changements de la série de CPUE uruguayenne requis lors de la réunion de préparation des données sur le requin peau bleue de 2015 ont été apportés. La standardisation a été réalisée à nouveau en omettant les deux dernières années de la série.

2.4 Biologie

Le document SCRS/2015/142 décrivait le calcul des taux de croissance maximale de la population (r_{max}) et des valeurs de la pente à l'origine de la relation stock-recrutement (*steepness*, h) de la relation stock-recrutement de Beverton et Holt pour les stocks de l'Atlantique Nord et Sud du requin peau bleue reposant sur les informations biologiques les plus récentes recueillies lors de la réunion de préparation des données sur le requin peau bleue de 2015. Afin d'inclure une gamme plausible de valeurs, l'incertitude entourant les estimations des entrées du cycle vital (âge de reproduction, durée de vie, paramètres de croissance von Bertalanffy et mortalité naturelle) a été incorporée au moyen de la simulation Monte Carlo en attribuant des distributions statistiques aux caractéristiques biologiques dans une approche de matrice de Leslie. La productivité estimée était élevée ($r_{max}=0,31-0,44 \text{ yr}^{-1}$ pour le stock de l'Atlantique Nord ; $r_{max}=0,22-0,34 \text{ yr}^{-1}$ pour le stock de l'Atlantique Sud), comme cela avait été préalablement observé pour ces espèces et d'autres populations de cette espèce. Par conséquent, les valeurs de la *steepness* dérivées analytiquement étaient également élevées ($h=0,73-0,93$ pour le stock de l'Atlantique Nord ; $h=0,55-0,84$ pour le stock de l'Atlantique Sud). Ces estimations peuvent être utilisées comme données d'entrée dans les modèles d'évaluation des stocks de production excédentaire (r_{max}) et structuré par âge (h).

Le groupe a noté qu'il existe des grandes différences entre les paramètres estimés pour la population du Nord et du Sud, ce qui n'était pas escompté. On a parlé du fait que davantage d'études ont été réalisées dans le Sud, dès lors que les estimations peuvent être biologiquement plus réalistes. Au nombre des principales raisons susceptibles d'expliquer les différences de productivité et de *steepness* entre les stocks du Nord et du Sud, citons les paramètres de la courbe de croissance de von Bertalanffy, qui donnent lieu à des estimations considérablement différentes de M au moyen des méthodes d'estimation indirectes reposant sur des paramètres du cycle de vie invariables et la disponibilité d'une ogive de maternité dans l'Atlantique Sud. Il a été suggéré que la couverture spatiale des études individuelles incluse dans les estimations devrait être étudiée tant dans le cas de l'Atlantique Nord que de l'Atlantique Sud dans les prochaines analyses. L'auteur a suggéré que les valeurs des scénarios 1 et 2, qui utilisaient le taux de survie annuel moyen obtenu au moyen de sept méthodes d'estimation reposant sur des paramètres du cycle de vie invariables et une fécondité constante et ascendante, respectivement, s'alignent davantage sur les études antérieures et que les valeurs des scénarios 3 et 4, qui utilisaient le taux de survie annuel maximal, et une fécondité constante et ascendante, respectivement, semblent excessivement élevées, même pour une espèce de requins très productive comme le requin peau bleue. Il a été fait remarquer que plus de travaux en collaboration devraient être entrepris à l'avenir, afin d'accroître la quantité d'informations disponibles pour ces types d'analyses et d'améliorer ces valeurs estimées.

2.5 Autres données pertinentes

La présentation SCRS/P/2015/030 décrivait l'approche de modélisation statistique, fournie par un prestataire externe, servant à estimer l'effort de pêche dans l'ensemble de l'Atlantique ciblant les thonidés et les espèces apparentées, qui est en cours de développement utilisant les données de prise nominale de tâche I et de prise et d'effort de tâche II saisies dans la base de données EFFDIS. Le principal problème réside dans le fait que les données de tâche I, que l'on suppose être exhaustives, ne sont disponibles que sous la forme de totaux annuels pour chaque combinaison d'espèce, de pavillon et d'engin. Les données de tâche II, d'autre part, sont plus détaillées et les informations sont disponibles au niveau de l'emplacement et de la saison, mais sont souvent incomplètes. L'enjeu qui se pose ensuite consiste à combiner les deux sources d'informations afin de produire les meilleures estimations de l'effort de pêche. La méthode en cours d'élaboration repose sur un ensemble de modèles additifs généralisés (GAM, selon les sigles anglais) ajustés aux données de tâche II. Les GAM ont été retenus car ils sont extrêmement flexibles et sont capables d'intégrer des distributions asymétriques et un grand nombre de prises nulles, à savoir les deux caractéristiques des données EFFDIS. Les modèles utilisent les variables pertinentes (p.ex. nombre d'hameçons mouillés) et les modélisent en tant que fonctions homogènes de plusieurs combinaisons de

covariables d'emplacement (p.ex. latitude, longitude et profondeur) et de temps (p.ex. mois et tendance à long terme). Des formulations spécifiques du modèle peuvent également faire face aux interactions entre les termes, permettant ainsi aux formes des distributions spatiales créées de changer au fil du temps, ce qui est important. Après avoir été ajustés et testés, les modèles peuvent ensuite être utilisés pour « prédire » des valeurs de prise par unité d'effort en tant que fonctions de quelque combinaison des covariables pertinentes avec l'erreur ou la variance. L'effort total est estimé en « extrapolant » au moyen des totaux de la tâche I et en appliquant la formule suivante : effort (tâche I) = prise (tâche I) / CPUE (tâche II). Les premiers résultats sont prometteurs, mais des problèmes de confusion (échantillonnage non aléatoire tant dans l'espace que dans le temps) sont considérables et s'avèrent difficiles à ignorer. Le but de la présentation consistait à décrire les modèles, les résultats et les estimations de l'effort de pêche obtenus pour l'Atlantique jusqu'à présent.

Les impressions du groupe étaient positives et la stratégie/cadre global de modélisation a été approuvé. Quelques membres ont toutefois exprimé des inquiétudes en ce qui concerne le traitement de la « flottille » ou du « pavillon ». Le regroupement des données par variables spatiales et temporelles serait une simplification excessive. Quelques flottilles, par exemple, mouillent les palangres en surface, alors que d'autres les mouillent en eau de profondeur moyenne ou en eau profonde. Les tailles des hameçons, les appâts et les stratégies de ciblage ont tous changé et ont changé considérablement au cours du temps. Étant donné que les données sont particulièrement parcellaires avant les années 60, il a été suggéré que le cadre de modélisation se concentre uniquement sur les années les plus récentes. Cela réduirait considérablement le travail de calcul. Il a également été demandé au prestataire d'inclure des données sur les pêcheries artisanales et d'envisager des façons d'inclure des informations sur les combinaisons pavillon-flottille qui ne déclarent que des données de tâche I. Les catalogues de données, préparés par le Secrétariat, sont librement disponibles à cet effet.

La méthode en cours d'élaboration est modulaire en soi, et peut donc facilement être modifiée pour inclure des informations provenant d'une flottille ou d'un pavillon. Des polygones pourraient être tracés autour des données pour chaque flottille et le même modèle de régression (à savoir prise ajustée aux covariables de lieu et de temps) ajusté aux données dans chaque flottille. Les « surfaces » estimées au moyen des modèles pourraient ensuite être construites pour chaque flottille et l'effort estimé de la même façon que celle décrite ci-dessus. Le prestataire a convenu que l'agrégation de données ne « cachait » probablement que la variabilité sous-jacente en raison de l'effet de la flottille et a convenu de tester cela tout en faisant remarquer que des problèmes surviendraient en raison de : (i) échantillonnage non aléatoire dans le temps et dans l'espace, (ii) le fait que certaines flottilles ne déclarent aucune donnée de tâche II et (iii) la difficulté décourageante de comprendre les différentes méthodes/activités.

Le prestataire a été exhorté à rappeler l'objectif initial du travail. L'intérêt majeur de ces estimations spatio-temporelles de l'effort est la nécessité d'identifier la distribution de l'effort par zone et moment de l'année. Cette information est nécessaire pour estimer l'impact de la pêche sur les espèces ciblées et capturées en tant que prise accessoire. Le groupe s'est penché sur cette question car les stratégies de pêche sont différentes d'une flottille à l'autre et il est préférable d'avoir recours à l'estimation de EFFDIS par flottille. Il a également été suggéré que les données de tâche II seraient suffisantes à cet effet et que l'« extrapolation » à la tâche I pourrait ne pas être nécessaire comme étape intermédiaire. Il a également été demandé au prestataire d'envisager d'inclure les pêcheries artisanales qui sont importantes, mais on ignore encore d'où les données pourraient provenir pour ce faire et quelle serait leur qualité.

En bref, le prestataire a convenu d'étudier l'effet de la flottille/du pavillon de manière plus détaillée et de s'efforcer de mieux comprendre les besoins des utilisateurs potentiels de ces données. Le prestataire élargit également l'analyse trop au Sud et le Secrétariat de l'ICCAT a convenu de fournir des délimitations plus réalistes au sein desquelles l'interpolation aurait lieu.

3. Méthodes et autres données importantes pour l'évaluation

Le Groupe a noté à la section 2 que presque toutes les données d'entrée disponibles pour les modèles sont décrites de manière exhaustive et présentées dans le rapport de la réunion de préparation des données sur le requin peau bleue de 2015 (SCRS/2015/012). Les seuls nouveaux jeux de données disponibles pour les modèles d'évaluation ont été les séries de CPUE fournies avant la réunion d'évaluation du stock de requin peau bleue de 2015. Les **Tableaux 1** et **2** fournissent toutes les séries de CPUE (y compris les nouvelles séries) et les coefficients de variation (CV) connexes, disponibles pour être utilisés dans les modèles d'évaluation.

3.1 Modèles de production

Modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien

Le SCRS/2015/153 a présenté les premiers résultats de l'évaluation du stock de requin peau bleue de l'Atlantique Sud. L'évaluation a consisté à ajuster un modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien aux données de CPUE du requin peau bleue de l'Atlantique Sud. La série temporelle de capture provient du rapport de la réunion de 2015 de préparation des données sur le requin peau bleue et les indices d'abondance relative pour le requin peau bleue étaient composés de la capture par unité d'effort (CPUE) standardisée des pêcheries palangrières du Japon, du Brésil, de l'Uruguay, de UE-Espagne et du Taipei chinois. Un scénario qui incluait tous les indices de CPUE d'entrée et les valeurs moyennes préalables a été développé comme cas de base. Deux autres modèles ont été élaborés afin d'évaluer la sensibilité du modèle aux différents postulats concernant la raréfaction initiale du stock et les changements dans les données d'entrée.

Les spécifications complètes des premiers modèles présentés sont détaillées dans le document du SCRS. Sur la base des discussions du Groupe, des scénarios supplémentaires ont été demandés afin d'aborder les questions et les incertitudes identifiées dans les scénarios initiaux du modèle. Ces nouveaux scénarios sont tous des variations du modèle initial. Les détails de ces nouveaux scénarios sont fournis dans le **Tableau 3**. Dans le modèle initial, les données de capture de la pêcherie de 1971-2013 ont été utilisées (comme décrit dans le rapport de la réunion de 2015 de préparation des données sur le requin peau bleue). Les CPUE standardisées du Japon, Brésil, Uruguay, UE-Espagne et Taipei chinois ont été utilisées dans le modèle. Les capturabilités par bloc temporel ont été estimées pour la série de CPUE du Japon (point de changement en 1994) et du Brésil (point de changement en 2001), tel que décrit dans le document du SCRS. La méthode de lissage *loess* recommandée par Francis (2011) a été utilisée pour pondérer les données. Cette méthode consiste à ajuster un indice de CPUE obtenu par transformation logarithmique à l'aide d'une fonction de lissage *loess* et à calculer le coefficient de variation des valeurs résiduelles de l'ajustement du lissage aux données.

Une distribution a priori informative pour r et un prior modérément informatif pour K ont été postulés. Pour r , on a employé une distribution log-normale avec une moyenne de 0,21 et une SD = 0,07, tel que le suggérait le Groupe. Suivant l'approche de Meyer et Millar (1999), qui ont suggéré de prendre les 10^e et 90^e centiles d'une distribution log-normale, les valeurs de 100 et 850 tonnes métriques respectivement (en milliers) ont été utilisées pour exprimer un intervalle de probabilités (modérément) élevées de la distribution préalable pour K . Les centiles correspondent à une variable lognormale aléatoire avec une moyenne et une déviation standard de 291 tonnes métriques (en milliers) et de 0,835, respectivement, et l'on a postulé un CV de 100 %. On a fait appel à un prior gamma inversé non informatif pour le paramètre de capturabilité (0,001, 0,001). L'erreur de processus (sigma) a été fixé à 0,05 (voir Ono et al., 2012 pour plus de détails). Pour le cas de base du modèle, on a postulé que la biomasse dans la première année était égale à K (c.-à-d. $P_1 = \psi = 1$), ce qui signifie que la population était non pêchée en 1970.

Des scénarios supplémentaires du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien demandés par le Groupe ont été réalisés lors de la réunion (**Tableau 3**). Les scénarios de sensibilité ont notamment postulé un prior moins informatif pour K , et ont ajouté une valeur constante de 0,2 et 0,1 au CV des différents indices de CPUE. Comme le CV estimé pour la série temporelle de CPUE de UE-Espagne était très faible (0,03) dans le cas de base du modèle, un scénario du modèle a été exécuté en ajoutant une valeur constante de 0,1 aux CV pour cet indice seulement. Pour évaluer l'impact de l'inclusion de l'erreur de processus dans le modèle d'évaluation des stocks, des scénarios de sensibilité prévoyaient de supprimer l'erreur de processus du modèle et de postuler des valeurs différentes (c'est-à-dire 0,01). En outre, dans les modèles dépourvus d'erreur de processus, on a également postulé différents niveaux de CV pour la série temporelle de CPUE.

Modèle de production excédentaire de type bayésien

Le document SCRS/2015/150 présentait des scénarios à partir du logiciel de Production excédentaire de type bayésien (BSP) utilisé pour les évaluations de 2004 et 2008 à l'aide de données de capture de CPUE récemment disponibles pour le requin peau bleue de l'Atlantique Nord et Sud. Le prior informatif pour le taux d'accroissement de la population (r) a été mis à jour pour refléter les nouvelles informations biologiques. Suivant les recommandations de la réunion de 2015 de préparation des données sur le requin peau bleue, les indices utilisés étaient pour le Nord : observateur palangrier des États-Unis, palangre japonaise, croisière des États-Unis, palangre portugaise, palangre vénézuélienne, palangre espagnole et palangre du Taipei chinois, et pour le Sud : palangre uruguayenne, palangre brésilienne, palangre japonaise, palangre du Taipei chinois et palangre espagnole. Les valeurs des indices ont été pondérées soit par capture, par effort ou de manière égale. Les données de capture sont incomplètes pour la majeure partie de l'histoire de la pêcherie. Par conséquent, plusieurs scénarios ont utilisé une

version du modèle BSP qui peut être ajustée à une série de données d'effort palangrier plutôt qu'à la capture dans la première partie de la série temporelle. Une analyse de décision bayésienne a été employée pour examiner la durabilité des différents niveaux des futures prises dans le cadre de chaque scénario de capture ou d'effort. Des diagrammes de Kobe ont également été présentés.

Les spécifications complètes du premier modèle sont détaillées dans le document SCRS/2015/150. On a postulé que la première année de la pêcherie était 1957 dans le Nord et 1971 dans le Sud, conformément à l'évaluation de 2008. Les données de capture calculées à la réunion de préparation des données incluaient les captures déclarées de la Tâche I, les captures déduites des ratios de capture de requin peau bleue par rapport aux captures de thonidés et des captures estimées sur la base des taux d'effort et de capture et celles-ci étaient disponibles depuis 1971 dans les deux régions. Pour la population de l'Atlantique Nord, les captures ont été estimées à partir de l'effort pour les années 1957 à 1970. Pour les deux régions, dans un scénario du modèle alternatif, les prises ont été estimées à partir de l'effort jusqu'en 1996 compris, sur le postulat selon lequel les captures déclarées entre 1997 et 2013 sont les plus fiables. Les valeurs de la CPUE ont été pondérées soit par la prise relative dans chaque flottille, soit par l'effort relatif dans chaque flottille, ou bien toutes les valeurs ont été pondérées de manière égale. Dans un autre scénario du modèle, on a eu recours à un indice combiné calculé en pondérant la capture, plutôt qu'en ajustant indépendamment chaque série.

Des priors ont été établis comme suit. Le ratio de la biomasse de départ (B_0/K) était log-normal avec une moyenne de 1,0 et un CV de 0,2, délimité entre 0,2 et 1,1. Le prior pour K du cas de base était uniforme sur $\log(K)$, et la valeur maximale de K a été augmentée jusqu'à ce qu'elle n'influence plus la distribution a posteriori ($5.0E7$ dans le Nord, $1.0E8$ dans le Sud). Les priors pour r étaient lognormaux avec, pour l'Atlantique Nord, une médiane de 0,324 et une déviation standard de 0,043 (variance logarithmique = 0,0173) et pour l'Atlantique Sud, une médiane de 0,218 et une déviation standard de 0,0719 (variance logarithmique = 0,106) (basé sur le SCRS/2015/142). Dans les deux régions, r était limité entre 0,001 et 2. Si la déviation standard résiduelle a été estimée, elle a reçu un prior uniforme non informatif entre $1.0E-5$ et 100. Si l'effort a été utilisé pour déduire des captures, la capturabilité q_c a reçu un prior uniforme entre $1.0E-9$ et 0,1. B_{PME}/K a été établie égale à 0,5 pour tous les scénarios.

Des scénarios supplémentaires du modèle BSP, tous des variantes du modèle initial, ont été réalisés lors de la réunion à la demande du Groupe (**Tableau 4**). Pour le Nord, il s'est notamment agi d'un scénario qui a commencé en 1971 et non en 1957 de telle façon qu'aucune donnée d'effort n'a été utilisée, ainsi qu'un scénario avec une erreur de processus avec une déviation standard (sigma) de 0,05. Des modèles avec erreur de processus ont été exécutés à l'aide du logiciel BSP2, qui est une autre version du logiciel BSP (SCRS/2013/100). En outre, le modèle sans erreur de processus a été appliqué indépendamment à chaque indice. Pour le Sud (**Tableau 4**), des scénarios additionnels du modèle en ont inclus un sans l'indice de la CPUE brésilienne, un avec l'indice brésilien divisé à l'année 2002, deux avec une erreur de processus ainsi que des scénarios séparément pour chaque indice. Afin d'évaluer la raison pour laquelle le modèle de production état-espace dans JAGS et le modèle BSP fournissaient des résultats différents, tout en utilisant les mêmes équations pour la dynamique des populations, les priors et les probabilités, on a réalisé des scénarios « post-modèle pré-données » (PMPD). Les scénarios PMPD ont utilisé les données de CPUE non informatives (un point unique dans chaque série) pour évaluer les implications de la structure du modèle, des priors, et des séries temporelles de capture pour les distributions a posteriori de chaque paramètre. Dans le **Tableau 4**, le scénario S-PMPD1 a utilisé le logiciel BSP2, avec un CV préalable pour $B[1]/K$ de 0,01 et un prior r révisé (moyenne = 0,38, déviation standard logarithmique = 0,326, voir l'**Appendice 5**). Le scénario S-PMPD2 a utilisé JAGS, avec le prior avec r du cas de base provenant du modèle état-espace (moyenne = 0,21, déviation standard logarithmique = 0,07), avec un CV préalable pour $B[1]/K$ de 0,001 et une valeur minimale autorisée de B/K égale à 0,01. Le scénario S-PMPD-3 a utilisé JAGS, avec le prior r révisé, un CV préalable de $B[1]/K$ de 0,2 et le B/K minimum égal à 0,001.

3.2 Modèles structurés par âge basés sur la taille : Stock Synthèse

Le document SCRS/2015/151 a présenté des scénarios préliminaires du modèle Stock synthèse (SS3) réalisés pour le requin peau bleue de l'Atlantique Nord basés sur les données disponibles de capture, CPUE, composition par taille et cycle vital qui ont été compilées par le Groupe d'espèces sur les requins. Un modèle de sexe combiné a été mis en œuvre afin de réduire la complexité du modèle. On a postulé une relation stock-recrutement de Beverton-Holt. La pente à l'origine de la relation stock-recrutement (*steepness*) et la mortalité naturelle par âge ont été fixées à des valeurs estimées de façon indépendante. Toutefois, plusieurs des scénarios préliminaires du modèle ont donné lieu à des diagnostics de convergence déraisonnables, et les résultats du modèle semblaient être sensibles aux pondérations attribuées dans la vraisemblance du modèle aux données de composition par taille (taille de l'échantillon) par rapport aux données de CPUE (pondération basée sur l'inverse du CV). Deux scénarios préliminaires du modèle qui utilisaient des facteurs de multiplication pour réduire la taille de l'échantillon assignée

aux données de composition par taille dans la vraisemblance du modèle ont donné des diagnostics de convergence raisonnables. Les ajustements du modèle aux données de CPUE et de composition par taille étaient similaires pour les deux modèles. Les deux modèles ont donné lieu à une taille du stock reproducteur et à des taux de mortalité par pêche soutenables par rapport à la production maximale équilibrée. Le modèle dont la taille de l'échantillon relativement plus faible était assignée aux données de composition par taille a entraîné une taille de stock relativement plus appauvrie.

Le Groupe a reconnu les travaux approfondis réalisés afin de préparer le modèle stock synthèse pour cette espèce pour la première fois dans l'Atlantique Nord et il a souligné l'importance de cette étape initiale aux fins d'évaluation futures. Sur la base des séries temporelles disponibles des données de capture, l'année de départ du modèle était 1971 et la dernière année était 2013. La prise en tonnes métriques par pavillon principal pour le requin peau bleue de l'Atlantique Nord a été obtenue à partir des données recueillies lors de la réunion de 2015 de préparation des données sur le requin peau bleue et assignées aux « flottilles » F1 – F9. La prise en condition d'équilibre (Eq. catch = 17,077 t) au début de la pêcherie (1970) a été obtenue à partir de la moyenne des dix années postérieures (1971 à 1980) pour les flottilles F1 (UE-Espagne + Portugal) + F2 (Japon) + F3 (Taïpei chinois). Les indices d'abondance pour le requin peau bleue de l'Atlantique Nord et leurs coefficients de variation (CV) correspondants ont également été obtenus des données rassemblées au cours de la réunion de 2015 de préparation des données sur le requin peau bleue (**Tableaux 1 et 2**), à l'exception des séries temporelles actualisées du Taïpei chinois et de la pêche récréative irlandaise, qui ont été présentées séparément. Les indices d'abondance disponibles et leurs CV associés ont été assignés aux « prospections » S1-S10.

Les données de composition par taille du requin peau bleue de l'Atlantique Nord (35-390 cm FL, intervalles de 5 cm FL) ont été obtenues à partir des données recueillies au cours de la réunion de préparation des données de 2015 sur le requin peau bleue, comme indiqué dans le document SCRS/2015/039 (Coelho *et al.*, 2015), pour UE (Espagne + Portugal, 1993-2013), JPN (Japon, 1997-2013), TAI (Taïpei chinois, 2004-2013), États-Unis (1992-2013), et VEN (Venezuela, 1994-2013) et assignées aux « flottilles » F1 – F9 et aux « prospections » S1-S10. La largeur des intervalles a été augmentée à 10 cm FL parce qu'un schéma irrégulier dans la composition par taille de certaines sources de données (TAI et VEN) indiquait que les longueurs risquaient de ne pas avoir été mesurées à une résolution de 5 cm FL. Les distributions de tailles finales utilisées dans le modèle SS3 sont présentées dans la **Figure 1**. Les données de composition par taille pour les mâles et les femelles ont ensuite été combinées pour être utilisées dans les scénarios préliminaires du modèle SS3 afin de réduire la complexité du modèle préliminaire.

Les données sur le cycle vital provenaient de données tout d'abord rassemblées à la réunion intersession de 2014 du Groupe d'espèces sur les requins, comme indiqué dans Anon. 2015 et d'informations supplémentaires fournies au cours de la réunion de préparation des données de 2015 sur le requin peau bleue, telles que décrites dans le document SCRS/2015/142. L'âge maximal a été fixé à 16 ans. La croissance en taille par âge était censée suivre une relation de croissance de von Bertalanffy (VBG). Un total de 71 intervalles de taille de la population (35-385+ cm FL, intervalles de 5 cm FL) ont été définis. Un modèle de sexe combiné a été mis en œuvre en calculant la longueur moyenne spécifique au sexe du modèle VBG à l'âge 0 (L_{Amin} combiné, 62,3 cm FL), la longueur moyenne spécifique au sexe du modèle VBG L_{inf} (L_{inf} combiné = 296,0) et le coefficient de croissance moyen spécifique au sexe du modèle VBG (k combiné = 0,16). La distribution de la longueur moyenne à chaque âge a été modélisée comme une distribution normale, et le CV dans la longueur moyenne à l'âge a été modélisé comme une fonction linéaire de longueur. Les CV de longueur à l'âge ont été fixés à 0,15 pour L_{Amin} et 0,12 pour L_{inf} et ils ont été interpolés linéairement entre L_{Amin} et L_{inf} . Une relation taille-poids par sexe combiné a été utilisée pour convertir la longueur du corps (cm FL) en poids corporel (kg).

La pente à l'origine de la relation stock-recrutement (h) et la mortalité naturelle à l'âge (M_a) ont été obtenues des résultats préliminaires basés sur des méthodes reposant sur des paramètres du cycle de vie invariables décrites séparément dans le document SCRS/2015/142. On a postulé une relation stock-recrutement de Beverton-Holt. Le paramètre de *steepness*, h , a été fixé à la moyenne de la distribution des valeurs de *steepness* obtenues par les méthodes reposant sur des paramètres du cycle de vie invariables ($h = 0,73$). De même, la survie à chaque âge selon le sexe a été calculée ici comme étant la moyenne de la distribution dans la survie à l'âge, S_a , obtenue dans le document SCRS/2015/142. La mortalité naturelle par âge selon le sexe a ensuite été obtenue comme $-\ln(S_a)$. La mortalité naturelle par sexe combiné a alors été calculée comme la mortalité moyenne des mâles et des femelles à chaque âge.

Au total, six scénarios préliminaires du modèle ont été réalisés afin d'étudier la sensibilité du modèle à la pondération de la composante de vraisemblance (**Tableau 5**). Pour le scénario 1 préliminaire, les tailles observées de l'échantillon (le nombre de requins mesurés) obtenues à partir des compositions par taille disponibles (flottilles F1-F5) ont été utilisées directement dans le calcul de la variance de la vraisemblance du modèle afin de

« pondérer » les données de composition par taille. Les CV observés obtenus à partir des indices d'abondance disponible (prospections S1-S10) ont été utilisés dans la vraisemblance du modèle comme « pondérations » de CV inversés pour les indices d'abondance (SCRS/2015/151). Le scénario 2 préliminaire était le même que le scénario 1 préliminaire, à l'exception du fait qu'un CV constant de 20 % a été appliqué comme la pondération basée sur l'inverse du CV à l'indice d'abondance obtenu pour la prospection S9 (ESP-LL-N). Le scénario 3 préliminaire était le même que le scénario 2 préliminaire, à l'exception du fait que la taille de l'échantillon de la composition par longueur d'entrée a été fixée à un maximum de 200. Le scénario 4 préliminaire était le même que le scénario 2 préliminaire, à l'exception du fait que les tailles de l'échantillon pour les données de composition par longueur d'entrée pour les flottilles F1-F5 ont été ajustées avec des facteurs de multiplication de l'ajustement de la variance (0,01, 0,01, 0,1, 0,1, 0,1, respectivement) afin que les tailles effectives de l'échantillon pour les flottilles F1-F5 soient approximativement égales à 50-200. Le scénario 5 préliminaire était le même que le scénario 2 préliminaire, à l'exception du fait que les tailles de l'échantillon pour les données de composition par longueur d'entrée pour les flottilles F1-F5 ont été ajustées avec des facteurs de multiplication de l'ajustement de la variance (0,0184, 0,0478, 0,0261, 0,1373, 0,2236, respectivement) afin que les tailles effectives de l'échantillon pour les flottilles F1-F5 soient approximativement égales à la taille effective de l'échantillon obtenue des résultats de Stock synthèse (SCRS/2015/151). Le scénario 6 préliminaire était le même que le scénario 2 préliminaire, à l'exception du fait que les tailles de l'échantillon pour les données de composition par longueur d'entrée pour les flottilles F1-F5 ont été ajustées avec des facteurs de multiplication de l'ajustement de la variance (0,0019, 0,0047, 0,0046, 0,0573, 0,0403, respectivement) afin que les tailles effectives de l'échantillon pour les flottilles F1-F5 soient approximativement égales à la taille effective de l'échantillon obtenue du programme r4ss (SCRS/2015/151).

Le Groupe a examiné certains aspects des données de distribution des tailles qui semblaient influencer les résultats du modèle. Un des aspects était les distributions bimodales de certaines compositions par taille (en particulier UE-PRT + UE-ESP et JPN) dans l'Atlantique Nord (au Nord de 30°N). Des requins peau bleue de plus petite taille semblaient prédominer au Nord de 30°N, tandis que des requins peau bleue de plus grande taille prédominaient au Sud de 30°N. Le fait de diviser les données de taille au Nord et Sud de 30°N a supprimé une grande partie de la distribution bimodale de ces flottilles (**Figure 2**).

En comparant le scénario préliminaire du modèle SS3, le Groupe a noté que la pondération donnée aux données de taille de l'UE a eu une grande influence sur les sorties du modèle (scénario 4 et scénario 6). Cela semble se produire en raison de la distribution bimodale des données (en particulier UE-PRT + UE-ESP, mais aussi JPN) et du fait qu'avec le scénario 4, le modèle a prédit de capturer plus de juvéniles tandis que le scénario 6 prédit de capturer davantage d'adultes. Étant donné que la flottille de l'UE est responsable d'environ 82 % des prises et que la composition par taille bimodale de UE-PRT + UE-ESP ne s'ajuste pas bien dans aucun des modèles actuels, l'ajustement aux données de taille dans le modèle pourrait être amélioré dans les évaluations futures en divisant les prises de requin peau bleue de l'Atlantique Nord (en particulier celles de UE-PRT + UE-ESP, mais aussi du JPN) en régions géographiques qui ont des compositions par taille similaires (par exemple Nord et Sud de 30°N).

En général, le Groupe a examiné l'importance relative des indices de CPUE par opposition aux données de composition par taille dans le modèle. D'une part, l'inclusion des données de taille dans le modèle SS3 représente une percée en matière de modélisation du stock. D'autre part, selon la méthode proposée par Francis (2011), il n'est généralement pas recommandé de laisser les données de composition par taille exercer une influence plus forte sur l'estimation des quantités globales (R_0) dans le modèle que les indices de CPUE. Il y a danger que le modèle, dans le but d'améliorer l'ajustement aux données de composition par taille, puisse produire de mauvais ajustements en ce qui concerne les indices de CPUE ; c'est la raison pour laquelle une pondération appropriée est nécessaire. En termes simples, les différences apparentes entre les scénarios préliminaires 4 et 6 ont trait à la façon dont le modèle SS3 tente d'équilibrer l'ajustement entre les compositions par taille (qui sont relativement plus influentes pour le scénario 4) et les indices de CPUE (qui sont relativement plus influents dans le scénario 6).

Il a été noté que plusieurs scénarios sont importants à des fins d'examen futur, tel qu'un modèle spécifique au sexe, spatialement désagrégé. Le Groupe a envisagé d'explorer les distributions de fréquence des tailles afin d'apporter des informations sur la division des captures par zone dans le modèle (par exemple en utilisant l'analyse de l'arbre de régression). Cela peut être utilisé pour étudier comment les différentes flottilles sont liées en fonction des zones géographiques avec des données sur la composition par taille similaires disponibles. Le Groupe a également noté que, outre cette structure spatiale des tailles, certaines des différences observées entre les flottilles du Japon et de l'UE sont également dues à différents types et tailles des hameçons utilisés, ainsi qu'à la profondeur du mouillage de l'engin de pêche.

Le Groupe a également suggéré que compte tenu de ces nouvelles connaissances sur la distribution spatiale des tailles du requin peau bleue et des difficultés qui en résultent dans l'ajustement des modèles de production à cette

espèce, il faudrait également examiner à l'avenir ce type de modèles intégrés qui peuvent utiliser des données de distribution des tailles pour l'Atlantique Sud. Il a été confirmé au Groupe que la couverture des données de taille dans l'Atlantique Sud est également bonne, et que ces données de taille peuvent être préparées et intégrées à l'avenir dans les modèles SS3.

Le scénario de sensibilité 1 a été développé pour évaluer l'influence de différents éléments de données sur l'estimation de la vraisemblance maximale du recrutement en conditions d'équilibre (R_0) pour le scénario préliminaire 6. Les profils de vraisemblance de R_0 ont été calculés pour le scénario préliminaire 6 à des valeurs fixes de recrutement en conditions d'équilibre (R_0) de chaque côté de l'estimation de la vraisemblance maximale (8,8) des éléments de données de la composition par taille et de l'indice d'abondance. Le Groupe a examiné le diagramme du profil de vraisemblance de R_0 pour le scénario préliminaire 6 qui a indiqué que les données de composition par taille de la flottille F1 (UE-Espagne et UE-Portugal) et l'indice d'abondance S10 (CTP-LL-N) ont eu une influence relativement importante sur la vraisemblance du modèle. Pour le scénario de sensibilité 1, le scénario du modèle utilisé pour le scénario 6 préliminaire a été modifié en fixant la sélectivité de la flottille F1 à sa valeur estimée, et en éteignant les ajustements aux données de composition par taille de F1 et aux données de l'indice d'abondance S10 dans le modèle.

Le scénario de sensibilité 2 a utilisé un diagnostic de modèle de production structuré par âge pour évaluer l'influence des déviations de recrutement et des données de composition par taille sur les ajustements du modèle aux indices d'abondance. Un modèle de production structuré par âge a été développé à partir du scénario préliminaire 6 comme suit. Le modèle entièrement intégré (scénario préliminaire 6) a été exécuté pour obtenir les estimations de vraisemblance maximale de tous les paramètres. Le modèle a été ré-exécuté (scénario de sensibilité 2) avec les paramètres de la courbe de sélectivité fixés sur ceux estimés à partir du modèle entièrement intégré. Les déviations du recrutement annuel n'ont pas été estimées et ont été fixées à zéro, et les données de composition par taille n'ont pas été utilisées.

3.3 Autres méthodes

Une analyse de groupement hiérarchique (Murtagh et Legendre, 2014) a été utilisée pour regrouper les indices de CPUE utilisés dans les évaluations du modèle de dynamique de la biomasse de l'Atlantique Nord et Sud. Il n'est pas rare que des indices contiennent des informations contradictoires et c'est pourquoi l'ajustement consiste souvent à pondérer des tendances contradictoires, ce qui produit généralement des estimations de paramètres intermédiaires à celles obtenues individuellement à partir des jeux de données. Ainsi, des profils de vraisemblance ont été calculés par des composantes de données (c.-à-d. des séries de CPUE) afin d'évaluer l'information par série.

4. Résultats de l'état du stock

Dans l'Atlantique Nord, les captures ont enregistré un pic en 1987, ont chuté jusqu'en 2000 et ont ensuite augmenté. Les indices montrent une tendance relativement aplanie tout au long de la série temporelle, avec une forte variance. Dans l'Atlantique Sud, les captures ont augmenté progressivement jusqu'à atteindre un sommet en 2010. L'indice palangrier japonais a diminué dans les années 1970 et 1980, mais tous les autres indices sont aplanis ou ascendants tout au long de la série temporelle. La pêcherie palangrière brésilienne, en particulier, a fortement augmenté au cours de ces dernières années en même temps que les prises. Les tendances des captures et des indices de CPUE pour l'Atlantique Nord et Sud sont fournis à la **Figure 3**.

4.1 Modèles de production

Modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien

Les indices de CPUE prédits pour chaque modèle ont été comparés à la CPUE observée pour déterminer l'ajustement du modèle. Dans l'ensemble, les ajustements de la CPUE pour tous les modèles ont été relativement aplanis, ce qui indique une absence d'ajustement, comme on peut le voir clairement ici en utilisant les résultats du modèle M4 (**Figure 4**) (cf. **Appendice 4**). Le diagramme de fonction d'autocorrélation indiquait un intervalle d'éclaircie ("thinning") de 100, qui était assez grand pour traiter une éventuelle autocorrélation dans les scénarios de MCMC. L'inspection visuelle des graphiques des principaux paramètres a montré un bon mélange des trois chaînes (c.-à-d., se déplaçant autour des paramètres espace), ce qui indique également la convergence des chaînes MCMC. Seul point d'ombre au tableau : les preuves d'une forte autocorrélation et du mélange assez pauvre dans les distributions a posteriori de la raréfaction estimée de la biomasse initiale ψ dans les modèles M1 et M2.

Des diagrammes des densités a posteriori des paramètres du modèle sont présentés à l'**Appendice 4**, conjointement avec leurs densités a priori respectives. Le **Tableau 6** fournit des résumés des quantiles a posteriori des paramètres et du volume d'intérêt manifesté pour la gestion dans chaque modèle. La trajectoire estimée des diagrammes de B/B_{PME} et H/H_{PME} a montré que l'état du stock de requin peau bleue de l'Atlantique Sud tout au long du cadre temporel du modèle (1971-2013) est très sensible aux changements dans les valeurs utilisées pour corriger l'erreur de processus, ainsi qu'aux CV attribués à la série temporelle de CPUE (**Figure 5**).

Modèle de production excédentaire de type bayésien

Pour l'Atlantique Nord, les modèles ont systématiquement estimé une distribution a posteriori pour r qui était semblable au prior, et une distribution a posteriori pour K qui avait une longue queue droite avec une moyenne et un CV élevés (**Tableau 7**). La trajectoire de la biomasse estimée est restée proche de K pour la plupart des scénarios et le taux de ponction estimé était faible (**Figure 6**). L'inclusion de l'erreur de processus (scénario N8) n'a pas amélioré les résultats. Lorsque chaque indice a été ajusté séparément (**Tableau 8** et **Figure 7**), la moyenne a posteriori de K a varié, mais les CV étaient importants, ce qui implique qu'aucun des indices n'était particulièrement informatif quant à la valeur de K . Il convient de se reporter à l'**Appendice 5** pour obtenir plus de détails sur tous les scénarios du modèle BSP.

Pour l'Atlantique Sud, étant donné que les indices ont augmenté alors que les captures étaient élevées et en augmentation, le modèle n'a pas pu estimer les valeurs plausibles de K (**Tableau 9**). Sans l'erreur de processus, les moyennes a posteriori de K variaient entre 20 et 50 millions. Avec l'erreur de processus (scénarios S9 et S10), les moyennes a posteriori étaient inférieures d'un ordre de grandeur. Tous les scénarios ont constaté que la population est restée proche de K avec des taux de ponction faibles (**Tableau 9** et **Figure 8**). L'omission ou la division de l'indice brésilien (scénarios S7 et S8) n'a pas amélioré les résultats. Lorsque les indices ont été exécutés séparément, les résultats étaient similaires aux résultats avec tous les indices ensemble (**Tableau 10** et **Figure 9**).

Les modèles BSP ont systématiquement trouvé des moyennes et des CV de K bien plus grands que le modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien mis en œuvre dans JAGS (voir la section précédente). Des scénarios « post-modèle, pré-données » dans les modèles JAGS et BSP ont démontré que de très petites différences dans les postulats de modélisation avaient provoqué de grandes différences dans les résultats du modèle en l'absence de données informatives (**Tableau 11** et **Appendice 5**). En raison de la corrélation entre le ratio de la biomasse de départ ($B[1]/K$), K et r , le recours à un prior très informatif pour le ratio de la biomasse de départ favorise des valeurs plus faibles de K (S-PMPD2 par rapport à S-PMPD3). De légers changements dans le prior r influencent aussi la distribution a posteriori de K en l'absence de données. En outre, les modèles JAGS établissent B/K égal à la valeur minimale (p.ex. 0,01 ou 0,001) si les valeurs des paramètres en question entraînent l'effondrement de la population, tandis que le BSP rejette les valeurs des paramètres qui provoquent l'effondrement de la population. Ces petites différences dans les postulats du modèle n'entraîneraient pas de différence si les données étaient informatives ; cependant, avec des données non informatives et incohérentes, les postulats du modèle influencent les résultats.

4.2 Stock Synthèse

Plusieurs des scénarios préliminaires du modèle ont donné lieu à des diagnostics de convergence déraisonnables, et les résultats du modèle étaient sensibles aux pondérations attribuées dans la vraisemblance du modèle aux données de composition par taille (taille de l'échantillon) par rapport aux données de CPUE (pondération basée sur l'inverse du CV). Deux scénarios du modèle préliminaires qui utilisaient des facteurs de multiplication pour réduire la taille de l'échantillon assignée aux données de composition par taille dans la vraisemblance du modèle (scénarios préliminaires 4 et 6) ont donné des diagnostics de convergence raisonnables, décrits ci-dessous. Les ajustements du modèle aux données de CPUE et de composition par taille étaient similaires pour les deux modèles et les deux modèles ont abouti à une taille du stock reproducteur et à des taux de mortalité par pêche soutenables par rapport à la prise maximale équilibrée. Le modèle dont la taille de l'échantillon relativement plus faible était assignée aux données de composition par taille a entraîné une taille de stock relativement plus appauvrie. Cependant, les ajustements du modèle à la composition par taille étaient insuffisants pour les données annuelles de composition par taille, pour lesquelles un schéma bimodal était fort. Ceci est lié à la ségrégation spatiale de la population. Il a été suggéré que davantage de travail soit réalisé pour améliorer les ajustements aux données de composition par taille avant d'utiliser le modèle pour formuler un avis de gestion.

Diagnostics de convergence

Des scénarios préliminaires 1 – 3 et 5 ont eu de médiocres diagnostics de convergence du modèle, qui ont été

interprétés comme un diagnostic pour de possibles problèmes avec les données ou la structure du modèle postulé. Par conséquent, les résultats n'ont pas été présentés pour les scénarios préliminaires 1 – 3 et 5. Les scénarios préliminaires 4 et 6 ont eu des diagnostics de convergence raisonnables, mais le scénario 6 a eu les meilleurs diagnostics de convergence. Par conséquent, les résultats du modèle n'ont été présentés que pour les scénarios préliminaires 4 et 6. La principale différence entre les scénarios préliminaires 4 et 6 était que dans le scénario préliminaire 6, les données de composition par taille avaient relativement moins de poids dans la vraisemblance du modèle.

Ajustements du modèle

Les ajustements du modèle aux séries temporelles d'abondance et de composition par taille étaient semblables pour les scénarios préliminaires 4 et 6. Le modèle ajustait bien la tendance de l'abondance et s'inscrivait dans la plupart des intervalles de confiance annuels de 95 % pour de nombreux indices d'abondance, y compris S3 (JPLL-N-e), S4 (JPLL-N-l), S6 (U.S.-Obs-cru), S7 (POR-LL) et S9 (ESP-LL-N) (**Figures 10 et 11**). Le modèle ajustait assez bien la tendance de l'indice d'abondance S2 (US-Obs), mais il était souvent à l'extérieur des intervalles de confiance annuels de 95 %. L'abondance prédite était aplanie pour les indices d'abondance S8 (VEN-LL) et S10 (CTP-LL-N), probablement à cause de grands intervalles de confiance de 95 % pour S8 et de grandes fluctuations interannuelles dans les premières années de S10. Les indices S1 (US-Log) et S5 (IRL-Rec) ont été inclus uniquement dans le modèle à des fins exploratoires, ils n'ont pas été ajustés dans la vraisemblance du modèle ($\lambda = 0$) et n'ont eu aucune influence sur les résultats du modèle ou les valeurs prédites. Les ajustements du modèle à la composition par taille étaient raisonnables pour les données agrégées (**Figure 12**).

Recrutement, mortalité par pêche et taille du stock reproducteur

Le recrutement escompté à partir de la relation stock-recrutement a sensiblement différé entre le scénario préliminaire 4 et le scénario préliminaire 6. Cependant, sur la base des diagnostics du modèle, il y avait très peu d'informations dans les données pour estimer le recrutement. La mortalité par pêche escomptée et la taille prédite du stock reproducteur ont également différé considérablement entre le scénario préliminaire 4 et le scénario préliminaire 6. La biomasse prédite du stock reproducteur était sensiblement plus grande pour le scénario préliminaire 4 que pour le scénario préliminaire 6. Les taux d'exploitation prédits étaient plus élevés pour le scénario préliminaire 6 que pour le scénario préliminaire 4.

État du stock

Tant le scénario préliminaire 4 que le scénario préliminaire 6 ont donné lieu à une taille du stock reproducteur et à des taux de mortalité soutenables par rapport à la production maximale équilibrée (**Figures 13 à 15**). Cependant, le scénario préliminaire 6 (le scénario du modèle dans lequel les données de composition par taille ont relativement moins de poids dans la vraisemblance du modèle) a débouché sur une taille du stock relativement plus appauvrie par rapport au scénario préliminaire 4 (**Figures 13 à 15**).

Scénarios de sensibilité

Les profils de vraisemblance de R_0 dans le scénario de sensibilité 1 ont été comparés à ceux obtenus pour le scénario préliminaire 6. Les données de composition par taille avaient relativement plus d'influence sur l'estimation de la vraisemblance maximale que les données de l'indice d'abondance dans le scénario préliminaire 6. En revanche, les données de composition par taille avaient à peu près la même influence sur l'estimation de la vraisemblance maximale que les données de l'indice d'abondance dans le scénario préliminaire 1 (**Figure 16**). Des résultats similaires ont été obtenus pour les données individuelles de composition par taille et de l'indice d'abondance (**Figure 17**). Toutefois, l'emplacement des valeurs minimales des vraisemblances du profil de R_0 différait entre les composantes des données de composition par taille et de l'indice d'abondance total et entre les composantes des données de l'indice d'abondance individuel (**Figure 18**).

Les diagrammes du profil de vraisemblance de R_0 ont été considérés comme un diagnostic utile pour évaluer l'influence des différents éléments de données sur l'estimation de la vraisemblance maximale du recrutement en conditions d'équilibre, R_0 , important paramètre pour déterminer la taille absolue de la population (échelle) dans le modèle intégré. Idéalement, les données de composition par taille ne devraient pas dominer les données de l'indice d'abondance dans la vraisemblance du modèle (c'est-à-dire la démarche de Francis).

Les ajustements à chaque indice d'abondance dans le scénario de sensibilité 2 ont été comparés à ceux obtenus pour le scénario préliminaire 6. Les séries temporelles prédites de l'abondance relative obtenue pour le scénario de

sensibilité 2 étaient aplanies et considérablement différentes de celles obtenues pour le scénario préliminaire 6. Un exemple est fourni pour l'indice d'abondance pour le scénario S7 (POR-LL ; **Figure 19**). Les ajustements relativement plus mauvais aux indices observés de l'abondance pour le scénario de sensibilité 2 ont indiqué que l'inclusion de données de taille et de l'estimation des déviations de recrutement était nécessaire pour ajuster avec précision les tendances de l'abondance relative. En théorie, le modèle de production structuré par âge (scénario de sensibilité 2) devrait être capable de suivre les tendances de l'abondance relative. Par conséquent, les résultats de cette analyse de sensibilité pourraient indiquer que les indices de CPUE n'étaient pas suffisamment informatifs.

4.3 Autres modèles

Les indices de CPUE utilisés dans le modèle d'évaluation de la dynamique de la biomasse (production) pour l'Atlantique Nord et Sud sont présentés aux **Figures 20 et 21**. Il n'est pas rare que des indices contiennent des informations contradictoires, auquel cas l'ajustement de plusieurs indices consiste souvent à pondérer des tendances contradictoires, ce qui produit généralement des estimations de paramètres intermédiaires à celles qui seraient obtenues si les jeux de données étaient individuellement ajustés. Une analyse de groupement hiérarchique (Murtagh et Legendre, 2014) a été utilisée pour regrouper les séries de CPUE (**Figures 22 et 23**). Des profils de vraisemblance ont été ensuite calculés pour chaque série de CPUE (composante de données) basés sur un ajustement de tous les indices (SCRS/2015/73). La **Figure 24** montre des profils de r pour le Nord et la **Figure 25** montre des profils de r pour le Sud. Dans le cas du Nord, seul un indice présente un maximum ; pour le Sud, aucun profil n'a montré un maximum, c'est-à-dire r est plus grand ou plus petit que l'estimation obtenue en ajustant simultanément tous les indices. Un scénario supplémentaire a été exécuté en retirant les séries de CPUE du Taipei chinois et du Venezuela (**Figure 26**).

Lorsque les indices de CPUE sont contradictoires, leur inclusion dans une seule évaluation (soit explicitement, soit après les avoir combinés en un seul indice) tend à entraîner des estimations de paramètres intermédiaires par rapport à ce qui serait obtenu individuellement à partir de jeux de données. Schnute et Hilborn (1993) ont montré que les valeurs des paramètres les plus probables ne sont généralement pas intermédiaires mais qu'elles se produisent à l'un des extrêmes apparents. Le fait d'inclure des indices contradictoires dans un scénario d'évaluation des stocks peut aussi donner lieu au fait que des valeurs résiduelles ne soient pas identiquement et indépendamment distribuées (IID) et que des procédures, telles que le bootstrap, ne puissent pas servir à estimer l'incertitude des paramètres. Une alternative consiste à assumer que les indices reflètent des hypothèses sur les états de nature et à exécuter des scénarios pour un seul indice ou plusieurs jeux d'indices qui représentent une hypothèse commune.

Une procédure d'eustachage ("jackknife") a été réalisée pour l'Atlantique Nord afin d'évaluer l'importance des observations individuelles, c'est-à-dire en supprimant à tour de rôle des points individuels de chaque série. Les estimations des paramètres sont présentées aux **Figures 27 et 28** ; les panneaux montrent les estimations lorsque le point a été supprimé de cette série et la couleur correspond à des blocs de cinq ans. La suppression des points de certains indices a un effet important (p. ex. ESP LL) et dans certains cas (p. ex. JP LL) l'influence de la suppression des points dépend de la période de la série temporelle.

4.4 Synthèse des résultats de l'évaluation

Des progrès considérables ont été accomplis sur l'intégration de nouvelles sources de données (notamment les données de taille) et d'approches de modélisation (notamment la structure des modèles). L'incertitude dans les données d'entrée et la configuration des modèles a été explorée au moyen de l'analyse de sensibilité, qui a révélé que les résultats étaient sensibles aux postulats structurels des modèles. Les modèles de production avaient du mal à ajuster les tendances aplanies ou à la hausse dans les séries de CPUE conjuguées à des captures en augmentation. Dans l'ensemble, les résultats des évaluations sont incertains (p. ex. le niveau de l'abondance absolue variait d'un ordre de grandeur entre les modèles avec différentes structures) et devraient être interprétés avec prudence.

Pour le stock de l'Atlantique Nord, des scénarios avec le BSP ont estimé que le stock n'était pas surpêché ($B_{2013}/B_{PME} = 1,50$ à $1,96$) et que la surpêche ne survenait pas ($F_{2013}/F_{PME} = 0,04$ à $0,50$). Les estimations obtenues avec SS3 ont fortement varié, mais ont toujours prédit que le stock n'était pas surpêché ($SSF_{2013}/SSF_{PME} = 1,35$ à $3,45$) et que la surpêche ne survenait pas ($F_{2013}/F_{PME} = 0,15$ à $0,75$). La comparaison des résultats obtenus lors de l'évaluation réalisée en 2008 et de l'évaluation actuelle a révélé que, malgré d'importantes différences entre les données d'entrée et les modèles utilisés, les résultats de l'état du stock n'ont pas radicalement changé ($B_{2007}/B_{PME} = 1,87$ - $2,74$ et $F_{2007}/F_{PME} = 0,13$ - $0,17$ pour le cas de base des scénarios de 2008 en utilisant le BSP et un modèle de production structuré par âge sans capture).

Pour le stock de l'Atlantique Sud, des scénarios avec le BSP ont estimé que le stock n'était pas surpêché

($B_{2013}/B_{PME} = 1,96$ à $2,03$) et que la surpêche ne survenait pas ($F_{2013}/F_{PME} = 0,01$ à $0,11$). Les résultats obtenus dans l'évaluation de 2008 et l'évaluation actuelle étaient très semblables pour le BSP ($B_{2007}/B_{PME} = 1,95$ et $F_{2007}/F_{PME} = 0,04$, pour le cas de base des scénarios de 2008). Les estimations obtenues avec le BSP état-espace étaient généralement moins optimistes, surtout quand l'erreur de processus n'était pas incluse, prédisant que le stock pourrait être surpêché ($B_{2013}/B_{PME} = 0,78$ à $1,29$) et que la surpêche pourrait se produire ($F_{2013}/F_{PME} = 0,54$ à $1,19$).

5. Projections

En raison des difficultés à déterminer l'état actuel des stocks, notamment l'abondance absolue de la population, le Groupe a estimé qu'il n'était pas approprié d'effectuer des projections quantitatives du futur état des stocks en se fondant sur les scénarios (scénarios) examinés à la réunion.

6. Recommandations

6.1 Recherche et statistiques

- Les scientifiques nationaux devraient envisager d'utiliser les données disponibles de récupération de marques et de lecture des âges pour améliorer les estimations de la croissance pour l'Atlantique Nord.
- Les futures mises en œuvre du modèle Stock synthèse pour le requin peau bleue devraient se pencher sur l'incorporation des données de marquage-récupération des marques pour l'Atlantique Nord. Ces données sont particulièrement utiles car elles couvrent les deux côtés (Est et Ouest) de l'océan et pourraient donc représenter une grande partie du stock de l'Atlantique Nord. Les données peuvent être informatives en ce qui concerne la mortalité.
- Le Groupe a demandé que, lorsque cela est possible, l'estimation de la nouvelle EFFDIS soit faite au niveau de la flottille pour tenir compte des spécificités des flottilles.
- L'identification des indices de CPUE qui sont appropriés pour les évaluations de stocks devrait être faite par le Groupe avant l'évaluation, idéalement avant la fin de la réunion de préparation des données, le cas échéant. Cela devrait être fait en utilisant les directives élaborées par le WGSAM dans le contexte des modèles d'évaluation à utiliser. Idéalement, les diagnostics décrits dans le SCRS/2015/073, pour aider à choisir des hypothèses alternatives sur les indices de CPUE, devraient être exécutés et être disponibles au cours de la réunion de préparation des données.
- Il est préférable de ne pas combiner des séries de CPUE standardisées en indices combinés. Une meilleure pratique consisterait à envisager que les indices identifiées comme étant fiables pour les évaluations soient considérés comme des hypothèses alternatives et plausibles de l'évolution de l'abondance. Toutefois, des jeux d'indices individuels indiquant des tendances similaires de l'abondance pourraient être utilisés dans les modèles d'évaluation.
- Les futures mises en œuvre de Stock Synthèse devraient envisager la structure spatiale des flottilles pour le stock Nord pour pouvoir tenir compte des différences dans la composition par taille des poissons dans différentes zones. Ceci permettrait également d'estimer les différences de sélectivité pour chaque flottille/zone. Il faudra estimer les indices de CPUE, les prises et les distributions des tailles spécifiques aux flottilles et aux zones. Idéalement, le modèle pourrait également être séparé par sexe.
- Stock Synthèse devrait également être mis en œuvre pour le stock de l'Atlantique Sud. Cela nécessitera des travaux préparatoires similaires pour développer des flux de données d'entrée, comme cela a été fait pour le stock du Nord.
- Le SCRS devrait donner davantage de directives sur la fiabilité et la cohérence relatives entre différents flux de données, en tenant compte de la biologie et des pêcheries de l'espèce.
- Le WGSAM devrait élaborer des lignes directrices sur la façon dont les Groupes d'espèces du SCRS devraient mettre en œuvre des hypothèses alternatives avec Stock Synthèse. Plus précisément, le WGSAM devrait envisager de fournir une orientation aux Groupes sur la façon d'assigner des facteurs d'ajustement de la variance et des pondérations relatives (λ) aux différentes données d'entrée de Stock Synthèse (distributions des données de taille spécifiques aux flottilles, indices d'abondance relative, etc.). Le WGSAM devrait également élaborer des directives sur des diagnostics appropriés (p. ex. profils de vraisemblance pour R_0 pour chaque composante de données, critères de convergence, sensibilité au système d'ajustement de la variance, etc.) pour Stock Synthèse.

- Le WGSAM devrait élaborer des lignes directrices et des critères afin d'évaluer la plausibilité des scénarios du modèle, y compris les diagnostics de modèle qui pourrait conduire à accepter ou à rejeter les résultats du modèle.
- La discordance entre les prises, les indices de CPUE et les paramètres biologiques pour le stock du Sud devrait être davantage étudiée dans le cadre du Programme de recherche et de collecte de données sur les requins (SRDCP).
- Le WGSAM devrait évaluer les avantages de l'incorporation de l'erreur de processus dans les modèles de dynamique de la biomasse.
- Le Groupe a recommandé l'évaluation de méthodes pauvres en données et l'utilisation d'indicateurs empiriques des pêcheries comme alternative à l'évaluation de stock classique. Ces méthodes devraient être testées à l'aide de la MSE.
- Les Groupes rappellent la nécessité de suivre les lignes directrices élaborées par le WGSAM et adoptées par le SCRS aux fins du développement et de la présentation de séries de CPUE standardisées, notamment les informations concernant les changements des pratiques de pêche.
- Les scientifiques du SCRS devraient envisager de participer au prochain atelier sur la pondération des données de CAPAM (19-23 octobre 2015, La Jolla, Californie, États-Unis).

6.2 Gestion

- Compte tenu de l'incertitude entourant les résultats de l'état du stock de l'Atlantique Sud, il est impossible d'exclure le fait que, ces dernières années, le stock ait pu se trouver à un niveau proche de B_{PME} et que la mortalité par pêche se soit approchée de F_{PME} . Cela implique que les futures augmentations de la mortalité par pêche pourraient entraîner le fait que le stock soit surpêché et fasse l'objet de surpêche. Le Groupe recommande donc que tant que cette incertitude ne sera pas dissipée, les niveaux de capture ne devraient pas augmenter au-delà de ceux survenus au cours de ces dernières années.
- Sur la base des scénarios et des modèles explorés, le stock de l'Atlantique Nord est peu susceptible d'être surpêché ou de faire l'objet de surpêche. Toutefois, en raison du niveau d'incertitude, le Groupe n'a pu atteindre un consensus sur une recommandation de gestion spécifique. Certains participants ont exprimé l'avis que la mortalité par pêche ne devrait pas être augmentée, tandis que d'autres ont pensé que ce n'était pas nécessaire.

L'incertitude entourant les résultats met en évidence la nécessité de la poursuite de la surveillance des pêcheries par les observateurs et des programmes d'échantillonnage au port.

7. Autres questions

Le Groupe a rappelé qu'en 2014, une proposition pour la mise en œuvre du Programme de recherche et de collecte des données sur les requins (SRDCP) a été élaborée et financée par la suite pour la première année. La première phase de ce Programme se concentre sur les aspects biologiques importants pour l'évaluation du stock de requin-taube bleu. Le Groupe a été informé que, comme il avait été demandé lors de la réunion de préparation des données sur le requin peau bleue de 2015, les propositions relatives aux composantes convenues du projet ont été présentées au Secrétariat. Ces composantes clés se rapportent aux études génétiques, aux analyses d'âge et de croissance et au marquage. Ces propositions ont été examinées par le Président du Groupe, le Président du SCRS et le Secrétariat et leur financement a été approuvé. Le Groupe a continué à manifester son soutien à ce Programme et a exprimé sa satisfaction que les travaux proposés aient démarré.

8. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté pendant la réunion. Le Dr Cortes a remercié les participants et le Secrétariat pour leur travail ainsi que l'expert externe pour son importante contribution aux discussions du Groupe. La réunion a été levée.

Références

- Anon. 2015. 2014 Intersessional Meeting of the Sharks Species Group (*Piriapolis, Uruguay, 10-1 March 2014*). Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 71 (6): 2458-2550.
- da Silva C., Booth A.J., Dudley S.F.J., Kerwath S.E., Lamberth S.J., Leslie R.W., McCord M.E., Sauer W.H.H., Zweig T. 2015. The current status and management of South Africa's chondrichthyan fisheries. *African Journal of Marine Science*, 37 (2): 233-248 DOI: 10.2989/1814232X.2015.1044471
- Francis R.I.C.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68: 1124–1138.
- Meyer R., Millar C.P. 1999. BUGS in Bayesian stock assessments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56: 1078–1086.
- Murtagh F., Legendre P. 2014. Wards hierarchical agglomerative clustering method: Which algorithms implement wards criterion? *Journal of Classification*, 31(3): 274–295.
- Schnute J.T., Hilborn R. 1993. Analysis of contradictory data sources in fish stock assessment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50 (9): 1916-1923.

TABLEAUX

Tableau 1. Indices d'abondance des stocks de requin peau bleue de l'Atlantique Nord et Sud.

Tableau 2. Coefficients de variation (CV) pour les stocks de requin peau bleue de l'Atlantique Nord et Sud.

Tableau 3. Scénarios du modèle présentés au Groupe pendant la réunion d'évaluation, pour le modèle de production état-espace dans JAGS.

Tableau 4. Scénarios du modèle utilisant le logiciel du modèle de production excédentaire de type bayésien (BSP), BSP2 et une formulation alternative de JAGS utilisée pour tester le modèle. Les indices du cas de base étaient dans le Nord : US-Obs, JPLL-N-e, JPLL-N-I, US-Obs-cru, POR-LL, VEN-LL, ESP-LL-N, et CH-TA-LLN, et dans le Sud : UR LL, BR LL, JPLL-S-e, JPLL-S-I, ESP-LL-S, et CH-TA-LLS.

Tableau 5. Au total, six scénarios préliminaires du modèle SS3 ont été réalisés afin d'étudier la sensibilité du modèle à la pondération de la composante de vraisemblance.

Tableau 6. Résumés des quantiles a posteriori des paramètres pour les modèles M1 à M12 à partir du modèle de production état-espace. Les valeurs relatives à la biomasse sont en milliers de tonnes.

Tableau 7. Moyennes et CV des résultats du modèle à partir du modèle BSP. Résultats du modèle BSP pour l'Atlantique Nord. Les valeurs relatives à la biomasse sont en milliers de tonnes.

Tableau 8. Résultats du modèle BSP pour chaque flottille ajustée séparément, pour l'Atlantique Nord. Les valeurs relatives à la biomasse sont en milliers de tonnes.

Tableau 9. Résultats du modèle BSP pour l'Atlantique Sud. Les valeurs relatives à la biomasse sont en milliers de tonnes.

Tableau 10. Résultats du modèle BSP pour chaque flottille ajustée séparément, pour l'Atlantique Sud. Les valeurs relatives à la biomasse sont en milliers de tonnes.

Tableau 11. Résultats des scénarios de diagnostics « post-modèle, pré-données » pour l'Atlantique Sud, utilisant BSP et JAGS.

FIGURES

Figure 1. Distributions des tailles (classes de taille de 10 cm FL) pour UE (UE-Portugal + UE-Espagne), Japon, Taipei chinois, États Unis et Venezuela utilisées pour les modèles SS3 dans l'Atlantique Nord.

Figure 2. Distributions des tailles de UE-Portugal+UE-Espagne et Japon divisées à 30°N dans l'Atlantique Nord (Nord de 5°N).

Figure 3. Indices d'abondance et prises pour les stocks de requin peau bleue de l'Atlantique Nord et Sud.

Figure 4. Séries temporelles de la capture par unité d'effort observée (cercle) et prédite (ligne continue) du requin peau bleue dans l'océan Atlantique Sud pour le modèle M4. La zone ombrée en gris indique un CI de 95%.

Figure 5. Diagramme de Kobe montrant les trajectoires estimées (1971-2013) de B/B_{PME} et H/H_{PME} pour les modèles M1 à M6.

Figure 5 (suite). Diagramme de Kobe montrant les trajectoires estimées (1971-2013) de B/B_{PME} et H/H_{PME} pour les modèles M7 à M12.

Figure 6. Biomasse estimée par rapport à B_{PME} (en rouge) et taux de capture par rapport au niveau de la PME (bleu), pour les scénarios du modèle BSP pour l'Atlantique Nord.

Figure 7. Ajustements de chaque série de CPUE séparément, pour le modèle BSP dans l'Atlantique Nord.

Figure 8. Biomasse estimée par rapport à B_{PME} (en rouge) et taux de capture par rapport au niveau de la PME (bleu), pour les scénarios du modèle BSP pour l'Atlantique Sud.

Figure 9. Ajustements de chaque série de CPUE séparément, pour le modèle BSP dans l'Atlantique Sud.

Figure 10. CPUE observée dans le scénario préliminaire 4 (cercles vides \pm intervalles de confiance de 95% postulant une erreur lognormale) et CPUE prédite par le modèle (ligne bleue) pour l'ajustement des indices d'abondance dans la vraisemblance du modèle : S2 (US-Obs, en haut à gauche), S3 (JPLL-N-e, en haut à droite), S4 (JPLL-N-I, au milieu à gauche), S6 (US-Obs-cru, au milieu à droite), S7 (POR-LL, au milieu à gauche), S8

(VEN-LL, au milieu à droite), S9 (ESP-LL-N, en bas à gauche), et S10 (CTP-LL-N, en bas à droite).

Figure 11. CPUE observée dans le scénario préliminaire 6 (cercles vides \pm intervalles de confiance de 95% postulant une erreur lognormale) et CPUE prédite par le modèle (ligne bleue) pour l'ajustement des indices d'abondance dans la vraisemblance du modèle : S2 (US-Obs, en haut à gauche), S3 (JPLL-N-e, en haute à droite), S4 (JPLL-N-l, au milieu à gauche), S6 (US-Obs-cru, au milieu à droite), S7 (POR-LL, au milieu à gauche), S8 (VEN-LL, au milieu à droite), S9 (ESP-LL-N, en bas à gauche), and S10 (CTP-LL-N, en bas à droite).

Figure 12. Compositions par taille annuelles agrégées prédites (ligne) et observées (ombré) par le modèle (femelles + mâles) pour le scénario préliminaire 4 (panneau supérieur) et le scénario préliminaire 6 (panneau inférieur).

Figure 13. Estimation du taux d'exploitation total annuel en nombres (mortalité par pêche totale pour toutes les flottilles combinées) par rapport à la mortalité par pêche à PME (F/F_{PME}), obtenue des résultats de Stock Synthèse pour le scénario préliminaire 4 (panneau supérieur) et le scénario préliminaire 6 (panneau inférieur).

Figure 14. Estimation de la taille du stock reproducteur (fécondité du stock reproducteur, SSF) avec des erreurs standard asymptotes d'environ 95% ($\pm 2*s.e.$) par rapport à la taille du stock reproducteur à PME (SSF_{PME}) pour le scénario préliminaire 4 (panneau supérieur) et le scénario préliminaire 6 (panneau inférieur).

Figure 15. Diagrammes de phase de Kobe pour le scénario préliminaire 4 (panneau supérieur) et le scénario préliminaire 6 (panneau inférieur). Le cercle indique la position de l'année de départ du modèle (1971) et le carré représente la dernière année du modèle (2013). La ligne horizontale (en pointillés) identifie la mortalité par pêche de référence dans la production maximale équilibrée (F_{PME}). La ligne verticale (en pointillés) identifie la fécondité du stock reproducteur de référence dans la production maximale équilibrée (SSF_{PME}).

Figure 16. Les profils de vraisemblance de R_0 ont été comparés pour différentes composantes des données (Taille_comp, Prospection, et Total) à des valeurs fixes de R_0 sur chaque côté de l'estimation de la vraisemblance maximale (8,8) obtenue pour le scénario préliminaire 6 (panneau supérieur) et le scénario de sensibilité 1 (panneau inférieur). L'axe x représente le recrutement en conditions d'équilibre (R_0) sur l'échelle logarithmique. L'axe y représente les unités de vraisemblance.

Figure 17. Les profils de vraisemblance de R_0 ont été comparés pour des composantes de données de composition par taille individuelles (F1-EU, F2-JPN, F3-CTP, F4-USA, F5-VEN) à des valeurs fixes de R_0 sur chaque côté de l'estimation de la vraisemblance maximale (8,8) obtenue pour le scénario préliminaire 6 (panneau supérieur) et le scénario de sensibilité 1 (panneau inférieur). L'axe x représente le recrutement en conditions d'équilibre (R_0) sur l'échelle logarithmique. L'axe y représente les unités de vraisemblance.

Figure 18. Les profils de vraisemblance de R_0 ont été comparés pour des composantes de données d'indices d'abondance individuelles (S1- US-Log, S2- US-Obs, S3- JPLL-N-e, S4- JPLL-N-l, S5- IRL-Rec, S6- US-Obs-cru, S7- POR-LL, S8- VEN-LL, S9- ESP-LL-N, S10- CTP-LL-N) à des valeurs fixes de R_0 sur chaque côté de l'estimation de la vraisemblance maximale (8,8) obtenue pour le scénario préliminaire 6 (panneau supérieur) et le scénario de sensibilité 1 (panneau inférieur). L'axe x représente le recrutement en conditions d'équilibre (R_0) sur l'échelle logarithmique. L'axe y représente les unités de vraisemblance.

Figure 19. Ajustements de S7 (POR-LL) pour le scénario préliminaire 6 (panneau supérieur) et le scénario de sensibilité 1 (panneau inférieur).

Figure 20. Séries de CPUE pour l'Atlantique Nord ; les points sont les valeurs standardisées, les lignes représentent les fonctions de lissage lowess par indice.

Figure 21. Séries de CPUE pour l'Atlantique Nord ; les points sont les valeurs standardisées, les lignes représentent les fonctions de lissage lowess par indice.

Figure 22. Atlantique Nord. Matrice de corrélation pour les indices convenus ; le bleu indique les corrélations positives et le rouge les négatives ; l'ordre des indices et les boîtes rectangulaires sont choisis sur la base d'une analyse de groupement hiérarchique à l'aide d'un jeu de dissemblances.

Figure 23. Atlantique Sud. Matrice de corrélation pour les indices convenus ; le bleu indique les corrélations positives et le rouge les négatives ; l'ordre des indices et les boîtes rectangulaires sont choisis sur la base d'une analyse de groupement hiérarchique à l'aide d'un jeu de dissemblances.

Figure 24. Atlantique Nord. Profils de vraisemblance pour r par séries de CPUE.

Figure 25. Atlantique Sud. Profils de vraisemblance pour r par séries de CPUE.

Figure 26. Atlantique Nord. Profils de vraisemblance pour r par séries de CPUE, quand le Taipei chinois et le Venezuela sont supprimés.

Figure 27. Estimations par eustachage de r pour l'Atlantique Nord ; les couleurs correspondent à des périodes quinquennales et les panneaux représentent les indices.

Figure 28. Estimations par eustachage de K pour l'Atlantique Nord ; les couleurs correspondent à des périodes quinquennales et les panneaux représentent les indices.

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Liste des documents.

Appendice 4. Détails des scénarios du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien.

Appendice 5. Détails des scénarios du modèle BSP.