

RAPPORT DE LA RÉUNION DE L'ICCAT DE 2013 D'ÉVALUATION DU STOCK DE GERMON DE L'ATLANTIQUE NORD ET SUD

(Sukarrieta (Espagne), 17-24 juin 2013)

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

La réunion a été tenue au centre AZTI-Tecnalia à Sukarrieta (Espagne) du 17 au 24 juin 2013. La Dre Pilar Pallarés, au nom du Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a remercié AZTI d'accueillir la réunion et de prendre en charge l'organisation logistique.

Le Dr Haritz Arrizabalaga (UE-Espagne), le rapporteur du Groupe d'espèces sur le germon, a présidé la réunion. Le Dr Arrizabalaga a souhaité la bienvenue aux participants de la réunion (le « Groupe ») et a 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 :

P. Pallarés	Points 1 et 7
G. Diaz, H. Arrizabalaga	Point 2
G. Scott	Point 3
P. de Bruyn, M. Schrippa, G. Merino, M. Lauretta	Point 4.1
E. Babcock, T. Matsumoto	Point 4.2
L. Kell, G. Merino	Point 5
H. Arrizabalaga, G. Scott, M. Keatinge	Point 6
H. Arrizabalaga	Point 7

2. Résumé des données disponibles pour l'évaluation

Les données disponibles pour la réunion d'évaluation du stock de germon sont résumées dans le rapport de la réunion ICCAT de préparation des données sur le germon de l'Atlantique Nord et de l'Atlantique Sud de 2013 (SCRS/2013/013). Le Groupe a examiné les nouvelles informations mises à disposition après la réunion de préparation des données tenue à Madrid du 22 au 26 avril 2013.

2.1 Biologie

Le document SCRS/2013/113 présente les caractéristiques des conditions océanographiques de la zone de distribution du germon dans l'océan Atlantique Nord-Est et tente d'identifier les conditions environnementales qui entraînent des fluctuations interannuelles des prises de cette espèce. L'analyse se concentrait sur les années au cours desquelles les prises de la flottille basque étaient faibles (à savoir 2000, 2001, 2009 et 2010) par rapport à d'autres années plus favorables (à savoir 2005 et 2006). L'étude présente quelques résultats préliminaires concernant l'importance potentielle de l'indice du Gulf Stream pour la survie et le recrutement du germon et met en lumière l'importance des paramètres tels que la température à la surface de la mer, les structures de méso-échelle et la stratification de la colonne d'eau pour la capturabilité du germon.

Le Groupe a discuté de la nécessité de replacer la CPUE du germon du golfe de Gascogne dans son contexte compte tenu des informations fournies dans le document. Le Groupe a débattu du fait que le document présente une série de corrélations entre les caractéristiques océanographiques et les captures de germon par la flottille basque, mais le document n'a fourni aucune hypothèse expliquant la plupart des résultats. Toutefois, le Groupe a constaté que la corrélation négative apparaissant entre la profondeur de la couche mixte et la capturabilité du germon était une information utile qui pourrait être utilisée pour interpréter les CPUE. Il a été suggéré que les auteurs explorent la disponibilité des séries temporelles de données historiques sur la profondeur de la couche mixte en vue de les utiliser éventuellement pour standardiser la CPUE.

Le document SCRS/2013/103 présente les résultats préliminaires d'une étude sur la reproduction du germon dans l'océan Atlantique du Sud-Ouest. Un total de 14 spécimens a été analysé : 10 mâles et 4 femelles. Les organes reproducteurs (ovaires et testicules) ont été prélevés et conservés dans 10% de formaldéhyde. Des coupes histologiques de 8 à 10 µm d'épaisseur ont été réalisées avec un microtome et colorées à l'aide d'hématoxyline de

Mayer et d'éosine. Pour toutes les gonades des mâles, des zones acidophiles foncées attestant l'accumulation de matériel génétique (ADN) ont été observées, ce qui indique que les mâles étaient en état de se reproduire. Toutefois, dans le cas des femelles, seuls des oogones et des ovocytes aux stades I (immature) et II (au repos) ont été observés, ce qui indique que toutes les femelles analysées étaient matures, mais inactives. Le résultat de l'analyse des gonades femelles est compatible avec l'hypothèse selon laquelle le frai a lieu à des latitudes inférieures. Le Groupe a encouragé les auteurs à développer l'étude en augmentant la taille de l'échantillon.

Le document SCRS/2013/126 présente les résultats d'un examen bibliographique de l'identification des populations de germon entre les régions océaniques et au sein de celles-ci (océan Atlantique, océan Pacifique, océan Indien et mer Méditerranée). Ce document constitue la première étape d'un examen global du germon en ayant recours à une base de données aquatique internationale (ASFA). Le document analyse 367 publications, composées principalement d'articles (64%), mais inclut également aussi la révision de documents de conférence, de comptes rendus et de rapports (24%) ainsi que de livres (12%). Les auteurs ont conclu que, en raison des résultats divergents, le concept de stock et sa délimitation demeure une question controversée. Les auteurs ont indiqué qu'il est urgent de poursuivre les études sur le germon dans la plupart des régions du monde afin d'examiner et d'améliorer les unités de gestion utilisées actuellement par les organisations régionales de gestion des pêches.

Compte tenu de la gestion utilisée pour le germon dans l'Atlantique, le Groupe a discuté de la possibilité que les germons immatures présents dans les eaux sud-africaines de l'Atlantique aient migré de l'océan Indien et qu'ils fassent dès lors partie du stock de cet océan. Le Groupe a reconnu qu'à l'heure actuelle il n'existe pas de données quantitatives permettant d'alimenter les modèles d'évaluation à cet égard. Par conséquent, toute tentative visant à inclure ce type d'information dans une évaluation devrait être réalisée en tant que scénario hypothétique pour examiner la sensibilité des évaluations à cette hypothèse. Le Groupe a également discuté de l'éventuelle migration du germon des eaux sud-africaines vers les eaux d'Amérique du Sud. Il a été indiqué que les changements saisonniers des zones d'activité de la flottille palangrière du Taipei chinois dans l'Atlantique Sud pourraient être dus à cette migration hypothétique du germon.

2.2 *Prise, effort, taille et prise par âge (CAA)*

Le document SCRS/2013/122 présente la CAA du germon préparée par le Secrétariat aux fins de son utilisation dans l'analyse de la population virtuelle (VPA). Le document décrit la procédure utilisée pour estimer la CAA, à partir de la prise par taille, des modifications apportées à l'algorithme de détermination de l'âge utilisé dans l'évaluation de stock de 2009 et des différences entre la CAA créée pour l'évaluation de 2009 et l'évaluation actuelle de 2013. Le document fait apparaître que les deux évaluations (2009 et 2013) présentent le même nombre total de poissons estimés par la CAA. Toutefois, des différences apparaissent en ce qui concerne le nombre de poissons par âge. L'auteur a précisé que ces différences s'expliquent, en grande partie, mais pas complètement, par deux facteurs principaux : (1) un changement de la valeur de epsilon (contrôlant le nombre d'itérations) utilisé dans le protocole de détermination de l'âge et (2) les changements de la définition du trimestre (étant donné qu'il est postulé que les poissons sont nés le 1er avril, le trimestre avril-juin a été défini comme le trimestre 1). Or, l'auteur a également indiqué que le changement de la définition du trimestre peut être traité avec la taille moyenne par âge (« MLAA » selon les sigles anglais) et a recommandé de prendre les mesures suivantes :

- continuer à utiliser la MLAA initiale,
- utiliser le trimestre calendaire et indiquer dans le modèle VPA que le mois de naissance du germon du Nord est le numéro 4 et
- dans tous les cas, saisir la CAA, la capture, WAA, PCAA, maturité, etc. dans l'année calendaire (de janvier à décembre).

La CAA estimée est présentée dans le **Tableau 1**, la **Figure 1** et la **Figure 2**. La MLAA est présentée au **Tableau 2**.

2.3 *Estimations de l'abondance relative*

Lors de la réunion de préparation des données, une mise à jour de la série de CPUE de la ligne traînante de l'UE-Espagne couvrant la période 1981-2011 a été présentée (SCRS/2013/053). Pour élaborer les fichiers d'entrée destinés à l'analyse Multifan (MFCL), cette série récente de CPUE a été fusionnée à deux séries antérieures de ligne traînante, à savoir une série de CPUE standardisée des flottilles de ligne traînante française (1967-1986) et une série de CPUE nominale couvrant la période 1931-1975 (Bard 1977), afin de construire une série de CPUE

composée qui a permis d'estimer l'effort de la pêche 2 entre 1930 et 2011. La méthodologie utilisée pour élaborer cette série composite est décrite dans Anon. (2010). Dans ce cas, un GLM contrôlant la source de données (pêche), le trimestre et l'année a été utilisé pour fusionner les trois différentes sources à une échelle commune afin de les utiliser dans les analyses MFCL. Dans le cas des modèles d'évaluation utilisant des échelles temporelles annuelles à des fins d'ajustement, le GLM appliqué contrôlait l'année et la source de l'information. Les **Figures 3 et 4** illustrent les schémas qui en résultent.

Le Groupe s'est penché sur la série de CPUE correspondant à la flottille palangrière pélagique uruguayenne qui a été présentée à la réunion de préparation des données (SCRS/2013/043). Après avoir examiné les changements d'espèce cible de cette flottille au fil du temps, le Groupe a décidé de diviser cette série en deux périodes : 1982-1991 lorsque la flottille ciblait le thon obèse et 1992-2012 lorsque la flottille ciblait l'espadon.

Lors de la réunion de préparation des données, le Groupe a examiné les séries de CPUE disponibles et a décidé de ne pas utiliser certaines d'entre elles comme données d'entrée dans les modèles d'évaluation des stocks (à savoir, les périodes de transition pour le Japon et le Taipei chinois, ainsi que les séries des canneurs sud-africains et les séries des palangriers brésiliens, cf. Anon. 2013). Pourtant, le Groupe a noté que les indices palangriers du Taipei chinois et du Japon, les principaux indices palangriers pour le Nord et le Sud, présentaient des tendances contraires et des corrélations négatives (**Figures 5 et 6**). Le Groupe a noté que l'introduction de ces deux indices dans les modèles d'évaluation pourrait entraîner un effet de confusion et a décidé d'explorer plus avant la nature de ces indices. Dans le cas de l'Atlantique Nord, les deux pêcheries présentent des différences claires en ce qui concerne leurs zones d'activité (**Figure 7**). En termes de latitude, les deux flottilles se chevauchent principalement dans la zone 20°N - 40°N, mais la flottille du Taipei chinois opère principalement à l'Ouest de 30°W. Le Groupe a noté que les signaux fournis par les CPUE nominales du Taipei chinois et du Japon étaient assez semblables dans cette zone comprise entre 20°N-40°N et à l'Ouest de 30°W (**Figure 8**). Le Groupe s'est dit préoccupé par le fait que la standardisation de la CPUE pourrait ne pas avoir pleinement tenu compte des effets spatiaux. Étant donné que la flottille du Taipei chinois a ciblé le germon de façon plus systématique, une part importante de ses efforts capturant le germon en tant que prise principale (**Figure 9**), que sa zone d'opération n'a pas autant changé que celle de la flottille japonaise et que son niveau de prises de germon est également resté nettement plus élevé au cours des dernières décennies, le Groupe a décidé d'inclure l'indice du Taipei chinois dans le scénario de base en réduisant l'indice des palangriers japonais.

En ce qui concerne l'Atlantique Sud, le Groupe a inspecté les zones de pêche des deux flottilles et a constaté la ressemblance et la cohérence des zones exploitées par le Japon dans la première période et par le Taipei chinois dans les périodes ultérieures (**Figure 7**) lorsque le Japon a réduit la zone de pêche du germon (nombre de carrés géographiques 5 ° x5 ° avec au moins une tonne de germon capturé) (**Figure 10**). Le Groupe a convenu que l'indice du Taipei chinois pourrait mieux refléter l'abondance du germon dans l'Atlantique Sud, étant donné que cette flottille ciblait le germon de manière plus systématique tout au long de la période et présentait moins de changements spatiaux des opérations (cette décision étaye également les scénarios dans lesquels les CPUE sont pondérées par prise). Toutefois, le Groupe a également constaté que les prises accessoires, dans certains cas, permettent également de suivre l'abondance de la population. Ces aspects spatiaux doivent être étudiés plus en profondeur dans le processus de standardisation de la CPUE. Le Groupe a par conséquent décidé, à des fins de continuité, de tenir compte des scénarios pondérés par prise et des scénarios pondérés de façon égale pour l'Atlantique Sud.

3. Points de référence limite et cible et cadre de l'avis de Kobe

Étant donné que la Commission avait demandé au SCRS d'identifier un point limite de référence pour le germon du Nord (Rés. 11-04), le document SCRS/2013/120 fournit des exemples d'une approche visant à renforcer le dialogue entre le SCRS et la Commission dans le but de faire progresser l'application des normes de contrôle de la ponction (« HCR » selon les sigles anglais) en intégrant des points de référence limite et cible. En outre, l'approche fournit un avis s'inscrivant dans le cadre de la matrice de stratégie de Kobe compatible avec la politique de prise de décisions de la Commission aux fins de l'élaboration et de l'application des mesures de conservation et de gestion (Rec. 11-13). Ensemble, les principes directeurs formulés dans la Rec. 11-13 constituent une base pour l'élaboration des HCR. Le SCRS a recommandé une HCR générique (ICCAT, 2012) sur la base de laquelle un test de la solidité spécifique au stock peut être réalisé, et le sera à l'avenir, au moyen d'une évaluation de la stratégie de gestion (« MSE » selon les sigles anglais) dans le but d'identifier les HCR pouvant atteindre les objectifs de la Commission tout en considérant l'incertitude entourant les évaluations que le SCRS peut quantifier.

Afin de faire progresser le dialogue entre la Commission et le SCRS, le Groupe a convenu de fournir des informations à la Commission sur la base d'un éventail de valeurs provisoires des paramètres de HCR qui respecteraient la politique de la Commission fondée sur les résultats des évaluations, tel que paraphrasé ci-dessous (voir également la **Figure 11**).

1. Pour les stocks situés dans le quadrant vert du diagramme de Kobe, les mesures de gestion doivent être conçues de façon à donner lieu à une **probabilité élevée** de maintenir le stock dans ce quadrant.
2. Pour les stocks se trouvant dans le quadrant jaune supérieur droit du diagramme de Kobe (surpêche), la Commission doit immédiatement adopter des mesures de gestion conçues pour donner lieu à une **probabilité élevée** de mettre un terme à la surpêche **dans une période aussi courte que possible**.
3. Pour les stocks se trouvant dans le quadrant rouge du diagramme de Kobe (surpêche et surexploitation), la Commission doit immédiatement adopter des mesures de gestion conçues pour donner lieu à une **probabilité élevée** de mettre un terme à la surpêche **dans une période aussi courte que possible** et la Commission doit adopter un plan pour rétablir ces stocks.
4. Pour les stocks se trouvant dans le quadrant jaune inférieur gauche du diagramme de Kobe (stocks surexploités mais ne faisant pas l'objet de surpêche), la Commission doit adopter des mesures de gestion conçues pour rétablir ces stocks **dans une période aussi courte que possible**.

Le Groupe a fait remarquer que différentes méthodes de quantification de l'incertitude entourant les évaluations de l'état des stocks peuvent donner lieu à différentes prévisions de probabilité (SCRS/2013/117) et étant donné qu'il n'existe pas encore d'approche unifiée dans les méthodes d'évaluation des stocks pour quantifier l'incertitude, il s'agit d'un domaine de recherche d'importance sur lequel il convient de mettre l'accent et qui doit être pris en considération dans la MSE. Néanmoins, la Commission espère que l'avis de gestion repose sur les incertitudes quantifiées dans les évaluations réalisées par le SCRS (Rés. 11-14).

Le Groupe a décidé de fournir des prévisions de probabilités du modèle compte tenu de l'incertitude que le Groupe a pu quantifier pour l'évaluation pour un éventail de valeurs provisoires des paramètres de HCR (**Tableau 3**) dans la HCR générique recommandée par le SCRS (**Figure 12**) pour orienter le débat sur les points relatifs à la prise de décisions en matière de politiques : « probabilité élevée » et « dans une période aussi courte que possible ».

On a recommandé un point limite provisoire de référence de la biomasse de $0,4 B_{PME}$, cohérent avec les limites solides recommandées pour plusieurs stocks de thonidés du Pacifique (par ex. Preece et al., 2011) et d'autres cas, jusqu'à ce qu'une gamme plus complète de tests de MSE puisse être réalisée pour d'autres options. Le Groupe a recommandé que l'avis de gestion soit fourni dans le format de HCR (F) K2SM décrit dans le document SCRS/2013/120 afin de faciliter le dialogue sur les choix de politique de la Commission en vertu de la Rec. 11-13.

4. Évaluation des stocks

Le document SCRS/2013/036, présenté pour la première fois lors de la réunion de 2013 du Groupe de travail ICCAT sur les méthodes d'évaluation des stocks de l'ICCAT, présente un résumé des méthodes utilisées pour diagnostiquer les indices d'abondance ajustés dans le cadre des modèles d'évaluation des stocks. La mise en pratique de ces techniques est détaillée dans les documents SCRS/2013/056 et SCRS/2013/057.

Le document SCRS/2013/117 fournit une évaluation des approches de modélisation de l'incertitude dans le cadre de modèles dynamiques de la biomasse. Ces approches comprennent le bootstrap, l'analyse par eustachage (« jack-knife »), la modélisation de l'incertitude reposant sur la matrice de covariance, la méthode delta, le profilage des vraisemblances et les techniques MCMC. Le document conclut que les estimations de l'incertitude obtenues à partir des mêmes données et le modèle d'évaluation des stocks varient en fonction de la méthode utilisée pour estimer l'incertitude. Par conséquent, d'autres évaluations menant à de « meilleures pratiques » sont justifiées.

4.1 Stock du germon de l'Atlantique Nord

4.1.1 SEAPODYM

Le document SCRS/2013/125 présente les résultats de la première expérience d'optimisation pour le stock de l'Atlantique Nord ayant recours au modèle SEAPODYM. La configuration du modèle utilisait une grille grossière de 2°x2° et une résolution par mois avec des entrées environnementales provenant d'une simulation rétrospective réalisée au moyen d'une nouvelle analyse atmosphérique (NCEP). Au moyen de cette nouvelle analyse (fondée sur l'observation), la simulation couplée physique-biogéochimique a fourni une variabilité interannuelle, décennale et saisonnière raisonnable. Néanmoins, d'autres configurations à des résolutions supérieures donnant lieu à des conditions océaniques plus réalistes devraient compléter cette première étude.

Le document SCRS/2013/121 aborde diverses questions et problèmes potentiels se rapportant à l'analyse SEAPODYM, tels que la structure du stock, l'incertitude entourant la taille asymptotique par sexe, la mortalité naturelle servant de fonction de l'âge, les changements de la puissance de pêche de la flottille palangrière ciblant le germon, les préférences thermiques des différents âges, etc. Le document suggère que certains résultats pourraient être plus réalistes que ceux obtenus par d'autres modèles d'évaluation des stocks. Cependant, un grand nombre d'incertitudes entourent toujours la présente analyse et les résultats devraient être étudiés plus soigneusement avant de les utiliser pour formuler un avis.

Le Groupe a accueilli favorablement une approche de modélisation qui tient compte des dynamiques spatiales ainsi que des influences environnementales, étant donné qu'il s'agit d'éléments importants de la dynamique des populations de germon qui ne sont pas pris en compte dans les modèles utilisés actuellement pour évaluer les stocks. Le Groupe a également convenu que le modèle SEAPODYM pourrait être utile pour générer et tester les hypothèses.

4.1.2 Multifan-CL

Le document SCRS/2013/058 présente une évaluation préliminaire du stock de germon de l'Atlantique Nord au moyen de Multifan-CL avec un ensemble d'analyses exploratoires de données et de diagnostics. Le document propose d'appliquer une conception factorielle aux scénarios dans le but d'analyser l'incertitude entourant le comportement dynamique des flottilles de pêche et les données disponibles. Le document recommande que ces conceptions soient incorporées dans les «meilleures pratiques» des prochaines évaluations et MSE.

Même si les résultats préliminaires de ce modèle ont été présentés, un examen plus approfondi des données a fait apparaître plusieurs conflits graves dans les données d'entrée. Tout d'abord, il a été observé que plusieurs séries-clés de CPUE ont été élaborées en tant que prise en nombre par unité d'effort, tandis que la prise totale saisie dans le modèle était en poids. Étant donné que Multifan-CL utilise les CPUE standardisées et la capture totale déclarée pour calculer l'effort standardisé, la différence d'unité entre la CPUE et la capture peut entraîner un biais dans les estimations de l'effort, surtout si le poids moyen des poissons d'une pêcherie donnée a énormément changé au fil du temps. Par conséquent, les estimations de l'effort incluses dans le modèle préliminaire étaient moins fiables.

Afin de résoudre ce problème, la capture totale en nombre a été requise pour les palangriers et cette information a été reçue, faisant en sorte que la CPUE et les données de capture soient cohérentes. Pour les flottilles de surface, cette information n'était pas disponible et la prise par poids a dès lors dû être convertie en prise par taille au moyen d'un poids moyen de poisson pour chaque pêcherie par an. Cette information a été extraite de la base de données CAS, contenant des données à partir de 1975, fournie par le Secrétariat. Pour la flottille 1, ces données étaient suffisantes pour convertir la prise en poids en prise en nombre, étant donné que la pêcherie a débuté en 1981. Pour la flottille 2, qui a débuté en 1930, une moyenne du poids moyen de cette flottille entre 1975 et 1980 a été utilisée pour convertir la prise en nombre antérieure à 1975.

Après avoir réalisé cette opération, les nouveaux fichiers d'entrée MFCL ont été créés avec les mêmes unités pour les données de capture et de CPUE. Plusieurs possibilités d'exécution du modèle ont ensuite été débattues, proposées et réalisées (**Tableau 4**). On a discuté plus en profondeur de la structure et du paramétrage initiaux du modèle. Les auteurs du document SCRS/2013/058 ont proposé une structure initiale du modèle qui différerait de la structure du modèle utilisée dans l'évaluation de 2009, principalement en ce que la CPUE des palangriers japonais et les fréquences de taille des palangriers du Taipei chinois étaient fortement réduites. Cette structure est détaillée et justifiée dans le document SCRS/2013/058 (voir également le point 2 du présent rapport), le scénario de référence mis en lumière dans ce document ne changeant qu'en fonction des modifications des fichiers d'entrée (fichier FRQ) susmentionnés. Étant donné que cette formulation diffère du modèle d'évaluation antérieur et de la structure de données, plusieurs scénarios de sensibilité ont été réalisés afin d'évaluer les implications de ces changements.

L'une des principales questions abordées était l'exclusion de la série de CPUE japonaise de cette évaluation actualisée. Une analyse exploratoire des données a fait apparaître que les séries de CPUE palangrière du Japon et du Taipei chinois étaient négativement liées dans certaines périodes qui se superposent. Cette question avait été abordée plus en profondeur lors de la réunion de préparation des données sur le germon de 2013. Il avait été conclu qu'il ne serait pas judicieux d'inclure les séries de CPUE palangrière du Japon et du Taipei chinois dans le même modèle, car le modèle MFCL pourrait ne pas être en mesure de résoudre des tendances contradictoires de manière interne. Étant donné que la flottille du Taipei chinois est active dans la zone centrale de la zone de pêche, alors que la flottille japonaise s'est déplacée vers le Nord ou le Sud pour cibler d'autres espèces, son éloignement de la zone centrale pourrait signifier que cette série de CPUE ne fournit plus d'indice fiable de l'abondance de la population dans la zone centrale et elle a donc été réduite dans le modèle de référence (cf. point 2) pour répondre à cette préoccupation. Une évaluation de la sensibilité des implications de la réduction de l'indice japonais a également été réalisée. Des évaluations similaires des autres CPUE de la flottille n'ont pas pu être réalisées, faute de temps, mais pourraient être intégrées dans une conception factorielle des prochaines évaluations.

L'une des autres questions principales portait sur l'utilisation des données de fréquence de tailles des palangriers du Taipei chinois. Dans le modèle de référence, cette information a été fortement réduite étant donné que la taille moyenne de la capture échantillonnée de cette pêcherie était très variable au cours de certaines périodes, mais les raisons expliquant ces variations n'étaient pas claires (**Figure 13**). Les augmentations importantes de la taille moyenne au cours de ces dernières années pourraient être liées à l'augmentation de la couverture d'échantillonnage, mais elles pourraient également s'expliquer par un échantillonnage spatial biaisé (échantillons provenant de régions plus équatoriales et donc moins représentatifs de l'ensemble de la zone de distribution). Par conséquent, l'augmentation récente de la taille des poissons n'est probablement pas compatible avec la dynamique du stock de germon. Dès lors, les données de fréquence de taille peuvent ne pas être représentatives de la composition de la taille de la population sous-jacente, au moins d'une façon pouvant intégrer la structure spatiale actuelle du modèle. Cependant, il a été convenu qu'un scénario de sensibilité devrait être effectué afin d'inclure ces données des fréquences de taille du Taipei chinois afin d'évaluer son effet sur les résultats du modèle. En fait, ces données ont été mal ajustées en postulant une sélectivité logistique et des évaluations de la sensibilité supplémentaires ont été menées en postulant une sélectivité en forme de cloche. Une évaluation de la sensibilité des conséquences de l'omission des données de fréquence de tailles du Taipei chinois a également été réalisée.

D'autres scénarios de sensibilité incluaient la prise en compte de la fréquence de tailles du Taipei chinois et de la CPUE japonaise, la réduction de l'ensemble des séries de fréquence de taille (SF), le début du modèle à une année différente afin de tester l'influence que les postulats de départ concernant la structure de la population aurait eu sur les résultats du modèle, la prise en compte des postulats biologiques alternatifs tels que l'âge de la mortalité naturelle, ainsi que les données de marquage. Dans ce dernier cas, seules les données de marquage provenant des marques apposées entre 1988 et 1991 ont été prises en considération, étant donné qu'elles correspondent à une période pendant laquelle la majorité des marques ont été apposées, par rapport à un niveau relativement bas de marquage réalisé avant ou après cette période.

Résultats du modèle MFCL

Même si les paramètres de la courbe de croissance du modèle Multifan-CL ont été fixés (Santiago et Arrizabalaga, 2005), les tailles moyennes des premières classes d'âges 2 ont été estimées de manière indépendante afin de tenir compte des écarts par rapport à la fonction de croissance de von Bertalanffy (VBGF). La courbe finale de croissance est présentée à la **Figure 14**. La **Figure 15** illustre la trajectoire de la biomasse estimée du stock de germon du Nord de la période prise en compte dans l'évaluation, selon le cas de base. La biomasse actuelle estimée s'élevait à environ 185.980 t, avec SSB/SSB_{PME} à hauteur de 0,94.

La **Figure 16** présente les recrutements estimés de la période prise en compte dans l'évaluation. Contrairement au recrutement estimé lors de l'évaluation de 2009, dans le cadre de laquelle les recrutements des premières décennies demeuraient faibles par rapport au reste de la période, les recrutements estimés dans cette évaluation semblent être assez variables, mais avec des gammes cohérentes tout au long de la période d'évaluation. Les séries temporelles de F par classe d'âge sont présentées à la **Figure 17**. Il est estimé que F a considérablement augmenté dans les années 1950, ce qui correspond à la première période pour laquelle des données de fréquence de taille ont été fournies, de sorte que davantage d'informations sont disponibles pour classer les captures dans des classes d'âge. Cette période correspond également à une augmentation considérable des captures ayant eu lieu immédiatement après la deuxième Guerre mondiale.

La **Figure 18** présente les déviations de l'effort au fil du temps par pêcherie, ainsi que les CPUE observées et prédites. Ces diagrammes permettent d'examiner la cohérence globale du modèle avec les données de l'effort observé. Si le modèle est cohérent avec les données d'effort, on pourrait s'attendre à une dispersion uniforme des déviations d'effort au-dessus et en-dessous de zéro, même si l'on peut s'attendre à quelques données atypiques. L'apparition d'une tendance évidente des déviations de l'effort au fil du temps pourrait indiquer une tendance de la capturabilité qui n'avait pas été suffisamment capturée par le modèle (Hampton 2002). Pour la majorité des pêcheries, il n'y a pas de tendances évidentes dans les déviations de l'effort et cela indiquerait que le modèle a extrait la plupart des informations présentes dans les données relatives à la variation de la capturabilité. Cependant, ce n'est pas toujours le cas et il peut être opportun de calibrer davantage le modèle pour les prochains scénarios. La flottille 1 en particulier semble présenter principalement des écarts positifs.

Les sélectivités estimées sont présentées à la **Figure 19**. Même s'il a été postulé que la plupart des sélectivités se rapportant à la palangre étaient logistiques, les sélectivités de la période de transition du Japon (pêcherie 6) et de la période de prises accessoires du Japon (pêcherie 7) ont été estimées dans le modèle. Il est intéressant de noter que des sélectivités en forme de cloche ont été estimées pour ces pêcheries, probablement en raison du déplacement de la zone d'activité des flottilles vers les limites de la zone centrale de pêche ce qui pourrait augmenter la capture de petits poissons, bien que les estimations puissent également être le résultat de la confusion avec d'autres postulats structurels du modèle.

L'analyse de la production réalisée dans le cadre de la présente évaluation inclut la relation stock-recrutement (**Figure 20**) dans la biomasse en conditions d'équilibre et les estimations de la production. La pente à l'origine de la relation stock-recrutement (*steepness*) a été estimée à 0,83, ce qui est légèrement différent du mode préalable s'élevant à 0,75. La courbe de production qui estime une production maximale équilibrée de 31.680 t avec un multiplicateur d'effort de 1,38 est présentée à la **Figure 21**. Les points de référence correspondants B/B_{PME} , SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} sont présentés aux **Figures 22, 23 et 24**, respectivement. Ceux-ci indiquent que la biomasse de la population actuelle est inférieure à la biomasse pouvant permettre la PME (0,80), la biomasse du stock reproducteur est également légèrement inférieure à SSB_{PME} (0,94), tandis que le F actuel est inférieur au F qui permettrait la PME (0,72). Par conséquent, ces résultats indiquent que le stock est surexploité, mais qu'il ne fait pas l'objet de surpêche.

Les ajustements globaux du modèle aux données de fréquences de taille sont présentés à la **Figure 25** et les valeurs résiduelles à la **Figure 26**. Les ajustements aux données de taille ne sont pas toujours très bons, ce qui indique que les postulats structurels concernant la sélectivité ne tiennent pas pleinement compte des changements de la fréquence de tailles au fil du temps ou des distributions de la fréquence de tailles présentant une forme inhabituelle (comme des distributions bimodales des données disponibles).

Étant donné que les données d'entrée et les spécifications du modèle ont connu des modifications importantes entre l'évaluation actuelle et celle réalisée en 2009, plusieurs scénarios de sensibilité ont été réalisés pour évaluer l'effet de ces changements sur les résultats du modèle. Les principaux changements concernent la réduction ou non des données de la CPUE des palangriers du Japon, la réduction ou non des données de fréquence de tailles des palangriers du Taipei chinois et le changement de l'effort standardisé en raison de l'utilisation de la prise totale en nombre pour certaines flottilles dans l'évaluation actuelle, par opposition à l'utilisation de la prise totale en poids pour les flottilles dans l'évaluation antérieure. Le scénario Alt8 aborde spécifiquement la question de la prise en poids ou en nombre. Le **Tableau 5** présente les points de référence relatifs de SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} pour le modèle de référence actuel ainsi que les points de référence relatifs pour tous les scénarios alternatifs. Il apparaît clairement que l'utilisation de la prise en poids (à l'instar de ce qui a été réalisé en 2009), et illustrée dans le scénario Alt8, aboutit à une vision plus pessimiste de l'état actuel des stocks.

Les trajectoires de la biomasse au cours du temps du scénario de référence et tous les scénarios alternatifs sont présentés à la **Figure 27**, tandis que les paramètres-clés des résultats du modèle, tels que la pente à l'origine de la relation stock-recrutement et les points de référence sont présentés dans le **Tableau 5**. Le scénario Alt7 est assez similaire aux spécifications du modèle du modèle 4B de 2009. On peut constater que l'inclusion de la CPUE des palangriers du Japon et des données de fréquence de tailles des palangriers du Taipei chinois donne lieu à une évaluation plus pessimiste des stocks. Ce constat est davantage renforcé dans le cas des scénarios Alt1 et Alt4 qui incluent séparément les données de fréquence de tailles des palangriers du Taipei chinois et la CPUE des palangriers du Japon, respectivement. Dans le cas du scénario Alt1, il a été permis que la sélectivité des palangriers du Taipei chinois ne soit pas logistique. Ceci a été réalisé afin de tenter de refléter le fait que, même s'il avait été postulé que la sélectivité était logistique, l'absence de gros poissons dans les données de fréquence de taille a donné lieu à des ajustements très pauvres aux données de fréquence de taille et si ce changement n'avait pas réalisé le modèle n'aurait pas convergé. Ce scénario visait à permettre au modèle de calculer de façon

indépendante la forme de la courbe de sélectivité en fonction des données réelles de fréquence de tailles saisies dans le modèle. En outre, la restriction qui faisait en sorte que les sélectivités de tous les poissons de 10 ans ou plus étaient semblables a été supprimée. Les nouvelles sélectivités calculées pour les trois flottilles palangrière du Taipei chinois par ce scénario alternatif sont présentées à la **Figure 28**. Ce scénario a donné lieu à une évaluation pessimiste des stocks.

Le changement de l'année initiale dans le modèle (Alt2) n'a eu qu'un effet limité sur la trajectoire de la biomasse ou les points de référence relatifs. La réduction de toutes les données SF (Alt3) afin d'évaluer l'influence de ces informations sur l'ajustement du modèle a donné lieu à une évaluation des stocks légèrement plus pessimiste, alors que l'ajout d'un vecteur spécifique à l'âge de la mortalité naturelle (Alt5) a légèrement amélioré l'état du stock. Ce vecteur de mortalité naturelle est présenté à la **Figure 29**. L'ajout des données de marquage entre 1988 et 1991 (marque) a donné lieu à des estimations de l'état des stocks très similaires à celles du modèle de référence. Afin de savoir ce que l'état du stock aurait pu être en 2009, si les données corrigées avaient été utilisées avec la spécification actuelle du modèle, une variation du cas de base a été exécutée, mais en excluant les quatre dernières années de données (pour utiliser la même période que celle de l'évaluation précédente). Ce scénario (Alt 6) indique que si les données corrigées actuelles et le paramétrage modifié du modèle avaient été utilisés, l'état du stock par rapport aux points de référence aurait été relativement similaire, mais légèrement plus pessimiste que celui estimé en 2009. Ce scénario nous amène également à la conclusion que des informations des données des quatre dernières années (2008-2011) de l'actuel modèle indiquent que l'état du stock s'est amélioré depuis 2007.

De manière générale, les gammes des estimations de pente à l'origine de la relation stock-recrutement oscillent entre 0,80 et 0,88 et elles sont toutes plus élevées que la médiane de la distribution a priori. Cela signifierait qu'il y a des informations dans les données concernant la relation entre la biomasse du stock reproducteur et le recrutement, même si elle pourrait ne pas être particulièrement forte. Pour tous les modèles, l'estimation de la PME était similaire, se situant entre 26.000 t et 35.000 t. La majorité des scénarios ainsi que le scénario de référence indiquent que le stock est légèrement surexploité, mais qu'il ne fait plus l'objet de surpêche.

Diagnostics

Le Groupe a noté que l'AIC n'est pas utile pour comparer les ajustements aux données entre différents modèles car ils ne sont pas tous fondés sur les mêmes jeux de données. Toutefois, le Groupe a estimé qu'il pourrait être utile d'avoir des diagnostics concernant la façon dont les différents scénarios de référence et les scénarios de sensibilité ont été ajustés aux différentes séries de CPUE. À cet effet, l'écart type des valeurs résiduelles de l'effort pour chacune des séries de CPUE dans chacun des modèles a été calculé (**Tableau 6**). Bien que tous les scénarios n'aient pas été ajustés aux mêmes indices, dès lors que les diagnostics qui tiennent mieux compte de cette particularité seraient plus appropriés, ce tableau constitue une base de comparaison de l'accord relatif modèle -données entre les indices communs qui ont été ajustés dans les différents scénarios. Comme le montre ce tableau, le scénario de référence est le scénario qui s'ajuste le mieux aux indices communs (les scénarios avec une mortalité naturelle spécifique à l'âge et le scénario incluant les informations de marquage ont également présenté des valeurs comparables). Une évaluation plus approfondie de ce type de diagnostic pourrait être utile à l'avenir afin d'attribuer des pondérations objectives à différents scénarios, par exemple, dans une approche MSE dans laquelle un grand nombre d'hypothèses sont envisagées. Toutefois, il convient de noter que les modèles tels que MFCL ne s'ajustent pas uniquement aux séries de CPUE, mais également aux données de fréquence de taille, et qu'il pourrait donc s'avérer utile d'élaborer des diagnostics similaires pour les ajustements aux données de fréquence de taille.

Le profilage des vraisemblances a été réalisé pour le scénario de référence F/F_{PME} (**Figure 30**) et SSB/SSB_{PME} (**Figure 31**). Les profils présentaient une distribution assez large, notamment pour le profil SSB/SSB_{PME} . Ceci indiquerait que l'incertitude entourant l'état actuel de SSB/SSB_{PME} est supérieure à celle entourant F/F_{PME} . Le profil de SSB/SSB_{PME} est également asymétrique vers la droite. Le profil pourrait toutefois indiquer que le modèle converge vers une solution globale.

Le Groupe ne disposait pas des estimations de paires F/F_{PME} et B/B_{PME} pour représenter l'incertitude entourant l'état actuel du stock, mais disposait des écarts type pour les paramètres ainsi que leur corrélation. Par conséquent, le Groupe a défini l'incertitude de la même façon que dans les évaluations de 2007 et 2009, à savoir en créant 1.000 numéros aléatoires à partir d'une distribution normale à deux variables avec des moyennes des estimations de l'année antérieure de SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} et la matrice de covariance :

	SSB/SSB _{PME}	F/F _{PME}
SSB/SSB _{PME}	0,010404	-0,001916743
F/F _{PME}	-0,001916743	0,00743044

Le diagramme de Kobe ayant été généré est présenté à la **Figure 32**, et le diagramme circulaire associé à la **Figure 33**, donnant à penser qu'il existe une probabilité de 0,2% que le stock soit surexploité et qu'il fasse l'objet de surpêche, une probabilité de 72,4% que le stock soit surexploité, mais qu'il ne fasse pas l'objet de surpêche, et une probabilité de 27,4% que le stock ne soit pas surexploité et qu'il ne fasse pas l'objet de surpêche. Toutefois, le Groupe a observé qu'il ne s'agissait que d'une approximation en vue de déterminer l'incertitude entourant l'état actuel du stock, et a décidé d'effectuer des projections à l'aide d'un logiciel, autre que MFCL, comme cela avait été décidé dans les évaluations de 2007 et 2009.

4.1.3 ASPIC

ASPIC 5.34 a été utilisé pour réaliser l'évaluation du stock de germon de l'Atlantique Nord.

Diagnostic de l'état actuel du stock

Les résultats de sept essais de scénarios pour le germon de l'Atlantique Nord sont présentés dans le **Tableau 7**. Les scénarios ont été construits avec des combinaisons alternatives de capture et des séries de CPUE afin d'alimenter le modèle d'évaluation ASPIC v.5.34. Tous les scénarios imposent le niveau de la biomasse de 95% K au début de la série temporelle. Le **Tableau 8** et les **Figures 34 et 35** indiquent que tous les scénarios estiment que le stock se récupère et seul un scénario estime que la biomasse actuelle est inférieure à 60% de B_{PME} (scénario 4) et deux scénarios estiment qu'elle est supérieure à B_{PME} (scénario 2 et scénario 6). En ce qui concerne la tendance de la mortalité par pêche, tous les scénarios montrent que la mortalité par pêche actuelle (2011) est en moyenne inférieure ou égale à F_{PME}, oscillant entre 45% et 89% de F_{PME}.

Les diagrammes de Kobe (**Figure 35**) montrent que tous les scénarios suivent le même modèle de développement, surexploitation et rétablissement et que les différences ne concernent que le temps passé dans le quadrant rouge (surexploité et faisant l'objet de surpêche) (cf. scénario 4) et l'état du stock final. Seul un scénario (scénario 2) indique que le stock de germon du Nord se trouve principalement dans le quadrant vert du diagramme de Kobe.

Ceci dit, la **Figure 36** présente la probabilité du stock de se situer actuellement dans différentes zones du diagramme de Kobe en utilisant les estimations obtenues par bootstrap dans les sept scénarios. Selon ce diagramme, la probabilité que le stock se situe actuellement dans le quadrant vert du diagramme de Kobe est de 25%, la probabilité de se situer dans le quadrant rouge est de 13% et la probabilité de se situer dans le quadrant jaune est de 62%.

La **Figure 37** montre les diagrammes de densité de l'état actuel estimé du germon de l'Atlantique Nord pour les sept scénarios testés.

Ces résultats sont conformes avec ceux obtenus avec d'autres modèles pendant la séance d'évaluation et indiquent que les résultats de l'évaluation sont influencés par le choix des séries de CPUE utilisées pour alimenter le modèle. Cependant, tous les scénarios ont estimé que le stock se récupère et que la mortalité par pêche actuelle (2011) est proche ou inférieure à F_{PME}.

Projections

D'autres projections complètent la contribution de ce modèle à l'évaluation du germon de l'Atlantique Nord. Les projections déterministes avec une prise constante et des mortalités par pêche constantes sont présentées aux **Figures 38 et 39** pour tous les scénarios. La **Figure 39** résume les implications des quotas alternatifs pour les années à venir sur l'état d'exploitation du germon du Nord selon différents scénarios ASPIC. Dans le but de faire la lumière sur les projections instables des scénarios 4 et 5, deux figures supplémentaires montrent comment certaines valeurs de capture constante projetée pourraient entraîner l'effondrement du stock (**Figures 40 et 41**).

4.1.4 Stock synthèse

Phase exploratoire

Les configurations du modèle ont été réalisées avec le modèle Stock Synthèse (V3.24L) avant la réunion d'évaluation et ont été présentées au Groupe. Le modèle Stock Synthèse (SS) a été configuré avec douze flottilles, quatre trimestres et deux sexes. Pour la phase d'exploration de données, les données d'entrée générées aux fins de leur utilisation dans le modèle MFCL ont également été utilisées dans le modèle SS. On a postulé que la sélectivité de toutes les pêches était basée sur la taille et sur une fonction normale double ou on a postulé qu'elle était asymptotique. Le niveau de recrutement non exploité (R0) et de la pente à l'origine de la relation stock-recrutement (h) a été estimé librement. Huit configurations ont été exposées (**Tableau 9**), présentant chacune différents degrés de complexité et différentes utilisations des jeux de données. Un effort a été déployé pour construire certaines configurations d'une complexité inférieure afin de pouvoir évaluer les effets des différents niveaux de complexité sur les résultats du modèle. L'objectif principal de l'effort de modélisation de SS consistait à contribuer à vérifier les résultats des modèles MFCL (et autres). Les résultats des modèles SS exploratoires n'ont pas été officiellement utilisés pour formuler un avis de gestion. C'est pourquoi, alors que certains diagnostics du modèle SS (scénario 1) ont été présentés au Groupe, ces diagnostics ont été documentés dans le présent rapport de manière limitée.

L'erreur quadratique moyenne résiduelle (RMSE) de chacune des CPUE des dix SS exploratoires a été utilisée pour refléter le degré d'ajustement à chacune des séries individuelles (**Tableau 10** et **Figure 42**). En moyenne, les modèles SS présentent la RMSE la plus faible (à savoir le meilleur ajustement) avec la CPUE de la fin de la période du Taipei chinois et la RMSE la plus élevée (à savoir le pire ajustement) avec les séries temporelles de CPUE des canneurs portugais. Afin de tenir compte des variations spécifiques de la flottille dans la RMSE, plusieurs scénarios utilisent des repondérations de la variance pour augmenter / diminuer la pondération de chacune des séries temporelles de CPUE dans l'ajustement global du modèle. La repondération de la variance a tendance à diminuer les écarts de certaines séries temporelles de CPUE.

La gamme de configurations du modèle SS a inversé la matrice hessienne (un attribut positif). D'une manière générale, la suppression des données de taille (scénario 5), modifiant la trajectoire de B/B_{PME} , n'a pas entraîné de différence notable dans ce point de référence de la dernière année (**Figure 43**). La suppression des tailles a tendance à augmenter la réponse du modèle aux variations annuelles des données de CPUE. La combinaison de la suppression des tailles et la reconfiguration à une échelle temporelle annuelle (scénario 7) a eu un effet très notable sur l'estimation de l'état du stock (**Figure 44**). Cette série de scénarios du modèle donne à penser, de manière générale, que l'information de taille dans son ensemble pourrait ne pas être en contradiction avec les informations de CPUE dans son ensemble. Faute de temps pendant la réunion, il n'a pas été possible de tirer des conclusions quant au niveau de complexité adéquat du modèle d'évaluation, ceci dit un examen plus approfondi des différents diagnostics du modèle des scénarios susmentionnés pourrait aider à prendre cette décision.

Les huit modèles SS sont presque tous arrivés à la même conclusion, à savoir que le stock est surexploité, mais qu'il ne fait actuellement pas l'objet de surpêche. En outre, tous les modèles s'accordent sur le fait que la biomasse du stock a augmenté à partir de l'année 2000 environ. La configuration du modèle de production structuré par âge (ASPM) constitue une exception à ce résultat. Les résultats de l'ASPM étaient tellement différents de ceux des autres séries qu'ils ont été estimés suspects et qu'il s'est avéré nécessaire de poursuivre les travaux. Le Groupe a suggéré que le modèle aurait trouvé un minimum local et n'a peut-être pas convergé correctement. Cette suggestion repose sur l'expérience acquise dans le modèle ASPIC et les mêmes données. On pourrait conclure que ce modèle n'avait pas la complexité nécessaire pour saisir correctement les dynamiques de la pêcherie. Compte tenu de toutes ces caractéristiques, cette configuration n'a pas été examinée plus en profondeur.

Configurations de la phase post-exploratoire

Le Groupe a convenu d'explorer onze configurations du modèle SS (**Tableau 11**). De nombreuses configurations visaient à refléter le plus étroitement possible celles des scénarios alternatifs de MFCL.

La majorité des configurations post-exploratoires de SS ont donné lieu à des estimations de B/B_{PME} oscillant entre 0,5 et 1,0 (**Figure 45**) et à des estimations de F/F_{PME} oscillant entre 0,4 et 0,8 (**Figure 46**). Bien qu'il existe des exceptions, celles-ci ont été considérées comme une analyse de sensibilité et non comme le modèle de référence. Toutes les configurations du modèle suggèrent que la biomasse du stock continue à augmenter et que la mortalité par pêche continue à diminuer.

On a privilégié le scénario 12 du SS pour discuter des ajustements et des diagnostics globaux. Il s'agissait d'un modèle à deux sexes présentant une tendance ascendante de la mortalité naturelle des femelles (**Figure 47**). Les estimations de la sélectivité basées sur la taille et l'ajustement aux données de taille sur plusieurs années pour chacun des engins sont présentées à la **Figure 48**. En général, l'information contenue dans les compositions de taille ne coïncidait avec aucun type de tendances définitives du signal de recrutement. Le Groupe s'est demandé comment cela pourrait être le résultat des différentes flottilles ne pêchant pas d'une manière cohérente au cours du temps et dans l'espace pendant toute la période d'évaluation. L'apparition de bandes dans certains des schémas résiduels a suggéré des schémas bimodaux dans les fréquences et par conséquent il pourrait être utile d'envisager à l'avenir d'utiliser une sélectivité fondée sur l'âge. Les schémas résiduels (**Figure 49**) ont aussi donné à penser que la sélectivité variant dans le temps pourrait également être un facteur utile.

L'incapacité des modèles à fournir de bons ajustements à la série temporelle de la CPUE est clairement apparue lors de l'examen des valeurs résiduelles de l'ajustement (**Figure 50**). Plusieurs scénarios de sensibilité ont été réalisés afin de déterminer l'influence individuelle des séries de CPUE du Japon et du Taipei chinois. La phase exploratoire des scénarios a fait apparaître que la série temporelle de CPUE du Taipei chinois fournissait une erreur quadratique moyenne plus faible que la série de CPUE du Japon. Ceci a été confirmé par le fait que la flottille japonaise a pêché davantage en bordure des zones de distribution du stock plutôt que dans les zones centrales. Cela justifie en partie l'exclusion des séries temporelles de CPUE japonaises des scénarios utilisés pour formuler un avis de gestion.

La plupart des configurations du modèle sont compatibles avec les estimations du recrutement vierge et de la pente à l'origine de la relation stock-recrutement. Même sans utiliser un prior informatif, les estimations de la pente à l'origine de la relation stock-recrutement se sont maintenues entre 0,75 et 0,85 dans la plupart des configurations. Aucune tendance claire ne se dégageait dans la structure des écarts de recrutement, mais il y avait un écart positif inexpliqué au cours de la dernière année de l'estimation (**Figure 51**). Si ces ajustements du modèle étaient utilisés pour formuler un avis de gestion, cela aurait dû être étudié plus en profondeur car ce point aurait pu avoir une très grande influence sur les projections.

Les paramètres de gestion estimés à partir du cas de base de MFCL et des modèles SS configurés dans une grande mesure comme le cas de base du MFCL (scénario 17) sont représentés aux **Figures 52 et 53**. Un examen plus minutieux des estimations de recrutement (**Figure 54**) et de la biomasse du stock reproducteur (**Figure 55**) a fait apparaître des différences dans la SSB, mais non pas dans le recrutement. La biomasse totale ne présentait aucune différence non plus (**Figure 56**). Ceci donne à penser que MFCL et SS, en dépit d'un calibrage correct, utilisent probablement des fonctions différentes pour estimer la fécondité absolue. Même s'il convient toutefois de le noter, cela n'a pas eu d'impact sur les paramètres de gestion ou les estimations de l'état du stock.

Les estimations du cas de base du modèle MFCL et SS de B/B_{PME} et F/F_{PME} de l'évaluation de 2009 et de la présente évaluation sont présentées à la **Figure 57**. Les estimations des paramètres de gestion sont relativement cohérentes non seulement d'une plate-forme de modélisation à l'autre, mais aussi dans le temps.

4.1.5 Méthodes d'analyse de population virtuelle (VPA)

Une analyse de population virtuelle (VPA) du germon de l'Atlantique Nord a été réalisée au moyen du programme VPA-2Box (Porch et al. 2001), version 4.01, pour la période 1975 - 2011. Les indices d'abondance relative et les paramètres d'entrée du cycle vital sont décrits dans le document SCRS/2013/013 et les données de prise par âge et de prise par âge partielle sont décrites dans le document SCRS/2013/122. Les postulats du modèle comprenaient un seul stock ne présentant aucun mélange ou migration, huit classes d'âge (âge 1 à 8+, le groupe plus représentant les âges 8 à 15), aucune séparation des sexes, une période de frai commençant le 1er mai, une limite de vulnérabilité appliquée aux 3 années terminales, aucune limite appliquée au recrutement ou à la relation stock-recrutement et aucune donnée de marquage. Huit indices d'abondance ont été inclus dans le modèle :

- Palangre du Japon (âges 3 à 8+) 1975 - 2011.
- Palangre du Taipei chinois (âges 2 à 8+) 1975-1987.
- Palangre du Taipei chinois (âges 2 à 8+) 1999-2011.
- Palangre des États-Unis (âges 3 à 8+) 1987-2011.
- Ligne traînante de l'UE-France (âges 2 et 3), 1975-1979.
- Ligne traînante de l'UE-France (âges 2 et 3), 1980-1987.
- Ligne traînante de l'UE-Espagne (âges 2 et 3), 1981-2011.
- Canne de l'UE-Espagne (âges 1 à 4), 1981-2011.

Les indices ont été pondérés de la même façon et une structure d'erreur multiplicative a été postulée. Les sources de données utilisées dans la présente évaluation diffèrent de celles utilisées dans l'évaluation antérieure réalisée en 2009 comme suit : (1) ajouter des données des canneurs espagnols en faisant référence aux âges 1 à 4, (2) diviser l'indice palangrier du Taipei chinois en deux périodes (1975 à 1987 et 1999 à 2011) afin de tenir compte des changements de l'espèce cible et de la configuration de l'engin, (3) regrouper les données des ligneurs espagnols en faisant référence aux âges 2 et 3, par opposition aux indices séparés de ces deux classes d'âges et (4) faire en sorte que la sélectivité des indices des ligneurs espagnols soient estimés au lieu d'être fixés pour une seule classe d'âge.

La paramétrisation du modèle s'écarterait de l'évaluation de 2009 dans le sens où une limite avait été appliquée aux estimations de la vulnérabilité des âges 1 à 8 pour la période 2009-2011 pour pénaliser les écarts importants des estimations de la mortalité par pêche par âge étant donné que les estimations de la VPA pour la période terminale comptent généralement peu d'information. Cette limite n'a pas été appliquée dans l'évaluation précédente et une analyse de sensibilité a été réalisée pour déterminer l'effet de cette paramétrisation. Sur la base d'une recommandation formulée par le Groupe d'espèces, il a été postulé que la saison du frai commence le 1er mai, alors qu'il avait été postulé dans l'évaluation précédente que la saison du frai commençait le 1er juillet. Il est recommandé que ce postulat soit évalué à l'avenir, étant donné que la paramétrisation du modèle VPA dépend de ce postulat. Le modèle de référence a été paramétrisé selon ces postulats et une analyse par bootstrap (500 itérations) a été appliquée pour déterminer l'incertitude entourant les estimations du modèle de référence de la biomasse du stock reproducteur (SSB) et de la mortalité par pêche par âge (FAA).

Diagnostics

Les ajustements du modèle aux indices d'abondance et aux valeurs résiduelles ont été examinés afin de déterminer la pertinence de l'ajustement de la VPA aux différentes données des indices. Plusieurs scénarios alternatifs du modèle ont été réalisés afin de déterminer la sensibilité du modèle de référence aux différents postulats et d'estimer l'effet de la modification de ces postulats sur les résultats de la VPA. Les analyses de sensibilité incluaient:

- Une analyse des indices d'abondance relative obtenus par eustachage dans laquelle chaque indice a été retiré de manière itérative afin de déterminer l'influence des indices individuels sur des estimations du modèle.
- Une analyse de la mortalité naturelle variant avec l'âge (âge-1 $M = 0,63$, âge-2 $M = 0,46$, âge 3 $M = 0,38$, âge 4 $M = 0,34$, âge 5 $M = 0,31$, âge 6 $M = 0,29$, âge-7 $M = 0,31$, âge 8 + $M = 0,50$) a été comparée à la mortalité naturelle constante à travers les âges de 0,3, postulée dans le modèle de référence.
- Une analyse rétrospective dans laquelle les données des cinq dernières années ont été itérativement retirées pour examiner l'influence des années les plus récentes sur les estimations du modèle et pour comparer l'état du stock estimé dans le modèle de référence en 2011 avec un état du stock estimé rétrospectivement de 2001 projeté jusqu'en 2011.
- Ajout de la prise par âge, de la prise partielle par âge et des données de l'indice d'abondance relative de la période 1959-1974 afin de déterminer si l'ajout de cette série temporelle historique a donné lieu à une différence de l'estimation de l'état du stock et des points de référence (production maximale équilibrée, biomasse du stock reproducteur (SSB_{PME}) et mortalité par pêche selon une production maximale équilibrée (F_{PME})).

Résultats

Les estimations de l'abondance par âge (NAA) à partir du modèle de référence de la VPA indiquaient une forte baisse entre 1978 et 1984 (**Figures 58 et 59**) comme suite à une diminution des prises de classes d'âge plus âgées (**Figure 58**) et une diminution des prises par unité d'effort des flottilles palangrières du Japon et du Taipei chinois (**Figure 60**). Les estimations de la mortalité par pêche par âge (FAA) oscillaient entre 0,1 et 0,8, la plus forte FAA étant estimée pour les âges 2, 3 et 4. La mortalité par pêche des classes des âges plus avancés a atteint un sommet en 1986, 1995 et 2000, et n'a cessé de diminuer au cours des 10 dernières années (**Figure 61**). Le modèle de référence a affiché un ajustement relativement bon aux indices palangriers du Japon et du Taipei chinois (début de la série) et un ajustement relativement faible aux données palangrières des États-Unis et du Taipei chinois (fin de la série) (**Figures 60 et 61**). L'ajustement du modèle aux indices des pêcheries de surface (ligneurs et canneurs) était moins cohérent que les indices palangriers de la première partie de la période, même si les tendances estimées entre les indices et les estimations du modèle étaient similaires. Les analyses par bootstrap ont fait preuve de stabilité dans les tendances estimées à long terme, mais ont présenté une incertitude

entourant les estimations de la NAA et de la FAA de jeunes classes d'âges (âges 1 à 3) au cours de la période terminale, ainsi qu'une incertitude entourant la NAA et la FAA des classes d'âges plus avancés (âges 6 à 8 +) au cours de la première partie de la période (**Figures 62 et 63**). Dans l'ensemble, les estimations de la NAA et de la FAA étaient moins variables pour les plus jeunes âges (à l'exception de la période terminale de 5 ans) et plus variables pour le groupe + (âges 8+) dans les itérations par bootstrap (**Figures 62 et 63**).

Les résultats du modèle VPA étaient sensibles au postulat de la mortalité naturelle (**Figure 64**), aux indices palangriers du Japon (**Figure 65**) et aux paramètres du F-ratio initial. Ils étaient moins sensibles aux paramètres du F terminal, à la mise à l'échelle de la variance et aux postulats de limite de vulnérabilité. Le passage du postulat d'une mortalité naturelle d'un âge constant (modèle de référence) à une mortalité variant avec l'âge a entraîné une augmentation de l'ampleur estimée de recrutement, de l'abondance des reproducteurs et de la biomasse du stock reproducteur, mais n'a pas modifié la tendance de la population à long terme (**Figure 64**). Les analyses par eustachage ont démontré que la tendance estimée à long terme était plus sensible à la suppression de l'indice des palangriers japonais, ce qui met en lumière l'influence de cet indice sur les estimations de stocks (**Figure 65**). La suppression de l'indice des palangriers japonais a donné lieu à une inversion de la tendance à long terme estimée, passant d'une diminution des stocks à une augmentation de l'abondance des stocks et de la biomasse de 1975 à 2011. L'indice palangrier des États-Unis a eu une grande influence sur la tendance estimée du stock de la période récente (2000 à 2011, **Figure 65**). Les indices du Taipei chinois et de la flottille de surface avaient une influence beaucoup plus réduite sur les estimations de l'abondance du stock. L'analyse rétrospective (suppression des prises et de l'abondance relative des dernières années) a indiqué que les estimations du modèle du recrutement et de la SSB ne sont pas sensibles aux données de la période récente (**Figure 66**).

L'estimation de l'état actuel du stock à partir du modèle de référence indique que le stock est surexploité et qu'il ne fait actuellement pas l'objet de surpêche (**Tableau 12, Figures 67 et 68**), la probabilité estimée de $SSB < SSB_{PME}$ et $F < F_{PME}$ s'élevant à 70 % (14 % de probabilité estimée d'être surexploité et de faire l'objet de surpêche $SSB < SSB_{PME}$ et $F > F_{PME}$, 15% de probabilité estimée de ne pas être surexploité et de ne pas faire l'objet de surpêche $SSB > SSB_{PME}$ et $F < F_{PME}$ et 1% de probabilité de ne pas être surexploité et de faire l'objet de surpêche $SSB > SSB_{PME}$ et $F > F_{PME}$). La biomasse estimée du stock reproducteur de 2011 s'élevait à 41.600 tonnes (intervalle de confiance à 80% de 35.400 à 51.100), avec une mortalité par pêche apicale estimée en 2011 de 0,26 (intervalle de confiance à 80% de 0,23 à 0,30). La PME estimée s'élevait à 36.500 tonnes (intervalle de confiance à 80% de 35.600 à 37.300). La biomasse du stock reproducteur pouvant soutenir la prise maximale équilibrée (SSB_{PME}) a été estimée à 50.800 tonnes (intervalle de confiance à 80% de 41.800 à 60.300), avec une F_{PME} estimée de 0,35 (intervalle de confiance à 80% de 0,32 à 0,41). La trajectoire du stock à long terme (**Figure 67**) à partir du modèle de référence indiquait que la SSB était supérieure à SSB_{PME} , que F était inférieur à F_{PME} en 1975, que F était supérieur à F_{PME} entre 1976 et 2007 et que la SSB était inférieure à la PME en 1985.

Les comparaisons de l'état du stock entre le modèle de référence et les scénarios de sensibilité influents ont mis en évidence l'incertitude entourant l'estimation de SSB_{2011} par rapport à SSB_{PME} (**Tableau 12, Figures 67 et 68**), alors que la médiane des estimations de la mortalité par pêche était plus solide dans les scénarios du modèle (**Tableau 12, Figures 67 et 68**). À titre d'exemple, le modèle de référence indiquait que SSB_{2011} se rapprochait de SSB_{PME} , par rapport à la mortalité variant avec l'âge et les scénarios obtenus par eustachage de l'indice palangrier des États-Unis qui estimaient que SSB était supérieure à SSB_{PME} en 2011, et également par rapport au scénario de la période historique qui estimait que SSB_{2011} était inférieure à SSB_{PME} . En revanche, la médiane des estimations de F_{2011} était inférieure à F_{PME} pour tous les scénarios du modèle. Alors que la suppression de l'indice palangrier japonais a entraîné une tendance de stock différant des autres scénarios du modèle, les ajustements de la courbe du recrutement du stock au recrutement estimé du modèle et à la SSB étaient pauvres, donnant lieu à des estimations biologiquement non plausibles de SSB_{2011}/SSB_{PME} et F_{2011}/F_{PME} . Il convient de noter que les estimations de l'état des stocks obtenues à partir de l'analyse de sensibilité par eustachage excluant l'indice japonais sont plus optimistes. Par conséquent, le scénario de sensibilité des données de la période historique représente le cas le plus pessimiste de la SSB actuelle, par rapport à SSB_{PME} . Cette analyse a été réalisée après la réunion de préparation des données et les données d'entrée historiques et la paramétrisation du modèle ont fait l'objet d'un examen plus approfondi. Par conséquent, ce scénario doit être considéré comme exploratoire et une évaluation plus rigoureuse est nécessaire (par exemple, la précision des données des captures historiques et les paramètres du F-ratio initial). En raison de l'incertitude entourant les données d'entrée et la paramétrisation du modèle, le modèle historique n'a pas été projeté dans l'avenir.

Sur la base des sensibilités et du modèle de référence de la VPA, il a été prédit que les captures de 32.000 tonnes ou moins se traduiraient par une diminution de la mortalité par pêche et conduiraient le stock sur la voie du rétablissement. Ces prévisions étaient fiables pour tous les scénarios du modèle (**Figure 69**). En résumé, alors qu'une incertitude considérable entourait la SSB estimée du germon de l'Atlantique Nord à partir de la VPA, les stratégies de ponction soutenable prédites étaient cohérentes de manière générale.

4.1.6 Résumé de l'état du stock

Les points communs et les différences des résultats des différentes plates-formes de modélisation (MFCL, SS, VPA et ASPIC) ont été examinés. Bien que la gamme des paramètres de gestion estimés soit relativement large, presque tous les modèles indiquaient que le stock était surexploité, mais qu'il ne faisait actuellement pas l'objet de surpêche (**Figure 70**). Toutefois, les scénarios SS étaient plus cohérents les uns avec les autres qu'avec le modèle de référence de MFCL. La plupart des modèles de toutes les plates-formes affichaient une baisse de la biomasse du stock de 1930 à environ 1990 et une tendance croissante de la biomasse à partir de l'année 2000 environ. De même, la plupart des modèles dans toutes les configurations présentaient un niveau record de la mortalité par pêche en 1990 environ et une tendance à la baisse par la suite (**Figure 71**). En outre, les estimations de F/F_{PME} de la plupart des modèles des différentes plateformes étaient plus précises que les estimations de B/B_{PME} . Cela est également démontré par une projection rétrospective réalisée avec la VPA des 10 dernières années. Cette projection donnait à penser que les tendances de F/F_{PME} étaient plus prévisibles que les tendances de SSB/B_{PME} (**Figure 72**).

4.2 Stock du germon de l'Atlantique Sud

4.2.1 ASPIC

Méthodes

Le document SCRS/2013/118 présentait un modèle de production excédentaire en conditions de non-équilibre pour le stock de germon de l'océan Atlantique Sud, en utilisant le logiciel ASPIC (version 5.34). Les flottilles ont été classées de la même manière que dans l'évaluation de 2009 (**Tableau 13**). Les prises de chaque flottille (**Tableau 14**) ont été calculées sur la base des données de la Tâche I préparées lors de la réunion de 2013 de l'ICCAT de préparation des données sur le germon de l'Atlantique. Le **Tableau 15** présente les indices de CPUE utilisées dans les modèles. Plusieurs indices de CPUE utilisés dans la dernière évaluation n'ont pas été utilisés conformément aux décisions prises lors de la réunion de préparation des données sur le germon de l'Atlantique de 2013. Par conséquent, plusieurs flottilles n'ont pas d'indice de CPUE. Quatre modèles ont été examinés (**Tableau 16**). L'intervalle confiance de la trajectoire F/F_{PME} du scénario 7 présenté dans le document SCRS/2013/118 semblait peu ordinaire, c'est pourquoi la configuration du modèle a été modifiée lors de la réunion, ce qui a donné lieu à des intervalles de confiance plus raisonnables. Le Groupe a convenu que le modèle ASPIC doit être mis à jour avec les dernières données de capture et de CPUE.

État et diagnostics

En règle générale, tous les modèles ont prédit qu'à un moment donné dans le passé récent, le stock de germon du Sud avait fait l'objet de surpêche et avait été surexploité. Dans ces cas, hormis un modèle (scénario 7), la pression exercée par la pêche semble avoir diminué ces dernières années, ce qui s'est traduit par une augmentation ultérieure de la biomasse du stock.

Les résultats fondés sur les quatre cas de base suggèrent que le niveau d'exploitation de ces dernières années variait d'un cas à l'autre (B_{2012}/B_{PME} oscillait entre 0,813 et 0,950 et F_{2011}/F_{PME} entre 1,047 et 1,301, **Figure 82 et Tableau 17**). Afin d'élaborer des intervalles de confiance, 500 essais de bootstrap ont été réalisés pour chaque modèle. Les résultats obtenus par bootstrap des quatre cas sont présentés à la **Figure 83** (diagramme de Kobe I) et à la **Figure 84** (diagramme circulaire). Dans le cas du scénario 7, la majorité des résultats obtenus ont abouti dans le quadrant rouge du diagramme de Kobe (surexploité et faisant l'objet de surpêche), tandis que selon d'autres scénarios, les résultats étaient plus optimistes et aboutissaient dans le quadrant vert. Il est estimé que la PME oscille entre 22.620 t et 28.060 t (**Tableau 17**), ce qui se rapproche de la prise totale de 2011 (24.122 t).

Plusieurs analyses rétrospectives et de sensibilité ont été réalisées pour un scénario (scénario 8) du modèle ASPIC (**Tableau 18, Figure 73**). Les scénarios contenant l'indice palangrier de l'Uruguay divisé en deux périodes (1981-1991 et 1992-2011) sont inclus car cette pêcherie ciblait le thon obèse pendant la première période et l'espadon pendant la seconde période. En ce qui concerne les analyses de sensibilité, le B-ratio de la période initiale changeait pour chaque K et l'utilisation exclusive de l'indice de l'Uruguay ou du Japon (période de prises accessoires) a donné lieu à des résultats plus pessimiste et optimiste, respectivement. En ce qui concerne les analyses rétrospectives, des différences significatives ont été observées lorsque les données des six dernières années ont été supprimées.

4.2.2 Modèle de production excédentaire bayésien (BSP)

Le document SCRS/2013/123 présente une mise à jour du modèle de production excédentaire bayésien (BSP) qui avait été appliqué au stock de germon de l'Atlantique Sud dans l'évaluation de 2011 en ayant recours à deux années supplémentaires de données de capture et à la série de CPUE recommandée lors de la réunion de préparation des données sur le germon de 2013. Les priors informatifs de 2011 ont été utilisés ainsi qu'un prior alternatif pour r qui était moins informatif. Les modèles alternatifs ont été utilisés afin de prédire la probabilité que les stocks atteignent une biomasse supérieure à B_{PME} selon divers scénarios de gestion. Des diagrammes de Kobe ont également été élaborés. Les estimations de l'état actuel dépendent en grande mesure du type de méthode utilisée pour pondérer les points de données de la CPUE et la pondération de la prise donnait lieu à des estimations plus optimistes. Le choix du prior pour r n'exerce pas de forte influence sur l'estimation de l'état du stock, même si le prior moins informatif produit des intervalles de confiance plus larges.

Méthodes

Le modèle bayésien de production excédentaire (BSP) a été appliqué au germon de l'Atlantique Sud pour les quatre scénarios du modèle de référence qui ont été utilisés pour ASPIC. Les modèles utilisés étaient les suivants : (1) pondération égale des indices, modèle Schaefer, (2) pondération par prise, modèle Schaefer, (3) pondération égale, modèle Fox avec $B_{PME}/K=0,37$ et (4) pondération par prise, modèle Fox avec $B_{PME}/K=0,37$. Les distributions a priori bayésiennes de l'évaluation de 2011 ont été utilisées dans les quatre modèles de référence. La distribution a priori de la biomasse de 1956 par rapport à K était lognormale avec une moyenne de 0,9 et un écart-type logarithmique de 0,1 impliquant que la population était pratiquement non exploitée au cours de la première année de la pêcherie. La distribution a priori de K était uniforme sur l'échelle logarithmique. Un prior informatif du taux intrinsèque de l'augmentation de la population r a été élaboré tel que présenté dans Babcock (2012) et l'évaluation de 2011, et a été calculé par approximation par une distribution t avec une moyenne de 0,2, une variance de 0,025 et df 10.

Le modèle a été ajusté aux données de capture de 1956 à 2011. Il a été postulé que les prises de 2012 et 2013 équivalaient à la moyenne des années 2007-2011. Les indices de CPUE utilisés étaient la première partie de la palangre japonaise, la dernière partie de la palangre japonaise, la palangre du Taipei chinois, la première partie de la palangre uruguayenne et la dernière partie de la palangre uruguayenne.

Outre les quatre scénarios de référence, des analyses de sensibilité ont été réalisées dans le but d'évaluer les implications de l'utilisation de différentes séries de CPUE et de différents priors informatifs sur les paramètres du modèle (**Tableau 19**). Des analyses rétrospectives ont également été réalisées.

Le programme BSP (version 1, disponible dans le catalogue ICCAT de méthodes) a été utilisé pour estimer les distributions marginales postérieures au moyen d'un algorithme de SIR échantillonnage avec rééchantillonnage par importance. Les priors ou une distribution t à variables multiples ont été utilisés pour intégrer la distribution a posteriori, ce qui a produit des diagnostics adéquats de convergence. Un échantillonnage aléatoire de 5.000 échantillons provenant de la distribution conjointe a posteriori a été utilisé pour estimer la médiane de la trajectoire et les intervalles de confiance de 80 %, compte tenu de la gamme de stratégies de pêche constante et de stratégies de taux de mortalité par pêche constante. Un sous-échantillon de 500 échantillons a été utilisé pour élaborer les résultats de la matrice de Kobe.

État et diagnostics

Les quatre modèles de référence BSP ont estimé une baisse historique de l'abondance du germon de l'Atlantique Sud, suivie par une tendance à la hausse au cours des dix dernières années (**Figure 74**). L'état actuel du stock par rapport à B_{PME} et F_{PME} dépendait toutefois de la formulation du modèle (**Figure 82, Tableau 20**). Les modèles incluant une pondération par prise étaient plus optimistes que les modèles incluant une pondération égale. Les formulations du modèle de Schaefer et Fox estimaient des tendances similaires et un épuisement semblable depuis 1956 ; toutefois, étant donné que B_{PME}/K est inférieure dans le modèle Fox, le modèle Fox a estimé des valeurs supérieures de $B_{actuelle}/B_{PME}$. Les intervalles de confiance des estimations de B_{PME} et F_{PME} étaient relativement importants, notamment lorsque les pondérations des captures étaient incluses (**Figure 75**).

Une analyse rétrospective a été appliquée aux cas du modèle de Schaefer, incluant tant une pondération par prise qu'une pondération égale (**Figure 76**). Dans les deux cas, les projections du modèle générées au moyen des données allant jusqu'en 2005 étaient relativement semblables à celles de l'évaluation actuelle, impliquant que le modèle reflète correctement les dynamiques du germon de l'Atlantique Sud.

Les diagrammes des valeurs résiduelles de la CPUE par année indiquent que les valeurs résiduelles présentaient des tendances, notamment dans le cas de la première partie de la série palangrière japonaise et à la fin de la série de l'Uruguay (**Figure 77**). Les valeurs résiduelles se distribuaient normalement conformément aux diagrammes qq-normal. Lorsque les séries de CPUE étaient supprimées du modèle, le modèle le plus optimiste était celui qui incluait uniquement la pêcherie palangrière japonaise et le plus pessimiste celui qui incluait le Taipei chinois et l'Uruguay (**Figure 78**).

Lorsque d'autres priors ont été utilisés, la médiane de la trajectoire de la biomasse était la même que celle du cas de base, sauf pour les cas incluant des priors uniformes dans r et K , avec une pondération de la prise pour chacun des indices (**Figure 79 et Figure 81**). Dans le cas incluant une pondération égale et le modèle de Schaefer (**Figure 80a**), les distributions a posteriori de r et K présentaient un mode similaire pour les trois distributions a priori de K , avec davantage de priors informatifs fournissant des intervalles de confiance étroits. En revanche, les scénarios incluant une pondération par prise (**Figure 80b**), la distribution postérieure de K est très semblable au prior, ce qui implique que les informations provenant des données étaient limitées pour estimer r et K dans le cas de la pondération par prise. Ces données montrent que les données contenant une pondération égale fournissent davantage d'informations pour estimer les paramètres du modèle. Néanmoins, le modèle incluant une pondération par prise peut refléter plus précisément les tendances réelles, de sorte que les quatre modèles continuent à être utilisés comme cas de base.

4.2.3 Résumé de l'état du stock

Les huit modèles ASPIC et BSP présentent des tendances relativement uniformes de B/B_{PME} et F/F_{PME} au cours du temps (**Figure 82**). La médiane estimée de l'état actuel en 2011 se situe environ à $B/B_{PME}=1$ et $F/F_{PME}=1$ pour tous les modèles (**Figure 83**). Les modèles BSP étaient légèrement plus optimistes dans la médiane que dans les scénarios ASPIC, mais présentaient davantage d'incertitudes. Les diagrammes circulaires de Kobe illustrant la situation de 2011 varient d'un modèle à l'autre (**Figure 84**). Selon la moyenne des huit modèles, la probabilité de $B < B_{PME}$ et $F > F_{PME}$ (rouge) est de 0,57 et la probabilité de $B > B_{PME}$ et $F < F_{PME}$ (vert) est de 0,30 et la probabilité de situer dans le quadrant jaune est de 0,13.

5. Projections

Les résultats des projections utilisées pour formuler un avis sont décrits au titre de ce point de l'ordre du jour.

5.1 Atlantique Nord

Les résultats présentés à ce point ont été obtenus en projetant en avant les populations estimées de 2011 figurant au point 4.1.2 avec d'autres normes de contrôle de la ponction (« HCR »). Les sept scénarios envisagés dans le modèle de production ayant chacun recours à 501 résultats par bootstrap ont été projetés et ils sont tous considérés comme étant tout aussi plausibles les uns que les autres.

Les autres normes de contrôle de la ponction incluent d'autres mortalités par pêche cible $F_{cible} = [0,7, 0,75, 0,8, 0,85, 0,9 \text{ et } 1] \times F_{PME}$, des niveaux seuils de biomasse de $[0,6, 0,8 \text{ et } 1] \times B_{PME}$ et un point limite de référence de la biomasse de $B_{Lim} = 0,4 \times B_{PME}$. Dans le cadre de ces projections vers l'avant, la HCR est évaluée tous les trois ans et la mortalité par pêche est projetée en postulant une mise en œuvre parfaite.

Les résultats des projections sont illustrés à la **Figure 85** et au **Tableau 21**, qui indiquent la probabilité projetée de se situer dans le quadrant vert à l'horizon temporel projeté. La prise moyenne escomptée pour les trois premières années ainsi que la prise cumulée pour chaque future période quinquennale sont également présentées.

5.2 Atlantique Sud

5.2.1. Projections d'Aspic

Sur la base de l'examen par bootstrap (500 fois) de chaque scénario, des projections pour l'avenir ont été réalisées. La période de projection s'étale sur 15 ans (2012-2027). La prise constante future a été établie entre 14.000 et 36.000 t (avec des intervalles de 2.000 t) ou un F constant à $0,75 \times F_{PME}$ jusqu'à $1,00 \times F_{PME}$ (avec des intervalles de $0,05 \times F_{PME}$) a été postulé. Il a été postulé que la prise de 2012 et 2013 équivalait à la moyenne de 2007-2011 (20.937 t) tant dans le cas du scénario de prise constante que du scénario de F constant.

Le programme ASPICP ver. 3.16 a été utilisé pour réaliser les projections futures. Les résultats de ces projections de prise constante et de F constant sont présentés aux **Figures 86 et 87** respectivement, qui illustrent la médiane de la trajectoire selon différents scénarios de prise constante. La **Figure 88** présente la production prévue selon un scénario de F constant. Les matrices de Kobe II (probabilité de ne pas dépasser le niveau de PME) sont présentées au **Tableau 22** pour chaque scénario d'ASPIC. Ces résultats indiqueraient que les prises dépassant 26.000 t, ou qu'un F supérieur à $0,85 \cdot F_{PME}$, donneraient lieu à la réduction des ressources après 15 ans, selon presque tous les scénarios du modèle. Les scénarios postulant des séries de CPUE non pondérée sont en général plus optimistes que les séries de CPUE pondérée.

5.2.2 Projections de BSP

Les scénarios projetés sont fondamentalement les mêmes que ceux d'ASPIC dans le cas de l'Atlantique Sud. Selon une politique de prise constante, il est escompté que la médiane de la biomasse augmente et dépasse B_{PME} dans dix ans avec 50% de probabilités avec des TAC oscillant entre 18.000 et 34.000 t, selon le scénario (**Tableau 23, Figure 89**). Avec des taux de prise constante, les taux de capture inférieurs à F_{PME} ont permis à la population de rester à un niveau supérieur à B_{PME} avec une probabilité élevée pour tous les scénarios, à l'exception du cas incluant une pondération égale et le modèle de Schaefer. Lorsque F est égal à F_{PME} , la probabilité d'atteindre B_{PME} est presque nulle, car la trajectoire de la population est asymptote avant d'atteindre B_{PME} .

5.2.3. Projections pour l'Atlantique Sud

Les probabilités de la matrice de Kobe combinant les huit scénarios des modèles ASPIC et BSP avec une probabilité identique (**Tableau 24, Figure 90**) indiquent qu'une politique de capture fixant $0,90 F_{PME}$ ou un TAC de 20.000 t ramènerait F à un niveau inférieur à F_{PME} avec plus de 70 % de probabilité au cours des trois prochaines années. Augmenter B à un niveau supérieur à B_{PME} implique des réductions plus élevées de la mortalité par pêche. Une politique fixant $0,75F/F_{PME}$ permettrait $B > B_{PME}$ avec 85% de probabilité d'ici 2026. Un TAC de 20.000 t permettrait le rétablissement d'ici 2026 avec 70 % de probabilité. Le diagramme de Kobe de l'évaluation du stock de l'Atlantique Sud est présenté à la **Figure 91**.

6. Recommandations

6.1 Recherche et statistiques

- Le Groupe a recommandé que le cadre MSE en cours d'élaboration soit affiné pour le germon. Même si le Groupe a reconnu que des progrès ont été réalisés, les travaux devraient se poursuivre afin de mieux définir l'incertitude de l'état actuel et futur du stock.
- Le Groupe a reconnu qu'il était nécessaire d'intégrer des études environnementales dans les évaluations du germon et les évaluations similaires. Le Groupe a été confronté à de nouvelles informations donnant à penser que la profondeur de la couche mixte peut avoir une incidence sur la capturabilité des pêcheries de surface. Le Groupe a recommandé que des recherches soient réalisées plus en profondeur afin de confirmer cette question et a recommandé d'examiner des sources d'informations environnementales historiques susceptibles de contribuer à intégrer cette information dans les standardisations de CPUE des pêcheries de surface.
- Le Groupe a également recommandé de poursuivre les recherches afin de mieux définir la nature et, dans la mesure du possible, de quantifier les taux de mélange entre les océans Atlantique et Indien.
- Le Groupe a recommandé d'accroître les efforts en vue d'obtenir des séries historiques de capture, d'effort, de prise par taille, de distribution géographique et d'autres informations halieutiques connexes de la pêche des chalutiers semi-pélagiques français et d'autres pêcheries.
- Le Groupe s'est montré préoccupé par le fait que les déplacements des pêcheries palangrières peuvent avoir eu une incidence sur les tendances de leurs séries standardisées de CPUE. Par conséquent, le Groupe a recommandé de chercher de façon approfondie de meilleurs moyens pour intégrer les effets spatiaux dans la standardisation de la CPUE.
- Le Groupe a observé que les données d'échantillonnage de tailles de la palangre du Taipei chinois présentaient certains schémas qui peuvent ne pas refléter les changements de la population. Par conséquent, le Groupe a demandé d'éclaircir les raisons pouvant expliquer les schémas des données dans la mesure du possible.

- Étant donné que les dynamiques spatio-temporelles des pêcheries palangrières semblent affecter leur schéma de sélectivité, le Groupe a recommandé de redéfinir à l'avenir les pêcheries dans les modèles Multifan-CL et SS, compte tenu de la nature de ces pêcheries.
- De manière générale, le Groupe a fait remarquer que d'importantes incertitudes entourent encore la biologie, les pêcheries et la modélisation du germon de l'Atlantique Nord. Le Groupe continue dès lors de recommander le financement du Programme de recherche sur le germon.

6.2 Avis de gestion

Atlantique Nord

Le **Tableau 24** présente une gamme d'années et de niveaux de probabilité d'atteindre les objectifs de la Commission établis dans la Rec. 11-13. Des délais plus longs offrent davantage de possibilités pour les paramètres HCR qui projettent des probabilités plus élevées de se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe. Les projections HCR indiquent que si, par exemple, la Commission adopte une « probabilité élevée » de 75% en l'espace d'une période de 10 ans, la HCR présentant un seuil de biomasse à B_{PME} associée à un F_{cible} de $0,9 F_{PME}$ fournirait la prise cumulée escomptée la plus élevée de la période de 10 ans et la prise moyenne escomptée pour 2014-2016 s'élèverait à environ 26.200 t. Par contre, si la Commission estime qu'une « probabilité élevée » de 60% en l'espace d'une période de 5 ans est suffisante, la HCR présentant un seuil de biomasse à B_{PME} associée à un F_{cible} de $0,9 F_{PME}$ atteindrait également cet objectif et donnerait lieu à la prise cumulée escomptée la plus élevée qui fournirait une probabilité d'au moins 60% dans les 5 ans à venir et la prise moyenne pour 2014-2016 resterait à un niveau d'environ 26.200 t. L'examen de la mise en œuvre et d'autres incertitudes de ces projections changerait probablement les estimations des niveaux de probabilité.

Atlantique Sud

Des projections à un niveau conforme au TAC de 2013 (24.000 t) ont fait apparaître que la probabilité de se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe avec plus de 50% de possibilité ne serait atteinte qu'après 2020. Une probabilité semblable peut être atteinte plus tôt avec des valeurs de TAC inférieures.

Avec un niveau de capture d'environ 20.000 t, les probabilités de 50% seraient dépassées d'ici 2015 et les probabilités de 60% seraient dépassées d'ici 2018. Une réduction supplémentaire de la prise augmenterait la probabilité de rétablissement dans ces délais. De même, il est probable que des augmentations réduisent les probabilités de rétablissement et en prolongent les délais. Les prises supérieures au TAC actuel (24.000 t) ne permettront pas que le stock se rétablisse avec une probabilité d'au moins 50% selon le calendrier prévu.

7. Autres questions

Le Groupe a discuté de la facilité d'utilisation de différentes approches pour évaluer l'état des stocks de germon de l'Atlantique. Conformément à la procédure établie par l'ICCAT, l'utilisation de plusieurs méthodes par le SCRS pour évaluer les stocks apporte une grande valeur. Cette procédure nécessite toutefois une quantité considérable de travail de préparation des données ainsi qu'une requête importante de données, notamment si des modèles statistiques intégrés sont utilisés. Dans le cas de l'évaluation actuelle du germon de l'Atlantique Nord, l'utilisation de deux modèles statistiques intégrés, VPA et modèles de production, ainsi que la mise en place de la MSE, a été possible car un plan de travail précis et dense avait été préparé par le groupe d'espèces sur le germon. Ce plan a été dirigé avec succès par le rapporteur du groupe d'espèces et a été suivi à la lettre et deux réunions (préparation des données et évaluation) ont été tenues. Néanmoins, la mise en œuvre du plan de travail a également supposé une quantité considérable de travail de préparation pour les scientifiques participant à l'évaluation et pour le Secrétariat. Compte tenu du nombre de réunions prévues chaque année pour lesquelles le Secrétariat doit réaliser un travail de préparation et un travail ultérieur, le Secrétariat pourra difficilement assumer les évaluations de stocks impliquant un tel volume de travail à l'avenir.

Le Groupe a également évalué les avantages et les inconvénients de l'utilisation de méthodes telles que VPA, reposant sur la CAA lorsque d'importantes incertitudes entourent la détermination de l'âge. En ce qui concerne les modèles statistiques intégrés, le Groupe a évalué de manière positive l'utilisation de deux modèles (MFCL et SS3) afin de tester la solidité de ces modèles pour évaluer le germon de l'Atlantique Nord. Le Groupe a toutefois convenu qu'il serait difficile de continuer à réaliser une évaluation aussi complexe à l'avenir et qu'il serait nécessaire de débattre en profondeur des meilleurs modèles d'évaluation du germon de l'Atlantique Nord et Sud. L'évaluation des différentes procédures de gestion dans un cadre MSE pourrait aider le Groupe à prendre des décisions à ce sujet à l'avenir.

En ce qui concerne les travaux futurs, le Groupe a discuté de la façon de mieux tirer profit de la réunion de préparation des données afin de réexaminer et d'évaluer les postulats, les différentes valeurs résiduelles des ajustements et les configurations du modèle de l'évaluation précédente. L'objectif de cette proposition consiste à essayer d'améliorer la continuité entre la réunion d'évaluation et la prochaine réunion de préparation des données.

Il a été fait remarquer que les diagrammes de valeurs résiduelles des données telles que les compositions par taille pourraient être utiles pour détecter par exemple si une zone et/ou un engin a été mal attribué dans la base de données du Secrétariat.

De même, les valeurs résiduelles des séries temporelles de CPUE pourraient servir à l'évaluation ultérieure de ces séries temporelles et contribuer à fournir des informations en ce qui concerne l'inclusion ou l'exclusion de ces données à l'avenir. De cette manière, l'intitulé « réunion de pré-évaluation » pourrait remplacer l'intitulé « réunion de préparation des données » afin de mieux refléter l'objectif plus vaste qui pourrait inclure un réexamen des efforts déployés dans le cadre des évaluations antérieures.

8. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté et la réunion a été levée.

Références

- Anon. 2010, Report of the 2009 ICCAT Albacore Stock Assessment Session (*Madrid, Spain, July 13 to 18, 2009*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(4): 1113-1253.
- Anon. 2013, Report of the 2012 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (*Madrid, Spain, April 16 to 20, 2012*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 69 (in press).
- Anon. 2011, Report of the 2011 joint meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods and Bluefin tuna Species Group to analyze assessment methods developed under the GBYP and electronic tagging. http://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2011_WG%20METHODS-ENG.pdf
- Bard, F.X. 1981, Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. Ph.D. Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- Domingo, A., Pons, M., Jiménez, S., Miller, P., Barceló, C. and Swimmer, Y. 2012, Circle hook performance in the Uruguayan pelagic longline fishery. *Bulletin of Marine Science*. 88(3):499-511.
- Farley, J.H., Williams, A.J., Hoyle, S.D., Davies, C.R., Nicol, S.J. 2013, Reproductive Dynamics and Potential Annual Fecundity of South Pacific Albacore Tuna (*Thunnus alalunga*). *PLoS ONE* 8(4): e60577. doi:10.1371/journal.pone.0060577.
- Foreman, T.J. 1980, Synopsis of biological data on the albacore tuna, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788), in the Pacific Ocean. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Spec. Rep.*, 2: 17-70.
- ICCAT, 2012, Report for Biennial Period, 2010-11, Part II.
- ICCAT, 2006-2013, *ICCAT Manual (Chapter 2. Albacore). International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna*. In: *ICCAT Publications* [on-line]. Updated 2013. [Cited 01/27/]. <http://www.iccat.int/en/ICCATManual.htm>, ISBN (Electronic Edition): 978-92-990055-0-7
- ICES 2007, Report of the Study Group on Risk Assessment and Management Advice. *ICES CM 2007/RMC*: 02.
- Kell, L., O'Brien, C., Smith, M. Stokes, T. and Rackham, B. 1999, An evaluation of management procedures for implementing a precautionary approach in the ICES context for North Sea plaice (*Pleuronectes platessa*). *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 56(6): 834-845.
- Kell, L.T., De Oliveira, J.A., Punt, A.E., McAllister, M.K. and Kuikka, S. 2006, Operational management procedures: An introduction to the use of evaluation framework. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 36: 379-407.
- Kimura, D.K. and Chikuni, S. 1987, Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. *Biometrics* 43: 23-35.
- Lee, L.K. and Yeh, S.Y. 2007, Age and growth of South Atlantic albacore – a revision after the revelation of otolith daily ring counts. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 443-456.

- Penney, A. 1994. Morphometric relationships, annual catch-at-size for South African-caught South Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 42(1): 371-382.
- Santiago, J. 1993, A new length-weight relationship for the North Atlantic albacore. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 40(2): 316-319.
- Santiago, J. 2004, Dinámica de la población de atún blanco (*Thunnus alalunga*, Bonaterre 1788) del Atlántico Norte. Tesis Doctoral, Univ. País Vasco, 354 pp.
- Santiago, J. and Arrizabalaga, H. 2005, "An integrated growth study for North Atlantic albacore (*Thunnus alalunga* Bonn. 1788)." Ices J. Mar. Sci. 62: 740-749.
- Schrippa, M.J. 2009, Construction and evaluation of a two-sex assessment model for North Atlantic albacore (SCRS/2009/148).
- Serchuk, F.M. and Grainger, R.J.R. 1992, Development of the basis and form of ICES fisheries management advice: Historical background (1976-1990) and the new form of ACFM advice (1991-??). ICES CM 1992/Assess: 20.
- Williams, A.J., Farley, J.H., Hoyle, S.D., Davies, C.R., Nicol, S.J. 2012, Spatial and Sex-specific Variation in Growth of Albacore Tuna (*Thunnus alalunga*) across the South Pacific Ocean. PLoS ONE 7(6): e39318. doi:10.1371/journal.pone.0039318.

TABLEAUX

Tableau 1. Estimation de la prise par âge pour le germon du Nord.

Tableau 2. Moyennes trimestrielles des longueurs à l'âge et déviations standard utilisées pour créer les distributions de longueur à l'âge à l'aide de Kimura-Chikuni.

Tableau 3. Niveaux de F cible, seuil de biomasse, et niveaux des limites de biomasse devant être utilisés pour informer la Commission lorsqu'elle doit décider entre « forte probabilité » et « dès que possible », sous réserve du cadre de décision de la Rec. 11-13.

Tableau 4. Scénarios et spécifications du modèle MFCL (tous les scénarios alternatifs sont les mêmes que les scénarios du cas de base, sauf pour les changements spécifiés).

Tableau 5. Principales sorties estimées par les scénarios du cas de base et les scénarios alternatifs de MFCL (les valeurs rouges indiquent que le point de référence est inférieur à la PME). Les valeurs de F/F_{PME} , B/B_{PME} et SSB/SSB_{PME} sont les moyennes des valeurs des trois dernières années des trajectoires estimées du modèle, sans inclure la dernière année.

Tableau 6. Déviation standard de l'effort pour chaque série de CPUE dans chaque modèle.

Tableau 7. Résumé des séries de CPUE pour informer ASPIC dans chaque scénario.

Tableau 8. Paramètres estimés pour le modèle Schaefer pour les sept scénarios testés.

Tableau 9. Description des scénarios exploratoires Stock Synthèse.

Tableau 10. Erreur quadratique moyenne résiduelle issue des scénarios exploratoires SS.

Tableau 11. Description des scénarios exploratoires Stock Synthèse.

Tableau 12. Estimations du modèle de VPA des paramètres de recrutement de stock Beverton Holt (BH), de la production maximale équilibrée, de l'état du stock de 2011 pour le germon de l'Atlantique Nord et probabilité de $SSB > SSB_{PME}$ et $F < F_{PME}$ (quadrant vert dans le diagramme de phase de Kobe) à partir du cas de base du modèle et des scénarios de sensibilité influents. Il est à noter que les paramètres et les estimations de l'état des stocks pour le scénario de sensibilité de l'indice palangrier japonais ne sont pas présentés en raison de l'absence d'ajustement de la courbe de recrutement du stock à partir des estimations de VPA.

Tableau 13. Descriptions des flottilles utilisées dans les modèles ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud.

Tableau 14. Prises (t) de germon de l'Atlantique Sud pour chaque flottille selon ASPIC figurant au Tableau 13.

Tableau 15. Séries de CPUE standardisées incluses dans les modèles ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud.

Tableau 16. Détails de scénarios du modèle dans ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud.

Tableau 17. Résultats des scénarios du modèle ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud avec ceux de l'évaluation de 2011.

Tableau 18. Scénarios d'analyses de sensibilité pour les scénarios du modèle ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud.

Tableau 19. Spécifications du modèle pour les scénarios du modèle BSP de l'Atlantique Sud. Les scénarios des modèles F1-F4 sont les cas de base. Pour les analyses de sensibilité, les spécifications sont les mêmes que celles des cas de base, sauf indication contraire.

Tableau 20. Valeurs moyennes postérieures marginales des paramètres (CV entre parenthèses) pour les quatre cas de base BSP.

Tableau 21. Probabilité de la matrice de stratégie de Kobe 2 que le germon du Nord se trouve dans le quadrant « vert » au fil du temps en utilisant les paramètres HCR indiqués.

Tableau 22. Matrice de risque de Kobe II pour B-ratio et F-ratio (probabilité de ne pas dépasser le niveau de la PME) sur la base des résultats d'ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud.

Tableau 23. Matrices de stratégie de Kobe II pour chaque scénario du modèle BSP.

Tableau 24. Matrices de Kobe II pour les huit scénarios combinés dans l'Atlantique Sud.

FIGURES

Figure 1. Prise par âge (CAA) totale de germon du Nord.

Figure 2. Prise par âge partielle par flottille.

Figure 3. CPUE composite de la ligne traînante sur une échelle temporelle trimestrielle construite à l'aide de la méthodologie appliquée dans Anon. (2009), mais en utilisant un GLM à des fins d'ajustement pour les périodes temporelles chevauchantes.

Figure 4. CPUE composite de la ligne traînante sur une échelle temporelle annuelle construite à l'aide de la méthodologie appliquée dans Anon. (2009), mais en utilisant un GLM à des fins d'ajustement pour les périodes temporelles chevauchantes.

Figure 5. Matrice de corrélation pour les indices des stocks du Nord. Le bleu indique une corrélation positive et le rouge une corrélation négative. L'ordre des indices et les boîtes rectangulaires sont choisis selon une analyse par regroupement hiérarchique utilisant un jeu de dissemblances pour les indices regroupés.

Figure 6. Matrice de corrélation pour les indices des stocks du Sud. Le bleu indique une corrélation positive et le rouge une corrélation négative. L'ordre des indices et les boîtes rectangulaires sont choisis selon une analyse par regroupement hiérarchique utilisant un jeu de dissemblances pour les indices regroupés.

Figure 7. Carte des trois meilleures prises mensuelles de germon (1) pendant la première partie de la période et (2) pendant les dernières années, montrant les principales zones approximatives des principales prises de germon des flottilles palangrières du (a) Taipei chinois et (b) du Japon dans l'Atlantique Nord et Sud (toutes les prises mensuelles de germon de chaque période sont aléatoirement illustrées sous forme de diagrammes à l'intérieur de chaque carré de 5°).

Figure 8. CPUE nominale pour le Taipei chinois et le Japon entre 20°N-40°N et Ouest de 30°W.

Figure 9. Pourcentage de l'effort de pêche avec plus de 50% de prise de germon pour les stocks de l'Atlantique Nord (9a) et Sud (9b).

Figure 10. Tailles des zones où le germon est pêché par les palangriers dans l'Atlantique Nord et Sud : nombre de carrés de 5x5 avec au moins 1 t de germon capturé en un mois pour le stock de l'Atlantique Sud par les palangriers du Taipei chinois et du Japon.

Figure 11. Représentation schématique des éléments-clés de la Recommandation de l'ICCAT sur les principes de la prise de décisions sur des mesures de conservation et de gestion de l'ICCAT [Rec. 11-13].

Figure 12. Format générique des HCR recommandées par le SCRS (SCRS, 2011). Blimit est le point de référence limite de la biomasse. BThreshold (« Bseuil ») est le point de la biomasse auquel des mesures de gestion de plus en plus strictes devraient être prises au fur et à mesure que la biomasse diminue et Ftarget est le taux de mortalité par pêche cible qui sera appliqué de manière à être inférieur à FPME avec une « probabilité élevée » (Rec. 11-13).

Figure 13. Changement des distributions de taille (axe des ordonnées, en cm) de la capture de la flottille du Taipei chinois (axe des abscisses, en années).

Figure 14. Courbe de croissance utilisée dans le cas de base du modèle MULTIFAN-CL.

Figure 15. Biomasse estimée dans le temps par le cas de base du modèle MFCL.

Figure 16. Recrutement estimé dans le temps par le cas de base du modèle MFCL.

Figure 17. F estimé dans le temps par groupe d'âges par le cas de base du modèle MFCL.

Figure 18. Cas de base du modèle MFCL : a) CPUE normalisée et b) déviations de l'effort pour les flottilles utilisées dans l'ajustement du modèle.

- Figure 19.** Sélectivités estimées pour chaque pêcherie par le cas de base du modèle MFCL.
- Figure 20.** Relation stock-recrutement estimée par le cas de base du modèle MFCL.
- Figure 21.** Courbe de production estimée par le cas de base du modèle MFCL.
- Figure 22.** Biomasse actuelle par rapport à la biomasse correspondant à la PME.
- Figure 23.** Biomasse actuelle du stock reproducteur par rapport à la biomasse du stock reproducteur correspondant à la PME.
- Figure 24.** F actuel par rapport à F correspondant à la PME.
- Figure 25.** Ajustement du cas de base du modèle aux données de fréquence de tailles par pêcherie.
- Figure 26.** Valeurs résiduelles du cas de base du modèle pour l'ajustement aux données de fréquence de tailles par pêcherie.
- Figure 27.** Trajectoires de la biomasse estimées par le modèle dans le temps pour les scénarios du cas de base et les scénarios alternatifs.
- Figure 28.** Sélectivités estimées par le modèle MFCL alt1 pour les trois pêcheries palangrières du Taipei chinois.
- Figure 29.** Vecteur spécifique de l'âge de la mortalité naturelle inclus dans le scénario alt5.
- Figure 30.** Profil de vraisemblance de F/FPME pour le cas de base MFCL.
- Figure 31.** Profil de vraisemblance de SSB/SSBPME pour le cas de base MFCL.
- Figure 32.** Diagramme de Kobe créé à partir du cas de base du modèle MFCL. Le point noir indique les plus récents paramètres estimés par le modèle tandis que le nuage bleu de points représente l'incertitude entourant l'estimation actuelle.
- Figure 33.** Diagramme de Kobe décrivant la probabilité que l'état actuel du stock s'inscrive dans chacun des quadrants du diagramme de Kobe.
- Figure 34.** Estimation de B/BPME et F/FPME dans les sept scénarios testés.
- Figure 35.** Diagramme de Kobe pour les sept scénarios testés : En bleu: Tendances estimées de B/BPME et F/FPME. En gris: Coordonnées des bootstraps de B/BPME et F/FPME de 2011.
- Figure 36.** Probabilité de se trouver dans différentes zones du diagramme de Kobe pour les estimations bootstrappées des sept scénarios testés.
- Figure 37.** Diagrammes de densité de B/BPME et F/FPME bootstrappés avec les sept scénarios testés.
- Figure 38.** Projections sur 20 ans avec une mortalité par pêche constante pour les sept scénarios considérés.
- Figure 39.** Projections sur 20 ans avec une capture constante pour les sept scénarios considérés.
- Figure 40.** Projections avec une capture constante pour le scénario 4.
- Figure 41.** Projections avec une capture constante pour le scénario 5.
- Figure 42.** Erreur quadratique moyenne résiduelle (RMSE) pour les séries temporelles de CPUE utilisées dans les scénarios exploratoires SS (il est à noter que les CPUE des flottilles 11 et 12 n'ont pas été utilisées).
- Figure 43.** Paramètre de gestion B/BPME pour les dix scénarios exploratoires SS.
- Figure 44.** Paramètre de gestion F/FPME pour les dix scénarios exploratoires SS.
- Figure 45.** Paramètre de gestion B/BPME pour les onze configurations SS post-exploratoires.
- Figure 46.** Paramètre de gestion F/FPME pour les onze configurations SS post-exploratoires.
- Figure 47.** Croissance et mortalité naturelle utilisées pour le scénario SS 12.
- Figure 48.** Sélectivités estimées et ajustement résultant aux compositions de taille globales, sexes combinés, pour le scénario SS 12. Il est à noter que les flottilles 11 et 12 n'ont pas été incluses dans l'ajustement du modèle.
- Figure 49.** Valeurs résiduelles de Pearson, sexes combinés, pour le scénario SS 12.
- Figure 50.** Ajustement aux séries temporelles de CPUE utilisées pour le scénario SS 12.
- Figure 51.** Biomasse du stock reproducteur (panneau inférieur gauche), recrutement (panneau supérieur gauche), fonction stock-recrutement (panneau inférieur droit) et valeurs résiduelles du recrutement (panneau supérieur droit) pour le scénario SS 12.
- Figure 52.** Estimations de B/BPME pour le cas de base MFCL et les scénarios SS 17, 17B et 17C.
- Figure 53.** Estimations de F/FPME pour le scénario SS 15 (scénario SS semblable à MFCL) et les scénarios SS 17, 17B et 17C.
- Figure 54.** Estimations de recrutement pour le cas de base MFCL et les scénarios SS 17, 17B et 17C.

Figure 55. Estimations de la biomasse du stock reproducteur pour le cas de base MFCL et les scénarios SS 17, 17B et 17C.

Figure 56. Estimations de la biomasse totale du stock pour le cas de base MFCL et les scénarios SS 17, 17B et 17C.

Figure 57. Comparaison entre B/BPME (en haut) et F/FPME (en bas) du cas de base MFCL SS, scénario SS 12, SS de l'évaluation de 2009 et le MFCL de l'évaluation de 2009. Ceux-ci représentent les scénarios définitifs issus de SS et MFCL en 2009 et 2013.

Figure 58. Données de prise par âge, estimation de l'abondance par âge et estimation de la mortalité par pêche à l'âge à partir du cas de base du modèle de l'analyse de population virtuelle pour le germon de l'Atlantique Nord.

Figure 59. Estimation du recrutement, de l'abondance du stock reproducteur et de la biomasse du stock reproducteur à partir du cas de base du modèle de l'analyse de population virtuelle du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 60. Ajustements du cas de base du modèle de l'analyse de population virtuelle aux indices d'abondance du germon de l'Atlantique Nord. JPN_LL = palangre japonaise, CTP_LL_1 = palangre du Taipei chinois période 1, CTP_LL_3 = palangre du Taipei chinois période 3, USA_LL = palangre des États-Unis, ESP_TROLL = ligne traînante espagnole, FRA_TROLL = ligne traînante française, ESP_BB = canneurs espagnols.

Figure 61. Erreur résiduelle du cas de base du modèle de VPA ajusté aux indices d'abondance.

Figure 62. Analyse par bootstrap des estimations de l'abondance par âge du germon de l'Atlantique Nord au moyen du modèle de base VPA. Les lignes noires montrent le scénario déterministe, les bootstraps sont indiqués par des lignes bleues.

Figure 63. Analyse par bootstrap des estimations de la mortalité par pêche à l'âge du germon de l'Atlantique Nord au moyen du modèle de base VPA. Les lignes noires montrent le scénario déterministe, les bootstraps sont indiqués par des lignes bleues.

Figure 64. Analyse de sensibilité de la mortalité naturelle du germon de l'Atlantique Nord par l'analyse de population virtuelle. Mortalité variant avec l'âge : âge-1=0,63, âge -2=0,46, âge -3=0,38, âge -4=0,34, âge -5=0,31, âge -6=0,29, âge -7=0,31, âge -8+=0,50 ; mortalité naturelle constante = 0,3 pour tous les âges.

Figure 65. Analyse de sensibilité de la mortalité naturelle du germon de l'Atlantique Nord par l'analyse de population virtuelle. JPN_LL = palangre japonaise, CTP_LL = palangre du Taipei chinois, USA_LL = palangre des États-Unis, ESP_TROLL = ligneurs de UE-Espagne, FRA_TROLL = palangre de UE-France, ESP_BB = palangre de UE-Espagne.

Figure 66. Analyse de sensibilité rétrospective du recrutement et de la biomasse du stock reproducteur (SSB) estimés à partir du cas de base du modèle VPA pour le germon de l'Atlantique Nord, supprimant de manière itérative de 1 à 5 années les plus récentes de données.

Figure 67. Diagramme de phases de Kobe indiquant l'état du stock de germon de l'Atlantique Nord à partir du modèle de VPA. La croix X bleue indique l'état du stock au début de la série temporelle, le point bleu indique l'état du stock en 2011 et les points en bleu clair indiquent les estimations de l'état du stock à partir des itérations de bootstrap.

Figure 68. Diagramme de phases de Kobe illustrant la probabilité relative de l'état du stock de germon de l'Atlantique Nord à partir du modèle de VPA.

Figure 69. Projections de l'état du stock de germon de l'Atlantique Nord à partir des modèles de VPA. De haut en bas : cas de base du modèle, cas de base du modèle avec les indices palangriers des États-Unis supprimés, et cas de base du modèle avec la mortalité naturelle dépendant de l'âge.

Figure 70. Résumé des estimations de l'état des stocks à l'aide de différents modèles et scénarios.

Figure 71. Comparaison de SSB/SSBPME (en haut) et F/FPME (en bas) des cas de base du modèle à partir des quatre plateformes de modélisation. Dans le cas d'ASPIC, le scénario 5 est représenté, lequel inclut toutes les séries de CPUE.

Figure 72. Projection rétrospective à partir de l'analyse de VPA.

Figure 73. Résultats des analyses de sensibilité et rétrospectives pour le scénario 8 ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud.

Figure 74. Ajustement du modèle BSP pour les quatre scénarios du cas de base.

Figure 75. Distributions postérieures (ligne continue) et a priori (ligne en pointillé) à partir des quatre scénarios du cas de base du modèle BSP pour l'Atlantique Sud.

Figure 76. Analyse rétrospective, avec projection après la dernière année de données utilisant les captures réelles, pour le modèle de Schaeffer (scénario F1 à gauche, F2 à droite) de BSP pour le germon de l'Atlantique Sud.

Figure 77. Valeurs résiduelles de la CPUE (à gauche) et diagrammes qq-normal résiduels (à droite) pour les quatre scénarios du cas de base BSP pour l'Atlantique Sud.

Figure 78. Analyses de sensibilité du BSP de l'Atlantique Sud supprimant certaines séries de CPUE, par rapport aux cas de base avec une pondération égale ou de capture. La forme fonctionnelle de Schaeffer a été utilisée dans tous les cas.

Figure 79. Médiane des trajectoires de la biomasse pour les scénarios du modèle BSP pour l'Atlantique Sud avec des priors alternatifs. « Base » est le cas de base. « Unif » est les priors uniformes sur r et k , et B_0/K fixé à 0,9, pareillement aux scénarios ASPIC. « Unif(K) » a un prior uniforme sur K .

Figure 80. Distributions a priori et a posteriori marginal pour r et K pour des formulations a priori alternatives et B/BPME et F/FPME pour des scénarios avec des priors alternatifs.

Figure 81. Médiane des trajectoires avec des intervalles de confiance de 80%, à partir des quatre cas de distribution alternative a priori du modèle BSP avec des priors uniformes sur r et K , et B_0/K fixé à 0,9 pour le germon de l'Atlantique Sud.

Figure 82. Trajectoires de la biomasse et du taux de mortalité par pêche pour le germon de l'Atlantique Sud.

Figure 83. Diagrammes de phases de Kobe pour le germon de l'Atlantique Sud. La dernière année est 2011 (triangle noir).

Figure 84. Diagrammes circulaires de Kobe illustrant l'état en 2011 pour tous les huit modèles séparément et pour tous les modèles combinés pour le germon de l'Atlantique Sud.

Figure 85. Probabilité projeté de se situer dans le quadrant « vert » dans différentes échelles temporelles pour diverses combinaisons de paramètres HCR, tel qu'indiqué. La colonne de gauche représente un cadre temporel sur 20 ans (1 génération moyenne + 10 ans - valeur parfois utilisée pour les stocks fortement décimés). La colonne centrale représente un cadre temporel de neuf ans (1 génération moyenne) et la colonne tout à fait à droite représente un cadre temporel de cinq ans. Les rangées représentent des niveaux de Bseuils (0,6 BPME, 0,8 BPME et BPME pour les rangées supérieures, du milieu et inférieures, respectivement).

Figure 86. Projection future (15 ans) de B-ratio (B/BPME) et F-ratio (F/FPME) pour quatre scénarios ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud en vertu d'une prise constante.

Figure 87. Projection future (15 ans) de B-ratio (B/BPME) et F-ratio (F/FPME) pour quatre scénarios avec le modèle ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud en vertu de F constant.

Figure 88. Production prédite pour la projection future (15 ans) pour les quatre scénarios avec ASPIC pour le germon de l'Atlantique Sud en vertu de F constant.

Figure 89. Médiane des projections avec les quatre scénarios du cas de base BSP pour le germon de l'Atlantique Sud, avec soit une prise constante, soit une politique de capture avec F constant.

Figure 90. Probabilité de se situer dans le quadrant « vert » ($B > BPME$ et $F < FPME$), pour les huit scénarios combinés dans l'Atlantique Sud.

Figure 91. Projections de Kobe pour l'Atlantique Sud pour les modèles ASPIC et BSP.

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Liste des documents.