



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Compte rendu 2024/022

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Compte rendu de l'examen par les pairs régional du cadre d'évaluation de la morue de la sous-division 3Ps

Date de la réunion : Les 8 et 10 octobre 2019

Endroit : St. John's (T.-N.-L.)

Présidente : Karen Dwyer

Rapporteur : Aaron Adamack

Direction des sciences
Pêches et Océans Canada
C.P. 5667

St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1

Avant-propos

Le présent compte rendu a pour but de consigner les principales activités et discussions qui ont eu lieu au cours de la réunion. Il peut contenir des recommandations sur les recherches à effectuer, des incertitudes et les justifications des décisions prises pendant la réunion. Le compte rendu peut aussi faire l'état de données, d'analyses ou d'interprétations passées en revue et rejetées pour des raisons scientifiques, en donnant la raison du rejet. Bien que les interprétations et les opinions contenues dans le présent rapport puissent être inexactes ou propres à induire en erreur, elles sont quand même reproduites aussi fidèlement que possible afin de refléter les échanges tenus au cours de la réunion. Ainsi, aucune partie de ce rapport ne doit être considérée en tant que reflet des conclusions de la réunion, à moins d'une indication précise en ce sens. De plus, un examen ultérieur de la question pourrait entraîner des changements aux conclusions, notamment si des renseignements supplémentaires pertinents, non disponibles au moment de la réunion, sont fournis par la suite. Finalement, dans les rares cas où des opinions divergentes sont exprimées officiellement, celles-ci sont également consignées dans les annexes du compte rendu.

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Secrétariat canadien des avis scientifiques
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

[http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2024

ISSN 2292-4264

ISBN 978-0-660-71185-0 N° cat. Fs70-4/2024-022F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2024. Compte rendu de l'examen par les pairs régional du cadre d'évaluation de la morue de la sous-division 3Ps; du 8 au 10 octobre 2019. Secr. can. des avis sci. du MPO. Compte rendu 2024/022

Also available in English:

DFO. 2024. *Proceedings of the Regional Peer Review on the 3Ps Cod Assessment Framework; October 8-10, 2019. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2024/022.*

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	iv
PRÉSENTATIONS.....	1
APERÇU DES INDICES ET DES DÉBARQUEMENTS DISPONIBLES	1
RECONSTRUCTION DES PRISES SELON L'ÂGE	2
MODÉLISATION DES POIDS DES PRISES ET DU STOCK.....	4
ÉCLAIRER LA MORTALITÉ NATURELLE	4
MORTALITÉ NATURELLE CORRIGÉE EN FONCTION DE L'ÉTAT POUR LA MORUE FRANCHE DE LA SOUS-DIVISION 3PS DE L'OPANO.....	6
ENTREVUES AVEC DES PÊCHEURS POUR DÉTERMINER LES LIMITES DE PRISES.....	8
DISCUSSION SUR LES LIMITES DE PRISES	9
MODÈLE ÉTAT-ESPACE POUR L'ÉVALUATION DU STOCK DE MORUE DE LA SOUS- DIVISION 3PS	11
MODÈLE DE TYPE SAM POUR LA MORUE DE LA SOUS-DIVISION 3PS AVEC ET SANS POST-STRATIFICATION.....	15
MODÈLE HYBRIDE POUR LA MORUE DE LA SOUS-DIVISION 3PS	19
DISCUSSION SUR LES FORMULATIONS DE MODÈLE.....	22
COMMENTAIRES DE L'EXAMINATEUR – A. MAGNUSSON	33
COMMENTAIRES DE L'EXAMINATEUR – G. THORDARSON.....	37
COMMENTAIRES DE L'EXAMINATEUR – H. BENOÎT	39
RECOMMANDATIONS DE RECHERCHE	41
RÉFÉRENCES CITÉES	42
ANNEXE I : CADRE DE RÉFÉRENCE	44
ANNEXE II : ORDRE DU JOUR	46
ANNEXE III : LISTE DES PARTICIPANTS.....	48

SOMMAIRE

Un processus régional d'examen par les pairs a eu lieu à St. John's, à Terre-Neuve-et-Labrador (T.-N.-L.), du 8 au 10 octobre 2019 pour évaluer la méthodologie d'estimation de la taille de la population et d'autres indicateurs de l'état du stock de morue franche de la sous-division 3Ps de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) (ci-après la 3Ps). La réunion sur le cadre d'évaluation a permis d'examiner et de tenir compte des modèles proposés de la dynamique des populations de la morue de la sous-division 3Ps (Atlantique) qui intègrent plusieurs sources de données (y compris les prises commerciales). Les sources de données appropriées pour la modélisation de la population de morue de la sous-division 3Ps ont été déterminées lors d'une réunion d'examen des données tenue en mai 2019 (Varkey *et al.* en préparation¹).

Le présent compte rendu contient des résumés des présentations et des discussions de la réunion. Le cadre de référence, l'ordre du jour et la liste des participants sont présentés en annexe. Parmi les participants figuraient des représentants de la Direction des sciences et de la Gestion des ressources de Pêches et Océans Canada (MPO), de l'industrie de la pêche, du gouvernement provincial, du milieu universitaire et d'organisations non gouvernementales.

En plus de ce compte rendu, les documents de recherche produits à la suite de cette réunion seront mis [en ligne](#) par le Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS).

¹ Varkey *et al.* en préparation. Report on data-review meeting in preparation for the assessment framework of 3Ps Cod stock in southern Newfoundland. Can. Tech. Rep. Fish. Aqua. Sci.

PRÉSENTATIONS

APERÇU DES INDICES ET DES DÉBARQUEMENTS DISPONIBLES

Présentation : D. Ings

Résumé

Un aperçu des débarquements et des données de recherche disponibles pour la modélisation de la population de morue de la sous-division 3Ps a été fourni. Les débarquements déclarés étaient disponibles depuis 1959. La série chronologique montre une diminution des débarquements dans les années 1970, suivie de quelques augmentations dans les années 1980 et d'un moratoire de 1993 à 1997. Les débarquements déclarés ont augmenté à environ 30 kt après le moratoire, mais ils ont généralement diminué depuis. Des relevés stratifiés aléatoires au chalut de fond ont été effectués dans la sous-division 3Ps au cours de diverses périodes par la France, le Canada et l'industrie canadienne. La France a effectué des relevés d'hiver des zones extracôtières de 1978 à 1992 à l'aide d'un chalut Lofoten. Le Canada a effectué des relevés d'hiver et de printemps des zones extracôtières et plus près des côtes de 1983 à aujourd'hui, mais l'engin Engel a été remplacé par un Campelen (crevette) entre 1995 et 1996. L'industrie canadienne a également effectué un relevé d'automne des zones extracôtières de 1997 à 2007 au moyen d'un chalut Campelen. Les taux de prises sans regroupement par âge (c.-à-d. les taux de prises selon l'âge) du relevé par pêche sentinelle effectué par les pêcheurs côtiers utilisant des filets maillants et des palangres, de juin à novembre de chaque année, étaient disponibles de 1995 à aujourd'hui. Tous les indices de recherche étaient très variables, et bon nombre d'entre eux montraient des effets propres à l'année. Peu de relevés ont couvert la période du moratoire.

Discussion

Le moment du relevé plurispécifique par navires de recherche du MPO (relevé de recherche) a varié, les données du printemps allant de février à avril au cours de la série chronologique. Ce calendrier variable peut créer de l'incertitude en raison des changements saisonniers de la répartition des poissons. Un examinateur demande comment les données ont été choisies pour leur utilisation dans le modèle, compte tenu des changements de calendrier dans les années 1980 et au début des années 1990. L'auteur explique que les différences entre l'habitat disponible et l'habitat occupé ont été étudiées afin d'évaluer l'incidence des changements saisonniers possibles de la répartition sur les résultats des relevés. Des différences significatives n'ont pas été détectées dans l'habitat de la morue utilisé avant 1993 (lorsque les relevés d'hiver au chalut Engel ont pris fin) par rapport à la période suivante.

Le relevé par pêche sentinelle utilise deux types d'engins différents : la palangre et le filet maillant. On discute de la façon dont les différences dans l'application spatiale des types d'engins peuvent avoir une incidence sur les résultats des relevés. De récents sites de relevé au filet maillant étaient concentrés dans la baie Placentia et le long de la côte. Le relevé à la palangre s'étend toutefois vers l'ouest à partir de la péninsule Burin. Malgré les différences spatiales dans l'utilisation de ces engins dans le relevé par pêche sentinelle de la sous-division 3Ps, les données d'étiquetage montrent le déplacement de la morue dans toute la zone échantillonnée. On fait remarquer que la force des composantes côtières du stock de morue de la sous-division 3Ps pouvait avoir changé au fil du temps. Cela remet en question la cohérence entre les séries chronologiques. Par conséquent, les itérations du modèle présentées plus tard au cours de la réunion comprenaient des exécutions avec et sans les données du relevé par pêche sentinelle.

Un participant à la réunion demande à l'auteur de préciser les objectifs, les forces et les limites du relevé par pêche sentinelle et du relevé de recherche. Le relevé par pêche sentinelle est un relevé de pêche côtière. Sa force est qu'il couvre la zone côtière, mais il est limité parce qu'il ne peut mesurer que le taux de prises; on ne sait pas quelle est la proportion du stock qu'il couvre. Le relevé de recherche est un relevé au chalut stratifié de façon aléatoire et indépendant de la pêche. Bien que dans la plupart des cas, les deux relevés ciblent des zones différentes de ce stock (côtier et hauturier), au cours de certaines années, le relevé de recherche a permis de réaliser des calées côtières. Les participants font remarquer que dans les années de l'indice du relevé de recherche où il y a à la fois des calées côtières et hauturières, la partie côtière du relevé ne semble pas être un facteur important de l'indice. L'auteur ajoute que les plus grandes différences observées entre les calées des relevés côtiers et hauturiers concernaient les classes d'âge plus jeunes.

Les participants à la réunion se demandent également s'il y avait une corrélation entre le relevé de recherche côtier et le relevé par pêche sentinelle. Bien que cela n'ait pas fait l'objet d'une étude détaillée, l'auteur ne s'attend pas à ce qu'il y ait une correspondance entre les deux relevés, principalement en raison des différences d'engins employés. Le relevé de recherche capture des classes de taille plus petite que le relevé par pêche sentinelle, mais les résultats pourraient être plus fortement corrélés pour les poissons plus âgés. Il est noté que le relevé par pêche sentinelle n'avait pas été établi comme indice de recrutement, mais qu'il l'avait été pour couvrir les zones côtières que le relevé de recherche ne pouvait pas atteindre. Le moment du relevé diffère également entre le relevé de recherche côtier et le relevé par pêche sentinelle; le relevé de recherche fournit un instantané des conditions au printemps, tandis que le relevé par pêche sentinelle s'étend sur plusieurs mois (de juillet à septembre) et comprend la période de fraie de la morue.

RECONSTRUCTION DES PRISES SELON L'ÂGE

Présentation : H. Penney

Résumé

Les prises selon l'âge sont importantes pour la modélisation de l'évaluation du stock parce qu'elles fournissent la structure par âge des prises commerciales et des prises de la pêche sentinelle. Les fréquences de longueur sont comparées aux clés âge-longueur. Les clés âge-longueur sont générées sur un sous-ensemble des prises qui sont échantillonnées par les observateurs des pêches (c.-à-d. que leurs otolithes sont retirés et utilisés pour déterminer l'âge des poissons). À l'aide des deux mesures (fréquence de longueur et clé âge-longueur), la structure par âge est déterminée chaque année pour les prises. Les fréquences de longueur et les clés âge-longueur sont appariées pour chaque type d'engin, zone et période de l'année (trimestre), afin d'établir les fréquences d'âge des prises. Les fréquences d'âge servent à déterminer la proportion du poids des prises de chaque âge. La qualité de l'appariement est déterminée en examinant la somme des produits. Lorsqu'il n'y avait pas de clé âge-longueur s'appariant parfaitement, on utilisait la meilleure clé âge-longueur de rechange biologiquement pertinente. Cela donne une estimation de la répartition selon l'âge des prises chaque année.

Deux principaux problèmes se posaient concernant les prises selon l'âge :

1. Avant 2011, les prises selon l'âge ont été déterminées dans un autre logiciel, de sorte que l'estimation et les augmentations (en mettant à l'échelle les mesures des poissons échantillonnés par rapport aux prises totales) ont été réalisées d'une façon différente;
2. L'appariement des fréquences de longueur et des clés âge-longueur peut être subjectif.

L'objectif de ce projet était de reconstituer les prises selon l'âge aussi loin que possible dans le temps. Les prises selon l'âge ont été reconstituées à partir des années les plus récentes et en remontant dans les temps pour les années 2017 à 1994, et 1992 à 1979 sans problème. Des données manquaient pour 1993, et les données de 1978 à 1974 devraient être réexaminées parce que les quantités de prises de flottilles étrangères étaient suspectes. De 1971 à 1973, la documentation sur les données n'était pas disponible, de sorte qu'il n'a pas été possible de les reconstituer. La reconstitution des années 1959 à 1975 était possible, mais ces reconstructions ne sont probablement pas aussi précises qu'après 1974.

Dans l'ensemble, il y avait peu de différences entre les anciennes et les nouvelles prises selon l'âge, sauf celles-ci :

1. plus de poissons de 2 ans sont présents au début de la série chronologique;
2. le suivi de la cohorte est apparent à l'aide des deux méthodes. Il y avait une corrélation entre tous les groupes d'âge, sauf pour les poissons de 2 ans.

Ces dernières années, la plupart des poissons sont âgés de 5 à 8 ans, car ce sont les âges que la pêche vise en grande partie. Une autre conclusion intéressante qui est ressortie de ce processus est que les poids diminuent pour la morue de 7 ans et plus au fil du temps, ce qui a également été reflété dans les relevés de recherche.

Discussion

On discute de la cohérence des cohortes : les cohortes sont généralement cohérentes entre les méthodes d'analyse et au fil du temps.

Un participant fait remarquer que les clés âge-longueur présentées sont propres aux engins et demande si l'engin fonctionnait comme approximation de l'emplacement. L'auteur explique qu'ils sont séparés en raison de la sélectivité des engins; par exemple, les filets maillants semblent capturer des poissons à croissance plus rapide que d'autres engins de pêche. Ils conviennent qu'il peut y avoir des effets de confusion entre les engins et l'emplacement géographique.

On demande des précisions sur l'appariement des fréquences de longueur et des clés âge-longueur. Les fréquences de longueur sont préparées par mois, par engin, par emplacement et par pays d'origine du navire. Les données des clés âge-longueur sont agrégées entre plusieurs catégories, car seule une fraction des poissons fait l'objet d'une détermination de l'âge (c.-à-d. que les otolithes sont retirés et qu'on en détermine l'âge). Lorsqu'on essaie d'apparier les fréquences de longueur aux clés âge-longueur, il n'y a pas toujours d'appariement exact. Un arbre de décision a été élaboré pour déterminer le meilleur appariement entre les fréquences de longueur et les fréquences d'âge.

Un participant observe que le poids moyen selon l'âge indique que la morue plus âgée semblait avoir grossi assez rapidement pour atteindre de grandes tailles, ce qui est le contraire de ce qu'on voit généralement (p. ex. les jeunes poissons croissent habituellement plus rapidement que les vieux poissons) et demande si cela pouvait être dû à la taille de l'échantillon d'otolithes (combien de poissons ont fait l'objet d'une détermination de l'âge). Après enquête, il ne semble pas que la taille de l'échantillon soit un problème; par exemple, on a déterminé l'âge de 2 389 otolithes pour l'ensemble des engins pour l'analyse des prises selon l'âge pour la morue de la sous-division 3Ps en 2016. On demande des précisions supplémentaires sur la raison pour laquelle les taux de croissance semblent avoir été plus rapides pour la morue âgée de 7 à 8 ans pesant environ 3 kg et de près du double pour la morue de 10 à 12 ans en quelques années (~5 kg). On laisse entendre que les cohortes plus âgées semblaient avoir grossi plus rapidement que les cohortes plus récentes. Cela pourrait être dû à un problème de taille de

l'échantillon par âge (les coefficients de variation pour les poissons plus âgés étant plus élevés que les coefficients de variation pour les poissons plus jeunes), à une variation spatiale du taux de croissance, ou à une période de mauvaises conditions pour la cohorte dont la croissance est plus lente.

On discute également des estimations des prises. Une méthode uniforme a été utilisée pour augmenter proportionnellement les prises, car des fréquences d'âge représentatives n'étaient pas toujours disponibles pour chaque emplacement et chaque période. Les prises ont été augmentées proportionnellement par zone, puis pour le trimestre. S'il manquait une fréquence selon l'âge pour une zone, un engin et une période en particulier, le trimestre le plus proche suivant ou la zone la plus proche utilisant le même engin étaient appliqués à cette zone. Pour la plupart des années postérieures à l'année 2000, les données étaient suffisantes pour produire des estimations des prises selon l'âge. Cependant, les données sont incomplètes pour certains engins. Les périodes antérieures présentent davantage de données manquantes, les années 1990 durant le moratoire étant particulièrement difficiles, car les prises et l'échantillonnage étaient faibles.

MODÉLISATION DES POIDS DES PRISES ET DU STOCK

Présentation : N. Cadigan

Résumé

Aucun résumé présenté.

Discussion

Un participant demande des précisions sur la différence entre la biomasse du stock reproducteur et les poids des prises selon l'âge. La biomasse du stock reproducteur est représentative des tendances de la population, tandis que la tendance des poids selon l'âge des prises reflète les débarquements, c.-à-d. que ces données (prises) sont assujetties au biais de longueur en fonction des débarquements de la pêche.

Les participants discutent des différences entre les poids du stock utilisé précédemment et les poids du stock mis à jour. La tendance à la hausse chez la morue de 4, 5 et 6 ans, selon les données commerciales, provient des filets maillants côtiers dans la baie Placentia. Cela peut être dû à une augmentation de l'utilisation de filets maillants de 6 pouces à partir de 2008 environ. Une autre explication possible de l'écart entre les poids du stock pour les poissons âgés de 3 à 6 ans peut être le « rejet sélectif » des petits poissons (la pratique consistant à sélectionner les poissons les plus désirables). On fait remarquer que l'écart ne figure pas dans les données de la pêche à la palangre. On note également qu'il y a eu un certain nombre de changements relativement aux engins utilisés, à la taille des mailles et à l'endroit où les engins sont utilisés, au fil des ans. On s'entend pour dire que si la procédure de calcul des poids du stock a été modifiée, les conséquences doivent être décrites lors des communications au sujet des variations du stock.

ÉCLAIRER LA MORTALITÉ NATURELLE

Présentation : G. Robertson

Résumé

Diverses étiquettes ont été posées sur la morue franche dans l'Atlantique Nord-Ouest depuis des décennies, et ces programmes ont aidé à déterminer le déplacement des poissons et la

structure du stock. Cependant, l'estimation sans biais de la mortalité à partir des données d'étiquetage nécessite plusieurs hypothèses qui ne peuvent habituellement pas être satisfaites par un programme de base d'étiquetage et de remise à l'eau. À partir de 1997, un programme annuel d'étiquetage de la morue a été lancé pour régler bon nombre de ces problèmes. Plus précisément, des méthodes d'estimation des taux de signalement des étiquettes, de mortalité induite par l'étiquetage et de perte des étiquettes ont toutes été élaborées. Le modèle d'évaluation de la morue du Nord pour les divisions 2J3KL de l'OPANO (MEMN) intègre toutes ces estimations dans un cadre pour le modèle état-espace et tient compte du caractère saisonnier du programme d'étiquetage de la morue et de la pêche, et du mélange incomplet des poissons directement après l'étiquetage. Le programme d'étiquetage dans la sous-division 3Ps est semblable sur le plan opérationnel à celui des divisions 2J3KL, mais aucun modèle intégré de la population n'est encore disponible pour ce stock. Pour estimer la pêche et la mortalité naturelle dans la sous-division 3Ps, les scripts (R) du MEMN qui traitaient les données d'étiquetage ont été extraits et recompilés dans un modèle autonome (*TagEst*). La sous-division 3Ps est un stock complexe, et les expériences d'étiquetage dans différentes parties de la sous-division 3Ps peuvent mener à des estimations différentes de la mortalité par pêche (F) et de la mortalité naturelle (M). Une autre modification du modèle *TagEst* a été ajoutée pour permettre un effet fixe de la subdivision de l'OPANO où l'étiquetage a été effectué. En général, le modèle *TagEst* a été en mesure d'estimer les valeurs annuelles de la F et de la M à partir des données d'étiquetage, au cours de la période de 1997 à 2017 (en utilisant la baie Fortune, sous-division 3Psb, comme niveau de référence). La F était sensible à la subdivision de l'étiquetage utilisée comme niveau de référence, tandis que la M n'était pas sensible à l'endroit où le poisson a été étiqueté pour la première fois. Ces résultats montrent que la M dans la sous-division 3Ps est une source importante de mortalité, et montrent une variation annuelle importante. Le défi que pose l'utilisation de données d'étiquetage dans un modèle d'évaluation pour la sous-division 3Ps demeure la façon d'estimer une F moyenne pour l'ensemble de la division lorsque les efforts d'étiquetage et la F semblent varier dans l'ensemble de la sous-division.

Discussion

Un participant fait remarquer qu'il y a eu des pics de M au début des années 2000, en 2008-2009 et en 2015-2016. Une comparaison de ces résultats avec la M pour la morue du Nord du MEMN a révélé quelques grandes similitudes, avec des pics de M entre 1999 et 2004, 2010, et une autre augmentation à partir de 2017. Il semble que la M estimée pour la morue de la sous-division 3Ps était plus variable que la M estimée pour la morue du Nord.

Les participants demandent plus de détails sur la longueur et la couverture spatiale du programme d'étiquetage. Le programme actuel existe depuis 1997, mais le niveau et l'ampleur de l'effort ont varié au fil du temps, allant de 100 000 à 10 000 morues étiquetées chaque année dans la région. Les données de l'étiquetage ne représentent pas une expérience randomisée ayant une répartition et un effort égaux. Des problèmes existent également en ce qui concerne le moment de l'étiquetage. En raison de tous ces enjeux, ces données ne sont pas prêtes à être incluses dans le modèle d'évaluation.

MORTALITÉ NATURELLE CORRIGÉE EN FONCTION DE L'ÉTAT POUR LA MORUE FRANCHE DE LA SOUS-DIVISION 3PS DE L'OPANO

Présentation : P. Régulier

Résumé

La famine est un processus omniprésent dans la nature, car tous les animaux dépendent de ressources limitées pour survivre. Les ressources alimentaires varient souvent selon les saisons et, par conséquent, les individus doivent endurer des périodes où ils dépendent de réserves d'énergie pour alimenter les processus fondamentaux de la vie. Les ressources alimentaires limitées peuvent finir par entraîner une mortalité provoquée par la famine et, selon l'ampleur de la restriction alimentaire, cela peut avoir des conséquences au niveau de la population. Des recherches antérieures ont indiqué que la mortalité causée par la famine peut être révélée en estimant la proportion d'individus souffrant d'émaciation sévère dans la population. À l'aide des données des relevés de recherche et par pêche sentinelle, un indice de mortalité induite par la famine a été calculé à partir de la proportion de morues en mauvais état. Les proportions les plus élevées de morue en mauvais état ont été observées pendant la période critique du printemps et, par conséquent, la plupart des décès causés par la famine se produisent probablement à ce moment-là. Cet indice de mortalité induite par la famine semble augmenter au cours des dernières années (depuis ~2004) et les tendances correspondent aux estimations fondées sur l'étiquetage de la M. Ces résultats indiquent que la mortalité induite par la famine représente une composante non négligeable de la mortalité vécue par le stock et laisse entendre que la disponibilité des proies peut être un facteur limitant la productivité de la morue dans la sous-division 3Ps.

Le facteur de condition (K) de Fulton est un indice de l'état corporel, qui est déterminé en mesurant le poids et la longueur de chaque poisson. Il repose sur l'hypothèse que les poissons plus lourds d'une longueur donnée possèdent plus de réserves d'énergie sous forme de graisse que ceux qui pèsent moins. Dans cette étude, on a calculé K et un état corporel relatif.

Discussion

On demande des précisions sur le choix d'un seuil d'état relatif. Pour les poissons en deçà du seuil de Fulton ($K = 0,65$) établi par Casini *et al.* (2016), la valeur moyenne de l'état relatif était de 0,85. Cette valeur était prudente comparativement aux valeurs de laboratoire de Dutil et Lambert (2000). L'auteur suggère que la moyenne du quantile supérieur des individus ayant un K inférieur à 0,65 pourrait fournir un lien plus étroit avec l'indice d'état relatif. Le seuil serait davantage comparable aux résultats obtenus en laboratoire. Il est possible de mettre à l'essai différents seuils qui influenceront sur les estimations de la mortalité, mais les profils et les tendances plus générales des estimations de la mortalité demeureront constantes.

On mentionne que la mise à l'échelle utilisée pour cette analyse est très importante. Certains participants à la réunion recommandent de considérer les tendances générales de la M comme utiles, sans trop mettre l'accent sur l'ampleur pour le moment.

Un participant demande des précisions sur une correction de 0,2 de l'estimation de la M attribuable à la famine. Le 0,2 représentait une estimation de la mortalité attribuable à d'autres causes, notamment la prédation, le parasitisme et les diverses autres composantes.

On propose également que la relation longueur-poids soit exécutée de nouveau pour la comparaison du K de Fulton à l'état relatif en n'utilisant que des poissons dont la longueur se situe dans la plage de tailles des poissons utilisés dans Dutil et Lambert (2000).

Un participant pose une question sur le lien entre les données sur l'étiquetage et les données sur l'état. On suggère qu'une option pourrait être d'optimiser le seuil d'état en utilisant la relation avec les données d'étiquetage. Essentiellement, on utiliserait les données d'étiquetage pour définir l'ampleur de la M corrigée selon l'état.

Presque toutes les valeurs de la M prévues étaient inférieures aux valeurs observées. L'auteur précise que c'est parce que la distribution normale appliquée aux prévisions ne saisit pas la queue de la distribution observée.

Des questions sont posées au sujet des différences de sélectivité des poissons entre le relevé par pêche sentinelle et le relevé de recherche. Les données sur l'état relatif sont cohérentes entre les deux relevés tout au long de l'année. Aucun biais n'était apparent dans les résidus de l'un ou l'autre des relevés. Toutefois, un examen plus approfondi est justifié. On note, par exemple, que la majeure partie de la M estimée se produisait au printemps, et que de faibles M étaient prévues à l'été et à l'automne. Il est donc possible que la sélectivité des engins ne pose pas de problème pour l'estimation de la mortalité, si la plus grande partie de la mortalité survient au printemps lorsque les poissons sont échantillonnés dans le cadre du relevé de recherche.

Un participant demande des détails supplémentaires sur le calcul de la M à partir de l'état relatif. On lui répond que la conversion est fondée sur la proportion de morue classée comme étant en mauvais état observée dans le relevé. Le modèle fournit également la moyenne et la variance de l'état par mois, et une distribution normale est appliquée pour calculer la proportion de poissons dans la population qui devrait tomber sous le seuil d'état critique. Cette valeur est ensuite convertie en un taux instantané et additionnée tout au long de l'année pour estimer la mortalité fondée sur l'état.

Cette analyse repose sur l'hypothèse selon laquelle les poissons en deçà d'un seuil d'état critique vont mourir de faim. Il s'agit d'une extrapolation à partir de travaux de laboratoire qui montre qu'une fois qu'un poisson tombe sous un certain seuil, il mourra de faim. Une fois qu'un poisson mange ses protéines musculaires, il risque d'être mangé, de simplement mourir, de succomber à des parasites ou que sa santé générale continue de décliner.

Un participant fait remarquer que la M augmente au fil du temps et pose des questions sur les liens possibles avec les conditions de l'écosystème. Les conditions peuvent être considérées comme une mesure indirecte de la disponibilité des proies. Des études récentes (p. ex. Bernier *et al.* 2018; Koen-Alonso et Cuff 2018) montrent que l'habitat de la morue dans la sous-division 3Ps se réchauffe et que des espèces du sud qui vivent en eaux plus chaudes, comme le merlu argenté, se déplacent vers la région. Cependant, les relations directes entre la température et l'état ou l'augmentation de la concurrence et l'état ne sont pas claires. On suppose qu'une concurrence accrue pour les proies pourrait être un facteur. On propose d'examiner plus à fond la productivité de l'écosystème et la disponibilité des poissons pélagiques pour établir un lien avec les tendances de l'état et de la mortalité de la morue.

Un autre participant remet en question le seuil d'état. Dans certains cas, dans le cadre d'études en laboratoire, les poissons affamés ont pu se rétablir une fois que l'alimentation a repris. Cela donne à penser que les poissons sauvages pourraient faire de même. Cependant, on note que le rétablissement peut être possible dans un environnement contrôlé (où les poissons sont nourris), tandis que chez les poissons sauvages ayant une masse musculaire limitée, il peut être difficile de capturer des proies une fois qu'ils tombent sous un certain poids corporel. D'autres recherches permettraient de préciser le seuil et de déterminer si les poissons peuvent se rétablir de la famine dans la nature.

Il n'a pas été possible, dans le temps imparti lors de la réunion, d'en arriver à un consensus sur la question de savoir si la M fondée sur l'état devrait être appliquée à l'évaluation. Il est convenu

que cette discussion, et les exécutions des modèles qui utilisent la M fondée sur l'état, seront réexaminées plus tard au cours de la réunion.

ENTREVUES AVEC DES PÊCHEURS POUR DÉTERMINER LES LIMITES DE PRISES

Présentation : E. Carruthers

Résumé

Les prises de poisson n'avaient pas été utilisées comme données d'entrée dans le modèle d'évaluation de la morue de la sous-division 3Ps, en partie en raison de l'incertitude dans la série chronologique des prises. D'autres évaluations des stocks canadiens ont utilisé des modèles de prises censurés ayant des limites de prises fondées sur des entrevues portant sur les connaissances des pêcheurs ou des relevés de l'industrie. Nous avons interrogé 23 pêcheurs utilisant des engins fixes qui, collectivement, avaient utilisé des casiers, des palangres, des palangrottes et des filets maillants pour pêcher la morue de 1956 à 2018. Les ports d'attache des pêcheurs étaient largement répartis de St. Brides, à l'est, à Burgeo, à l'ouest. Les renseignements fournis lors de ces entrevues peuvent être utilisés pour éclairer :

1. la durée de la série chronologique des prises à utiliser pour l'évaluation de la morue de la sous-division 3Ps;
2. les limites d'incertitude pour la série chronologique des prises, au moins pour la partie canadienne des engins fixes de la série chronologique;
3. la détermination des possibilités d'améliorer l'évaluation et la gestion de la morue de la sous-division 3Ps.

Une distinction claire a été faite entre les périodes précédant et suivant le moratoire, avec de grandes différences dans la façon dont la pêche était pratiquée et dont les débarquements étaient déclarés. Pendant la période précédant le moratoire, la pêche au casier constituait une grande partie des débarquements d'engins fixes. Les morues de taille trop petite capturées dans des casiers étaient soit rejetées ou salées pour un usage personnel et ne figuraient pas dans les données sur les débarquements avec reçu. Les rejets dus à la déprédation ne sont pas sélectifs en fonction de la taille et ont été uniformes dans l'ensemble de la série chronologique, sauf lorsqu'il y a des événements de rejet particuliers. Les pêcheurs ont estimé qu'environ 2 % de la biomasse des prises a été éliminée des pêches au filet maillant tout au long de la série chronologique en raison de la déprédation, sauf dans les régions et les périodes associées à de longues durées d'immersion et au pou du poisson ou à la déprédation par la myxine. Les pêcheurs ont non seulement localisé les régions associées à une déprédation plus élevée, mais ils ont également précisé leurs stratégies pour réduire au minimum les pertes qu'elle entraîne. Des mesures incitatives pour le rejet sélectif de gros poissons ont probablement été prises entre 1998 et 2002 et entre 2006 et 2010. L'incidence de ces périodes ou régions sur la série chronologique globale des engins fixes semble minime compte tenu de la proportion des débarquements par rapport aux débarquements annuels de morue dans la sous-division 3Ps. Les commentaires des pêcheurs sur la vérification à quai correspondaient aux données du programme de vérification à quai, avec une vérification de près de 100 % dans les ports à volume élevé au cours des 10 dernières années. Les entrevues sur les connaissances des pêcheurs ont non seulement aidé à définir les limites de prises et les différents délais de déclaration, mais elles ont aussi aidé à trouver des façons d'améliorer l'évaluation et la gestion, notamment en modifiant les programmes d'étiquetage et de déclaration dans les journaux de bord.

Il convient toutefois de noter que toute estimation des niveaux de déclaration des prises à l'échelle du stock devrait inclure des estimations des flottilles d'engins mobiles et internationales, en plus de la flottille canadienne d'engins fixes.

Discussion

Un participant demande des précisions sur la façon dont une exigence de permis pour la vérification à quai de 100 % a interagi avec l'approche à plusieurs niveaux des ports, où les ports de niveau 1 ont une couverture de 90 % et plus, et les ports de niveau 2 ont une couverture de 60 % et plus, etc. La présentatrice précise que l'exigence de vérification à quai de 100 % n'a pas été respectée depuis le début du programme.

Un participant commente la constatation selon laquelle le rejet sélectif était un problème à la fin des années 1990 et au début des années 2000. Au cours de cette période, il y avait une divergence de poids selon l'âge (3 à 6) des poissons de la pêche commerciale notée dans la présentation précédente de N. Cadigan. Cependant, la réunion n'a pas permis de déterminer une raison convaincante pour laquelle le rejet sélectif entraînerait la tendance observée où les poids augmentaient pour les jeunes et diminuaient pour les poissons plus âgés. De plus, la tendance s'est poursuivie jusqu'à aujourd'hui, avec peu de preuves de rejet sélectif. Le relevé sur les poissons comprend une question sur le rejet sélectif, mais il n'existe pas d'estimation de sa prévalence dans cette pêche.

On fait remarquer que cette présentation ne portait que sur la pêche aux engins fixes. Il faut donc faire attention lorsqu'on extrapole les constatations du relevé à l'ensemble de la pêche.

DISCUSSION SUR LES LIMITES DE PRISES

Présentation : Discussion générale dirigée par D. Ings et D. Varkey

Résumé

Aucun résumé présenté.

Discussion

La présentatrice entame la discussion en signalant qu'elle a travaillé avec *Fish, Food, and Allied Workers Union – Unifor* (FFAW–Unifor) sur les entrevues avec les pêcheurs et qu'elle a été en mesure de comparer les résultats de ces travaux avec d'autres données utilisées pour cet effort de modélisation. Plus précisément, les ensembles de données sur les débarquements du Canada et de l'OPANO. Les limites plus étendues au cours des premières périodes étaient attribuables aux écarts entre les ensembles de données sur les débarquements du Canada et de l'OPANO. Pour les dernières années, les données utilisées dans les modèles semblent correspondre à l'information des entrevues.

Un participant souligne que, lorsque c'était permis, il y avait des rejets dans la pêche hauturière, mais la quantité exacte pour éclairer les limites de prises n'est pas connue. Il pense également qu'il pourrait y avoir de l'incertitude dans les données sur les débarquements en raison de la sous-déclaration et de la surdéclaration avant 1992. Les problèmes ont été résolus grâce à une vérification accrue des prises, ce qui a réduit les limites de prises.

Un participant fait remarquer qu'il semblait y avoir trois périodes où il fallait étendre les limites de prises :

-
1. La période suivant l'élargissement de la compétence du Canada (1974 à 1977). Les débarquements déclarés pour le stock diffèrent de ceux utilisés par l'OPANO pendant cette période.
 2. Avant 1992, il y a une période où les débarquements français étaient beaucoup plus élevés que ceux acceptés par l'OPANO pour le stock.
 3. Pour la période plus récente, il y a des problèmes de rejet sélectif et certains cas où les navires hauturiers dépassent leur quota (et les rejets subséquents) pendant la période de réouverture.

La présentatrice est d'avis qu'une étude plus poussée sur les sources d'incertitude pourrait en fin de compte appuyer un argument en faveur de limites de prises plus étendues. On suggère que des valeurs différentes pour les limites soient mises à l'essai pour la période la plus ancienne en raison des niveaux élevés d'incertitude associés aux débarquements signalés (1959 à 1972).

Pour la période antérieure à 1992, les débarquements étaient moins précis et une discussion a lieu à propos de l'appui des limites de prises appliquées. On fait remarquer que pour la morue du Nord, la limite supérieure est de 1,5. Cependant, contrairement à la morue du Nord, il ne semble pas y avoir eu de pêche étrangère (p. ex. pêche par des pays autres que le Canada ou la France) sur le stock de la sous-division depuis 1978. Alors que pour la morue du Nord, il y a eu une pêche étrangère jusqu'en 1992. On constate également qu'il y avait de très grandes prises au début de la série chronologique (avant les années 1970), et qu'un multiplicateur de 1,1 sur ces premières prises représente une quantité importante de poissons par rapport aux années ultérieures où les débarquements étaient plus petits.

De la fin des années 1980 au début des années 1990, les déclarations erronées de prises sont en grande partie attribuables aux négociations en cours sur les parts de prises entre le Canada et la France. Le stock a été évalué par l'OPANO à ce moment-là, mais les débarquements déclarés par la France n'ont pas été acceptés en raison de preuves de surdéclaration. De plus, la frontière entre la France et la zone économique exclusive (ZEE) du Canada au sein de la sous-division 3Ps a été établie au cours de cette période. On peut justifier qu'il y ait eu des pressions politiques possibles pour gonfler les débarquements déclarés, alors que cette décision était en délibération, pour influencer les parts de quota.

Pour les premières périodes, les limites de prises plus étendues étaient largement fondées sur l'écart entre les débarquements acceptés pour le stock et les débarquements déclarés à l'OPANO. Un participant suggère que des limites étendues soient maintenues comme mesure de précaution, et qu'il devrait y avoir présentation de données probantes avant d'utiliser des limites plus étroites. La présidente mentionne que des exécutions de modèle ont été préparées avec différents ensembles de limites, et que ces exécutions feront l'objet d'examen et de discussions plus tard au cours de la réunion.

À la suite de cette discussion, les participants conviennent que les limites de prises présentées étaient appuyées de façon appropriée par les données disponibles et l'historique de la pêche.

MODÈLE ÉTAT-ESPACE POUR L'ÉVALUATION DU STOCK DE MORUE DE LA SOUS-DIVISION 3PS

Présentation : N. Cadigan

Résumé

La mise en œuvre d'un modèle état-espace (MEE) pour l'évaluation du stock de morue de la sous-division 3Ps est décrite ici. L'un des défis liés à l'évaluation pour la morue de la sous-division 3Ps est qu'il existe des incertitudes et des biais possibles dans les données sur les débarquements de pêche. L'approche de la vraisemblance censurée a été utilisée en fonction des meilleurs renseignements disponibles sur les limites des débarquements pour tenir compte de cette incertitude. Le MEE n'utilise que des renseignements sur les limites inférieures et supérieures des véritables débarquements. L'information sur la composition par âge des prises est incluse dans l'ajustement du modèle par l'application d'une vraisemblance des données sur la composition fondée sur les logits du rapport de continuation des proportions des prises selon l'âge.

Autrement, le modèle décrit est formulé de la même façon que le modèle d'évaluation état-espace typique (modèle SAM [State-space Assessment Model]) (Nielsen et Berg 2014, Berg et Nielsen 2016) utilisé dans les évaluations du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM), avec quelques différences dans le modèle stochastique pour la variation des mortalités par pêche (F) et la fonction de vraisemblance pour les indices du relevé. Ces indices ont une distribution normale avec un coefficient de variation constant, tandis que le modèle SAM est basé sur la distribution log-normale. Les deux distributions ont la même moyenne et la même structure de variance, mais l'un des avantages de l'utilisation de la distribution normale est que les indices ayant des valeurs nulles peuvent être utilisés pour l'estimation, alors qu'ils ne peuvent pas l'être avec la distribution log-normale. Il s'agit d'un problème important lorsque de nombreux zéros ne sont pas distribués aléatoirement dans les âges et les années, ce qui est le cas pour la morue de la sous-division 3Ps.

Le relevé de recherche a été élargi pour inclure les strates côtières en 1997, et les indices pour toutes les strates sont appelés indices RV_IO, tandis que les indices des strates visées par les relevés avant 1997 sont appelés indices RV_OFF. La répartition selon l'âge de la morue de la sous-division 3Ps varie dans l'espace, de sorte que les poissons plus jeunes se trouvent plus près de la rive. Les indices RV_OFF et RV_IO ont été traités comme des indices distincts avec des paramètres de capturabilité différents, mais ils comprenaient également une composante de vraisemblance pour les différences fondées sur l'âge dans RV_IO moins RV_OFF depuis 1997 pour limiter les différences de capturabilité pour ces deux indices.

Les données d'entrée de base du modèle sont :

- Années du modèle 1959 à 2019 et âges de 1 à 14+.
- Limites des débarquements de 1959 à 2018.
- Deux scénarios d'incertitude au sujet des débarquements :
 - Bons multiplicateurs de débarquements;
 - Multiplicateurs de débarquements incertains.
- Compositions par âge des prises, 1959 à 2017 et âges 3 à 14+.
- Indices du relevé :
 - Can_RV_IO, 1997 à 2018 (sauf 2006) et âges 1 à 14+.
 - CAN_RV_OFF, 1983 à 1996 et âges de 1 à 14+.

-
- ERHAPS, 1978 à 1992, âges de 2 à 14+.
 - Conseil des allocations aux entreprises d'exploitation du poisson de fond (GEAC), 1998 à 2005, âges 2 à 13. Impossible d'obtenir un indice de 14+ pour ce relevé.
 - SENT_GN, 1995 à 2017, âges 3 à 10.
 - SENT_LT, 1995 à 2017, âges 3 à 10.
 - RV_IO-RV_OFF, 1997 à 2018 (sauf 2006); âges 2 à 14+. Nota : l'âge 1 n'est pas utilisé.
- Âge 1 M = 0,5, âge 2 M = 0,3 et M = 0,2 pour les autres âges. M constante d'une année à l'autre.
 - Poids du stock selon un modèle simple.
 - Poids bruts des prises. Poids des prises selon l'âge en 2018 présumé égal à 2017.

De nombreuses formulations de modèle ont été présentées et comparées en ce qui concerne les résultats de l'AIC (critère d'information Akaike)/BIC (critère d'information bayésien) et ceux du modèle. Des diagnostics rétrospectifs ont été présentés pour certaines formulations de modèle. Les tendances des diagnostics rétrospectifs étaient suffisamment importantes pour être préoccupantes. Il a été difficile pour les formulations de modèle de bien s'ajuster aux indices du relevé par pêche sentinelle et du relevé de recherche. On n'a pas trouvé de formulation de modèle d'évaluation acceptable, et on a conclu qu'il fallait mener d'autres recherches sur les données d'entrée d'évaluation avant de pouvoir recommander une qui est fiable.

Discussion

Un participant demande s'il est possible d'entrer une valeur d'indice négative dans le modèle. La réponse est oui parce que le modèle ne prend jamais le logarithme de la valeur de l'indice. Toutefois, l'indice prévu sera toujours positif. Si l'estimateur subit une transformation logarithmique, le modèle est sensible aux petites estimations et moins aux grandes, car la transformation logarithmique transforme les très petites estimations en très grands nombres négatifs et les grandes estimations en nombres plus petits. L'approche utilisée ici est plus intuitive, les petites estimations ont peu d'influence, tandis que les grandes estimations ont une plus grande incidence (semblable à l'utilisation d'une distribution gamma).

Un participant laisse entendre que différentes sources de données (p. ex. les nombres et les poids selon l'âge, et les débarquements) auraient dû établir un lien entre les vraisemblances, car elles n'étaient pas totalement indépendantes les unes des autres, ce qui allait à l'encontre de la philosophie de modélisation du présentateur. Le présentateur suggère que dans ce type de situation, les estimations des prises pourraient être augmentées pour tenir compte de l'incertitude connexe.

Un participant demande si les écarts types d'une analyse stratifiée ont été comparés à ceux estimés par le modèle pour chaque relevé. Cela n'a pas été fait, mais le présentateur reconnaît que la comparaison serait informative.

On demande des précisions au présentateur sur la façon dont la M est traitée dans le modèle. Pour la plupart des cas, on a supposé que $M = 0,2$, sauf pour les âges 1 et 2. On fait remarquer que la M est principalement un scalaire, alors que la capturabilité est autorisée à être libre, sans limites. Avec l'utilisation d'erreurs de traitement, il n'était pas clair si le changement de la valeur scalaire de la M aurait une influence importante sur les résultats du modèle. Le présentateur indique que si la M variait au fil du temps, l'incidence serait plus grande. Les données d'étiquetage et les travaux sur la M fondée sur l'état font penser que la $M > 0,2$. Les participants soulignent que la formulation du modèle ayant une M accrue s'ajustait mieux aux données du relevé de recherche. Les participants au relevé discutent de l'augmentation de la valeur à $M = 0,4$. Les participants à la réunion discutent de la question de savoir si la modification de la M à

0,4 changerait la valeur scalaire de la F. On décide que ce ne serait probablement pas le cas si les capturabilités étaient agrégées, et qu'une amélioration du modèle est possible. Il serait utile d'examiner ce scénario pour voir si l'ajustement est à peu près le même. Si c'est le cas, cela donne à penser que les données disponibles ne sont pas informatives au sujet de la M.

On discute des changements apportés à la structure d'erreur dans le modèle. Le présentateur précise que la structure d'erreur a été adaptée pour tenir compte des données présentant un excès de zéros. Les diagnostics du modèle indiquent que les changements étaient appropriés. Cependant, pour les petites valeurs prédites, la distribution des valeurs prédites ne passe pas sous zéro, ce qui peut entraîner des intervalles de confiance irréalistes.

À titre de question complémentaire, on demande si l'ajustement du modèle dans un espace réel aurait une incidence sur le poids accordé à un nombre élevé. L'ajustement du modèle dans un espace réel impliquait l'utilisation de données non transformées. Le présentateur fait remarquer qu'il s'agit d'un défi constant pour ce type de modélisation; il n'est pas idéal que le modèle soit fortement influencé par des valeurs d'indices élevées, mais l'approche logarithmique de rechange a également été rejetée en raison de l'influence irréaliste des valeurs d'indices faibles. On convient qu'il pourrait être préférable d'ajuster des données brutes (non transformées). Cela pourrait faire l'objet d'une étude plus approfondie dans le cadre de travaux futurs, mais il n'est pas possible de le faire au moment de la présente réunion.

Un participant mentionne que certaines des formulations de modèle présentées semblent compenser les problèmes liés aux données ou aux indices, plutôt que les limites statistiques du modèle. On reconnaît que l'élaboration d'un modèle d'évaluation approprié est particulièrement difficile pour ce stock, en raison des signaux divergents des différentes données d'entrée du relevé. Le présentateur suggère qu'une solution pourrait être de passer à une analyse spatiale.

Un participant explique que la formulation actuelle du modèle permet de prévoir les estimations des débarquements proches des limites inférieures, même pendant les périodes pour lesquelles les données sont insuffisantes ou qui sont sujettes à une plus grande incertitude. Le participant propose une formulation de modèle qui forcerait les estimations des débarquements à s'éloigner des limites inférieures pendant les périodes de grande incertitude, ce qui pourrait être considéré comme des estimations plus réalistes. Le présentateur précise que dans la formulation actuelle du modèle, il n'y avait pas de préférences explicites quant à la position où les estimations des débarquements pouvaient se situer à l'intérieur des limites; par conséquent, les débarquements étaient tout aussi probables entre les limites inférieure et supérieure. Lorsqu'on lui demande s'il pouvait recommander l'une ou l'autre des formulations de modèle présentées, le présentateur indique très clairement qu'il ne trouvait aucune d'entre elles appropriée pour l'évaluation à ce stade, citant les problèmes continus d'estimation de la M, plus précisément l'absence d'estimations de la M fondées sur l'âge.

En ce qui concerne le rendement du modèle, le présentateur souligne que l'exécution du modèle au moyen d'erreurs de traitement autocorrélées présente les meilleurs diagnostics rétrospectifs et traite efficacement la M en fonction de l'âge, ce qui pourrait constituer une orientation prometteuse pour d'autres travaux. La présidente demande s'ils ont un modèle préféré maintenant, comme lors de la réunion préalable au cadre. On lui répond qu'il n'y avait plus de modèle favori en raison de diagnostics rétrospectifs irréalistes.

La discussion sur les erreurs de traitement s'oriente ensuite vers les effets propres à l'année. Par exemple, les participants à la réunion discutent des différences possibles dans le relevé de 2013 et des répercussions sur les résultats du modèle. Les graphiques des proportions normalisées selon l'âge au fil des années (PNAA) indiquent une modification de l'indice pour les poissons de 8 ans en 2013 et 2014, mais l'identification précise de la source de ces changements nécessiterait une étude des données qui dépasse le temps et la portée de cette

réunion. Les résultats détaillés du modèle et les données pour toutes les classes d'années récentes indiquent que les indices diminuent plus rapidement à un âge avancé que ce que le modèle est en mesure de prédire. Cela donne à penser que les ensembles de données sont en conflit; dans ce cas-ci, les prises de la pêche sentinelle à la palangre et les prises commerciales présentent des signaux différents.

Cette constatation suscite une discussion plus poussée sur la façon dont différentes formulations de modèle ajustent les tendances divergentes dans chaque ensemble de données d'entrée. Par exemple, la formulation du modèle M19 montrait un bon ajustement aux données de la pêche sentinelle à la palangre (coefficient de variation de 0,4), mais ce modèle ne s'ajustait pas à celles du filet maillant (coefficient de variation de 0,8) ni à celles du relevé français (CV ~ 0,5). En général, tous les modèles auront de la difficulté avec le relevé du GEAC et le relevé au filet maillant, mais l'élimination de ces données d'entrée a eu peu d'effet, car on ne leur accorde pas beaucoup de poids dans l'ajustement du modèle. Dans toutes les formulations de modèle, les données de la pêche à la palangre étaient toujours mieux ajustées. Cependant, un participant se dit préoccupé par les mauvais ajustements constants du modèle au relevé de recherche côtiers/hauturiers, car ce relevé offre la meilleure couverture du stock et la meilleure uniformité au fil du temps. Le présentateur est d'accord, déclarant que le relevé de recherche présente le meilleur potentiel pour représenter l'état du stock dans son ensemble. Cependant, ils notent que la plupart des poissons migrent vers les côtes pour se nourrir en été et peuvent être disponibles pour le relevé par pêche sentinelle à ce moment-là, mais que les indices de la pêche sentinelle semblent être affectés par les modifications de la capturabilité au fil du temps.

Un autre participant suggère que les données de la pêche sentinelle ne devraient pas être incluses dans la modélisation en raison de changements importants dans les poids selon l'âge, ce qui donne à penser que la capturabilité des engins fixes a considérablement changé au fil du temps, ce qui n'est pas saisi dans le modèle. D'autres préoccupations sont soulevées au sujet de l'inclusion de l'indice de la pêche sentinelle au filet maillant en particulier, qui est fondé sur la pêche d'une très petite partie de la zone du stock. Il est également préoccupant que l'étendue spatiale du relevé par pêche sentinelle ait changé au fil du temps. Le présentateur précise que les données sur la pêche à la palangre montrent un vaste profil de sélectivité et qu'elles peuvent être moins sensibles aux changements, mais convient que la pêche au filet maillant sera sensible aux changements de taille selon l'âge.

Un participant affirme qu'aucun des relevés ne faisait un suivi complet du stock, y compris le relevé de recherche, en citant les fluctuations de l'indice du relevé de recherche qu'ils proposaient qui n'étaient pas réalistes. Un participant indique que cette perception pourrait être attribuable au fait que l'on s'attend à ce que le relevé fasse le suivi des prises, plutôt que de l'état du stock. Ce contributeur insiste sur le fait que le relevé de recherche du MPO est un très bon indice de la dynamique du stock dans la sous-division 3Ps, mais qu'il semble y avoir un problème lorsqu'on essaie de l'associer à la structure des prises. Cette répartition peut être attribuable à la façon dont les prises sont associées au modèle d'évaluation du stock ou au manque de cohérence des indices du relevé au fil du temps, ce qui limite notre capacité de suivre des cohortes fortes. Bien que certaines cohortes puissent faire l'objet de suivi au fil du temps au moyen des données du relevé de recherche, du relevé par pêche sentinelle et des données sur les prises, il n'y a pas d'appariement direct des profils des cohortes entre les sources de données. Par exemple, les données du relevé par pêche sentinelle montrent des cohortes qui commencent à un fort niveau, déclinent rapidement et demeurent faibles, ce qui contraste avec tous les autres indices. Les profils contradictoires causent des problèmes d'ajustement du modèle. Le présentateur n'est pas d'accord avec l'idée de choisir les relevés, précisant que toutes les sources de données comportent des points forts et des limites.

Le relevé de recherche a révélé des effets propres à l'année relativement forts qui doivent être atténués en fournissant des données supplémentaires provenant d'autres indices au modèle. Cependant, ils reconnaissent que, dans ce cas, les données disponibles pourraient ne pas être suffisantes pour atteindre cet objectif. De plus, ils ne s'attendaient pas à ce que le retrait des données de la pêche sentinelle ait un effet important sur le rendement du modèle. Le présentateur recommande de conserver le relevé par pêche sentinelle dans les analyses et pense que les travaux pourraient faire l'objet de critiques à un moment ultérieur si un relevé exclu montrait des tendances divergentes. Un autre participant n'est toutefois pas d'accord et pose des questions sur l'inclusion d'indices qui ne permettent pas de suivre efficacement le stock en raison des changements de la capturabilité au fil du temps. Ils suggèrent que soit le modèle doit être ajusté pour tenir compte de l'évolution de la capturabilité au fil du temps, ou que le relevé par pêche sentinelle doit être exclu, car il ne répond pas à l'hypothèse fondamentale d'une capturabilité constante. Le présentateur mentionne qu'il pourrait être possible de régler ces problèmes de modélisation et ajoute que le relevé par pêche sentinelle est en mesure de faire le suivi de certaines classes d'années (les relevés au filet maillant et au chalut). Cependant, ils suggèrent également que si l'examen par les pairs et les conclusions de la réunion révélaient que le relevé par pêche sentinelle ne convient pas pour une inclusion dans le modèle d'évaluation, il faudrait mettre fin au programme de relevé.

Un participant plaide contre l'exclusion de la série de données du relevé par pêche sentinelle, exprimant l'opinion que toute l'information disponible devrait être utilisée. Ce participant suggère que l'effort devrait être axé sur une meilleure compréhension de la biologie du stock, en particulier la M et les mouvements saisonniers.

La réunion ne permet pas de dégager un consensus sur la pertinence des données du relevé par pêche sentinelle aux fins d'inclusion dans un modèle d'évaluation du stock pour la morue de la sous-division 3Ps, mais il est convenu que la réunion examinerait les résultats d'une exécution du modèle état-espace présenté par D. Varkey (HYBRID), n'incluant que les données du relevé de recherche.

MODÈLE DE TYPE SAM POUR LA MORUE DE LA SOUS-DIVISION 3PS AVEC ET SANS POST-STRATIFICATION

Présentation : J. Champagnat

Résumé

Un modèle d'évaluation du stock (appelé SAM), incluant les prises commerciales et les indices de relevé, a été élaboré pour le stock de morue de la sous-division 3Ps. Ce modèle élaboré par la France faisait partie des trois modèles élaborés dans le cadre d'un projet de collaboration entre le Canada et la France en 2018 et 2019. Il tient compte des erreurs de traitement et d'observation et utilise des marches aléatoires dans le taux de mortalité pour estimer une sélectivité variable dans le temps. Le modèle fournit une estimation de la taille du stock, de la F, du recrutement, ainsi qu'une prévision stochastique. L'élaboration de ce modèle visait à obtenir une estimation exacte de la dynamique du stock; par exemple, une estimation qui est conforme à la connaissance spécialisée du stock et comporte le moins de biais et de variance possible. Quatre exécutions du modèle ont été présentées au cours de la réunion sur le cadre présentant différentes options sur la mortalité et les données d'entrée des relevés. Les exécutions ont produit une estimation comparable, mais ont mené à différentes mesures de l'état du stock au cours de la période récente. Elles ont également produit des résultats différents en ce qui concerne les diagnostics rétrospectifs, les profils des résidus et la description des processus latents.

Discussion

Un participant suggère qu'il serait utile de voir les débarquements prévus du modèle SAM tracés en fonction des limites de prises. On note que les débarquements prévus n'étaient jamais plus élevés que les débarquements observés. Après une observation plus poussée, il apparaît que les prévisions du modèle étaient incompatibles avec les limites de prises.

Un contributeur fait remarquer que l'exécution du modèle utilisant la M fondée sur l'état présentait le meilleur ajustement au relevé de recherche. Il suggère qu'étant donné que le relevé de recherche est considéré comme le reflet le plus fiable de l'état du stock, la qualité de l'ajustement avec cette série chronologique (représentée par le paramètre d'écart type pour le relevé côtier/hauturier) devrait être incluse dans les tableaux sommaires de comparaison des modèles.

Les participants à la réunion reprennent les discussions précédentes sur les estimations de la M fondée sur l'état. Citant des augmentations récentes de la M et des incohérences entre la M estimée à partir des données d'étiquetage et des prévisions du modèle, un participant suggère qu'il pourrait y avoir une relation non linéaire entre la M et l'état. La M variable dans le temps et fondée sur l'état semble améliorer l'ajustement du modèle en retirant la variance de l'erreur de traitement et en la plaçant sur la M. Le pic prévu du recrutement peut indiquer un besoin de meilleurs corrélats pour la M plutôt qu'un problème avec le modèle lui-même. L'auteure, qui a fait une présentation sur la M fondée sur l'état plus tôt au cours de la réunion, suggère qu'il serait possible de mieux l'estimer en séparant les classes d'âge, ce qui pourrait à son tour réduire le nombre de recrues que le modèle doit générer.

On fait remarquer que le modèle a de la difficulté à résoudre le conflit entre le relevé à la palangre et le relevé de recherche, et qu'il finit par trouver un juste milieu entre les deux séries. Il n'est pas clair si les recrues prévues sont dans le système ou non. Elles ne figurent pas dans le relevé par pêche sentinelle; cependant, on ne sait pas si c'est dû à des questions d'espace ou de sélectivité. Une solution pourrait être l'élaboration d'une estimation de la M fondée sur l'état sans regroupement par âge, mais on ne sait pas combien de temps cela pourrait prendre.

On s'inquiète du fait que si la M n'était pas regroupée par âge, le modèle ne tiendrait pas compte des jeunes poissons du relevé de recherche lorsque le relevé de pêche sentinelle à la palangre est inclus. Contrairement au relevé de recherche, le relevé à la palangre n'est pas conçu pour capturer de jeunes poissons (de 2 à 3 ans). L'inclusion de poissons de 3 ans dans le relevé de pêche sentinelle à la palangre peut réduire de façon irréaliste l'estimation des poissons de 2 ans dans le modèle comparativement à ce que génère le relevé de recherche. Un autre participant fait remarquer que les données sur les prises commerciales pourraient présenter le même problème. Des préoccupations sont également soulevées au sujet des prises commerciales selon l'âge qui reposent sur les âges des données du relevé par pêche sentinelle, mais on précise qu'en raison des différences de maillage des filets maillants, les clés âge-longueur du relevé par pêche sentinelle sont très rarement appliquées aux données sur les prises commerciales, et que cela ne se produit qu'au cours des années où les prises commerciales sont faibles lorsque des clés âge-longueur plus appropriées ne sont pas disponibles.

Un des participants se dit préoccupé par l'utilisation de mortalités naturelles variables dans le temps, particulièrement vers la fin de la série chronologique où la $M = 0,8$. Des préoccupations sont également soulevées au sujet de l'incapacité d'élaborer des projections pour une M variable dans le temps sans un mécanisme établi qui détermine la variation. Bien que les chercheurs conviennent que le mécanisme demeure incertain, il est clair, d'après les données disponibles, que la mortalité varie au fil du temps et que beaucoup de poissons de ce stock sont en mauvais état. Les spécialistes sont d'accord pour dire que ces tendances sont probablement

liées à la base de proies. On suggère que les données acoustiques du relevé printanier soient utilisées pour estimer l'abondance des petits poissons pélagiques afin de préciser la M. Des limitations pratiques l'ont empêché. Par exemple, il n'y a actuellement aucun moyen de vérifier les données acoustiques des relevés de printemps, et ni le temps ni la capacité n'étaient disponibles pour terminer des travaux de cette envergure avant la fin de l'année.

On fait valoir que les valeurs élevées de M observées dans ces modèles sont raisonnables. Dans d'autres régions, des M semblables ont récemment été acceptés : Divisions de l'OPANO 4X5Y – M terminale (5/6 ans) = 1,5, M terminale de la morue du sud du golfe = 0,81 à 0,85, M des divisions 4S3Pn = 0,7. Malgré les incertitudes évoquées ci-dessus, il est suggéré que des valeurs de M élevées étaient crédibles, d'après la biologie de ces populations et les pressions connues de l'écosystème (c.-à-d. la prédation par les phoques, la disponibilité des proies).

Un participant à la réunion demande des précisions sur les facteurs des estimations de M élevée dans les autres évaluations. Dans les divisions 4X5Y, ils ont été estimés par un modèle virtuel d'évaluation de la population avec une fonction de marche aléatoire sur la M. Les données sur les prises et les débarquements dans ce système sont considérées comme fiables, en grande partie en raison du niveau de présence des observateurs. Dans les autres cas, le modèle d'évaluation produit une estimation de la M qui est appliquée comme constante, à l'exception du nord du golfe du Saint-Laurent, où l'on utilise une approche itérative. Fait intéressant, le stock de la sous-division 3Ps semble être le seul où les scientifiques tentent d'élaborer une série chronologique pour les estimations de la M.

L'importance de la conversion du facteur de condition en M est également soulevée par un examinateur qui fait remarquer qu'il y a très peu d'années où plus de 10 % des poissons ont été observés avec un état inférieur à l'état seuil de 0,85, et estime que seulement 12 à 15 % des poissons étaient touchés dans les pires années, pourtant, cette estimation est ensuite traduite en M jusqu'à 0,9, où la moitié des poissons sont touchés. L'examineur se dit préoccupé par le fait que la conversion est trop sensible, mais il convient qu'elle est préférable à l'application d'une valeur constante pour la M.

Il est souligné que l'incertitude des valeurs de la M fondée sur l'état n'avait pas été prise en compte lors de la réunion; plus précisément que l'incertitude des valeurs de la M était plus élevée au cours des dernières années. Un participant indique qu'il pourrait être utile d'utiliser les limites inférieures des estimations de la M pour voir si cela a aidé à régler les problèmes de recrutement. L'auteur des travaux sur la M fondée sur l'état précise que la proportion de morue dont l'état était inférieur au seuil a atteint 20 % au cours de certaines années et que ce niveau a été maintenu pendant plusieurs mois. À mesure que ces observations s'accumulent au fil du temps, la proportion d'individus qui meurent de faim augmente. On demande combien de temps il a fallu aux poissons pour mourir dans l'étude de Dutil et Lambert (2000). On discute des détails de l'expérience, mais il n'est pas clair s'il y avait un total cumulatif dans le temps (du nombre de poissons qui meurent) ou si on n'avait fourni qu'un nombre final de poissons morts. Il est suggéré de recalculer la M fondée sur l'état à partir d'un indice des jours de mauvais état.

Un participant propose d'utiliser les données d'étiquetage pour éclairer la M. Bien qu'il serait difficile d'obtenir une F pour l'ensemble du stock en raison de l'hétérogénéité spatiale de ces données, une M pour l'ensemble du stock pourrait être estimée si l'on suppose que tous les poissons de la région sont exposés à la même mortalité naturelle. D'après la corrélation avec les estimations de la M pour la morue du Nord, dérivées du MEMN, il est suggéré qu'une M à grande échelle est une hypothèse raisonnable. Cependant, contrairement aux données sur l'état, qui peuvent fournir une estimation de la M pour une seule année de données, plusieurs années d'étiquetage sont nécessaires pour générer une estimation de la M. L'une des options

proposées consiste à comparer les 20 années de données d'étiquetage avec les indices présentés pour la M fondée sur l'état, ce qui permettrait de vérifier l'indice d'état sur le terrain. Si une relation peut être déterminée, il pourrait alors être possible d'extrapoler rétrospectivement la série chronologique de la M avec les données d'étiquetage. Toutefois, cela nécessiterait un travail excédant le temps disponible et la portée de la présente réunion.

Une personne compare les approches d'estimation de la M, décrivant la M fondée sur l'étiquetage comme une estimation directe, tandis que la M fondée sur l'état est une inférence. On propose une approche du MEMN pour estimer la M. Les spécialistes expliquent qu'il serait difficile d'explorer la M dans la sous-division 3Ps en utilisant un processus semblable à celui du MEMN. Cela est dû à l'incertitude entourant le mélange des stocks (par exemple avec ceux de la division 3L et du golfe). Il est suggéré que si la migration n'a pas de tendance claire, mais qu'il semble y avoir une forte tendance de la M, le modèle fondé sur cette M fonctionnerait, et une incertitude supplémentaire se traduirait par une erreur. C'est le type de question qui a motivé les travaux récents visant à utiliser les données d'étiquetage pour étudier la dynamique spatiale de ce stock.

On fait remarquer que les travaux sur la M fondée sur l'état ont également été inspirés par les constatations à propos du stock de morue du Nord. Lors de la réunion de mars 2019 sur la morue du Nord, une recherche a été présentée qui a montré des corrélations entre la M et l'état. Lorsque ces travaux ont été ajustés à la morue de la sous-division 3Ps, un modèle saisonnier a été nécessaire en raison de la différence entre les données du printemps et de l'automne pour ces deux stocks.

On demande des précisions sur l'accumulation de la M; bien qu'on observe un taux élevé d'états létaux au printemps, on s'attend à ce que la M soit faible pour le reste de l'année. La présentatrice explique qu'en suivant les méthodes décrites par Casini *et al.* (2016), les taux élevés de mauvais état (c.-à-d. le seuil de K de Fulton $< 0,65$) en avril et en mai étaient suffisants pour générer des estimations cumulatives de la M = 0,6 au cours d'une seule année. Cependant, d'autres travaux expérimentaux seraient nécessaires pour déterminer combien de jours les poissons ont survécu après avoir atteint ce niveau de famine. On constate également que les données d'étiquetage fournissent une M historique, mais pas une M récente. Il n'est pas clair comment une F spatialement variable serait intégrée dans une évaluation spatialement agrégée. De plus, un participant signale qu'une évaluation spatialement explicite serait également difficile, car il demeure incertain si le taux relativement faible de récupération des étiquettes de la région extracôtière de la sous-division 3Ps est attribuable à une faible F, au déplacement des poissons, à la mortalité par étiquetage ou à d'autres facteurs inconnus.

La présidente fait remarquer qu'on semble s'entendre pour dire qu'une M constante n'est pas idéale. On demande d'autres commentaires sur le modèle SAM présenté par J. Champagnat.

Un examinateur demande si le modèle SAM était aux prises avec des changements soudains de la F pendant le moratoire, lorsque la pêche a chuté rapidement, puis a recommencé à augmenter. La réponse est que le modèle semblait avoir de la difficulté avec la variance élevée de la F et le pic élevé de F moyenne en 1992, juste avant le moratoire, est probablement un artefact.

La présidente résume la discussion en faisant remarquer que, bien que le modèle SAM ne soit pas aussi personnalisé que le MEE, il fonctionne tout de même assez bien, selon les données utilisées.

L'examineur fait un suivi en signalant que plusieurs options de M différentes ont été explorées et demande des commentaires sur les différentes options mises à l'essai. Six méthodes différentes d'estimation de la M dans le modèle ont été tentées : Périodes temporelles (mis à

l'essai si la M récente était plus élevée que les périodes précédant le moratoire), Lorenzen (1996; fondée sur les poids selon l'âge), Brodzlack *et al.* (2011; d'après le rapport entre la longueur selon l'âge et la longueur à maturité plus une référence de 0,2), Brodzlack *et al.* (2011), Casini *et al.* (2016; semblable à Brodzlack *et al.* [2011], mais avec une référence variable dans le temps), Casini *et al.* (2011), Casini *et al.* (2011; mais avec les groupes d'âge). L'examineur demande ensuite si la même M avait été utilisée pour tous les âges et à quelle longueur elle correspondait. Pour le modèle sans regroupement par âge, on indique qu'il s'agissait d'une première tentative et qu'il ne fonctionnait pas correctement, car il était sensible aux catégories de largeur des groupes de longueur et des groupes d'âge, ce qui a eu pour effet d'affecter incorrectement les amplitudes de la M, et cette méthode a donc été rejetée.

MODÈLE HYBRIDE POUR LA MORUE DE LA SOUS-DIVISION 3PS

Présentation : D. Varkey

Résumé

Le présent document décrit l'élaboration d'un modèle état-espace (HYBRIDE) pour l'évaluation du stock de morue de la sous-division 3Ps. Le modèle d'évaluation fondé sur les relevés (SURBA) utilisé précédemment pour l'évaluation du stock (2009 à 2018) a ajusté les données obtenues uniquement à partir du relevé de recherche. Le modèle SURBA ne permet pas d'ajuster les données sur les prises (c.-à-d. prises commerciales ou de la pêche sentinelle). Le modèle HYBRIDE est ajusté au relevé de recherche du MPO (1983 à 2005, 2007 à 2019), ainsi qu'aux séries chronologiques des relevés supplémentaires suivants : le relevé ERHAPS de l'IFREMER (1978 à 1991), le relevé du GEAC (1998 à 2005) et les relevés de pêche sentinelle au filet maillant et à la palangre (1995 à 2018).

Le modèle HYBRID est également ajusté aux données sur les pêches en espérant que le modèle puisse améliorer le modèle SURBA en séparant la F de la M. On ajuste les prises selon l'âge dans les pêches à l'aide de logits du rapport de continuité, et les débarquements des pêches sont ajustés par une vraisemblance censurée. L'utilisation de la vraisemblance censurée pour ajuster les débarquements permet d'inclure l'opinion des spécialistes sur la fiabilité des débarquements dans toute la série chronologique du modèle. L'année de début du modèle SURBA est 1983. Le modèle HYBRIDE présenté ici commence en 1959, qui est la première année pour laquelle des données sur les débarquements sont disponibles.

Il permet d'explorer différentes formes de paramétrage de la sélectivité des pêches variable dans le temps, de la M et des approches pour estimer les données sur les prises selon l'âge. Les formules du modèle diffèrent également en fonction des séries de relevés utilisées pour l'ajustement du modèle. Dix-sept formulations sont présentées. D'autres formulations fondées sur la F sont incluses :

1. une sélectivité logistique,
2. une marche aléatoire normale multivariée de style SAM,
3. un processus séparable corrélé âge-année pour la F,
4. des pauses de la tendance de la F pour le moratoire.

D'autres formulations fondées sur la M sont incluses :

1. une M invariable pour les âges et les années,
2. une M variable dans le temps liée à l'état des poissons.

Les différentes formulations de modèle sont comparées et évaluées en fonction des valeurs de l'AIC et de leur rendement dans les analyses diagnostiques.

Discussion

Un participant demande une explication plus détaillée du fonctionnement de la M fondée sur l'état dans le modèle. La présentatrice fait remarquer que la M fondée sur l'état est traitée comme un indice plutôt que comme une valeur réelle pour la M. L'équation utilisée ici est fondée sur Kumar *et al.* (2013).

Un participant fait remarquer qu'il s'agit d'un grand pas que de dissocier les relevés pour les âges 2 à 7, compte tenu du fait qu'il y a eu un changement dans la répartition spatiale du stock à ces âges. L'explication est que le changement semble être dicté par le comportement, les poissons choisissant leur habitat en fonction de la température plutôt que de la profondeur. Le poisson se répartit davantage sur la berge pendant les années plus chaudes. Les poissons de 8 ans et plus sont situés dans des eaux plus loin des côtes et le changement spatial ne semble pas se produire autant, de sorte que l'ajustement de l'indice pour les 8 ans et plus n'est pas un grand acte de foi.

On discute du couplage des âges de 8 ans et plus dans le MEE aux fins de comparaison. Dans ce cas, on a utilisé des capturabilités constantes pour les âges 8 et plus, mais c'est différent de ce qui se fait dans le modèle HYBRID, où la série chronologique est fragmentée pour les âges 2 à 7 avec des capturabilités différentes, lorsque la pêche hauturière est comparée à la pêche côtière/hauturière.

Une description plus détaillée du comportement des poissons suit. Si l'on examine la répartition des poissons de 8 ans et plus dans le relevé sur toute la série chronologique, la plupart d'entre eux se trouvent dans la zone extracôtière, en particulier dans la zone extérieure du chenal et autour du banc Burgeo. On trouve à l'occasion quelques poissons dans la zone côtière. Les associations à un habitat de la morue de la sous-division 3Ps ont été examinées à l'aide de la série chronologique côtière-hauturière complète.

Un changement marqué a été observé dans l'habitat médian occupé en 1998, ce qui a également été observé dans les données sur la zone extracôtière. Pour les gros poissons, il y a eu un changement dans l'habitat thermique occupé de 1998 à 2000, après quoi les poissons se sont déplacés vers la plage de températures observée par le passé. Pour les poissons de taille moyenne, à partir de 1998-1999, ils ont occupé les températures disponibles plus étroitement que les poissons plus âgés. Les températures occupées par les petits poissons n'étaient pas différentes de l'habitat thermique disponible. Les augmentations récentes de la proportion de poissons de petites et moyennes tailles par rapport aux gros poissons sont à l'origine des associations à un habitat observées (~1,5 à ~3,5 °C).

L'augmentation de la proportion de la sous-division 3Ps couverte par des températures chaudes au fond peut entraîner des regroupements de morue, ce qui donne lieu à certaines des importantes prises au chalut observées. Un participant fait remarquer qu'en reliant les capturabilités pour tous les âges pour la zone côtière/extracôtière et la zone extracôtière seulement jusqu'en 1996, on suppose que la relation entre les poissons des zones côtières et extracôtières est toujours la même. De plus, l'examen de la température disponible par rapport à la température occupée indique qu'il y a eu un changement dans le comportement des poissons et que ces différences peuvent varier d'une taille à l'autre. Lorsqu'ils tentent d'exécuter le modèle SAM et le modèle HYBRID avec des ensembles de données non liés, ils se retrouvent avec de mauvais ajustements et de mauvais diagnostics rétrospectifs. Étant donné que la plupart des poissons âgés de 8 ans et plus se trouvent dans la zone extracôtière, ils décident d'aller de l'avant avec des modèles où seuls les âges 8 et plus sont liés et où

l'incidence du changement dans la zone extracôtière et la zone côtière serait minime. Cela éliminerait également la liaison pour les plus jeunes âges, où l'incidence de ce changement pourrait être plus prononcée.

On discute de la justification de la séparation de la série de données. En réponse, on suggère d'examiner les différences de capturabilité découlant de la séparation. Les capturabilités étaient plus élevées pour les plus jeunes âges après la séparation, mais pas de beaucoup. On précise qu'il ne s'agissait pas en fait de séparer un relevé; un relevé englobait la zone extracôtière et l'autre ne l'incluait pas. On supposait auparavant qu'il y avait une relation constante entre la pêche côtière et la pêche hauturière dans le modèle SURBA parce qu'il fallait remonter à 1983, et c'était le seul relevé disponible. On a décidé de séparer les capturabilités plutôt que la série de données.

Un participant fait remarquer que le modèle HYBRIDE s'ajuste moins bien aux compositions des prises selon l'âge que le MEE, ce qui pourrait être positif, car il pense qu'elles avaient été trop ajustées dans le MEE. Cela semble s'être fait par le biais d'erreurs d'indice indépendantes et d'erreurs de logit du rapport de continuation corrélées, qui ont eu pour effet de réduire la pondération des logits du rapport de continuation par rapport aux relevés. On note qu'il y avait des effets propres à l'année dans les relevés au chalut de fond, mais pas dans les relevés par pêche sentinelle. Cela s'explique par le fait que lorsqu'on utilise les relevés par pêche sentinelle, il y a certains effets propres à l'année dans le processus de normalisation. Le participant n'est pas d'accord avec la justification de l'absence d'effets propres à l'année pour le relevé par pêche sentinelle, car la normalisation a également eu lieu pour le relevé de recherche.

Un autre participant suggère que la différence des erreurs types pour les logits du rapport de continuation dans les modèles MEE et HYBRIDE est l'utilisation d'un écart type estimé pour la période de 1994 à 1997, dans le MEE, alors qu'il y avait plus d'écart pour ces années dans le modèle HYBRIDE. Ce point est appuyé.

Un participant fait remarquer qu'il y avait une tendance dans les diagnostics rétrospectifs pour le taux de mortalité totale (Z), mais aucune tendance rétrospective dans les estimations de la biomasse du stock reproducteur ou du recrutement (soulignée par les petites valeurs du rho de Mohn, une mesure de la gravité des tendances des diagnostics rétrospectifs). Le participant se demande d'où vient le changement dans les nombres selon l'âge pour correspondre au changement dans les Z et la présentatrice pose l'hypothèse qu'il pourrait être déterminé par l'estimation des effets propres à l'année. Dans un commentaire de suivi, le participant fait observer que les estimations de la population sont demeurées semblables pour les diverses formulations du modèle, mais que les taux de mortalité ont changé, et un examen des diagnostics rétrospectifs de la mortalité par pêche (F) pourrait potentiellement fournir plus de clarté sur l'origine du changement. Le participant se demande si la taille de la F et la taille de la population doivent changer ensemble dans la formulation de modèle. Une autre possibilité soulevée était que le paramètre scalaire pour la mortalité naturelle (M) pourrait changer selon diverses formulations de modèle. La présentatrice rappelle au groupe qu'il y a des problèmes reconnus avec l'estimation de la M et propose d'examiner le modèle le plus proche sans M (modèle 16), car la M est invariante dans cette formulation. Lorsqu'on examine le modèle 16, les différences semblent provenir des âges 2 à 5, mais pour les âges 6 et plus, il semble y avoir une similitude dans l'estimation pour l'ensemble des différentes structures du modèle. Un participant fait valoir que cela pourrait indiquer qu'il y a très peu d'information pour la M à des âges plus jeunes et que le modèle n'a pas suffisamment d'information pour faire la distinction entre la M ou l'effet propre à l'année. Un participant fait remarquer qu'il est étonnant de voir comment le modèle a le même recrutement avec des Z différents et obtient la même biomasse

du stock reproducteur. Après d'autres discussions, on suggère que l'erreur de traitement pourrait masquer l'erreur rétrospective.

On accorde du temps à la présentatrice pour examiner le modèle plus en détail afin de fournir une explication, car c'est important pour déterminer l'acceptabilité du modèle.

DISCUSSION SUR LES FORMULATIONS DE MODÈLE

Un participant affirme qu'avant qu'il soit possible de déterminer si les participants à la réunion acceptent un modèle pour l'évaluation du stock de morue de la sous-division 3Ps, ils doivent déterminer si la mortalité fondée sur l'état sera incluse dans la formulation du modèle. Il n'a pas été décidé comment estimer la mortalité variable dans le temps pour chacune des structures du modèle.

Il est proposé d'inclure la M fondée sur l'état comme indice scalaire étant donné que certains participants à la réunion ne sont pas à l'aise avec l'utilisation des calculs bruts. On signale également que d'autres composantes de la M, comme la prédation, peuvent être (ou ne pas être) liées à la M fondée sur l'état. Les participants conviennent que, même s'ils voyaient des problèmes liés à l'utilisation de la M fondée sur l'état, la M constante était irréaliste. Une discussion générale a lieu au sujet des récentes estimations élevées de la M fondée sur l'état et de la façon dont elle a été estimée. On signale que les expériences en laboratoire pourraient surestimer la mortalité en imposant une famine extrême à la morue. L'argument selon lequel la mortalité fondée sur l'état pourrait être surestimée en fonction des expériences en laboratoire est immédiatement réfuté par les participants, qui laissent entendre qu'il est tout aussi plausible qu'elle puisse être sous-estimée en raison des facteurs de stress sur les populations sauvages, comme les effets de la prédation et la diminution de la capacité de la morue affaiblie de capturer des proies. Un autre participant fait remarquer que, selon des expériences de laboratoire précédentes, il faut beaucoup de temps pour que la morue meure de faim (Dutil et Lambert 2000). Ils pensent que la M fondée sur l'état scalaire pourrait être utile plutôt que d'utiliser directement la M fondée sur l'état, car nous ne savons pas comment accumuler la M sur l'année (c.-à-d. qu'il ne s'agit pas d'un processus instantané). On suggère que l'évaluation pourrait utiliser une estimation scalaire de la M, en fonction des renseignements sur l'état ou des données d'étiquetage. On semble s'entendre pour dire qu'il y a du potentiel pour les travaux sur la M fondée sur l'état, et qu'une M invariante dans le temps est la mauvaise option.

La présidente indique qu'il n'est pas nécessaire de parvenir à des chiffres exacts lors de la présente réunion; l'objectif étant de définir une marche à suivre qui sera évaluée plus en détail lors de l'évaluation du stock de la sous-division 3Ps au mois de novembre. On semble s'entendre sur le fait que la méthode mise au point a du potentiel, mais qu'elle devait être améliorée sur la base des commentaires de la réunion avant d'être présentée lors de l'évaluation. Par exemple, on a remarqué qu'à ce stade, les diagnostics rétrospectifs n'étaient pas compris. Si cette question était réglée, les participants seraient satisfaits du modèle HYBRIDE. On suggère en outre que la série chronologique de vingt ans de données d'étiquetage peut possiblement fournir une estimation de la M et qu'elle devrait être mise à l'essai pour voir si cela résout certains des problèmes rétrospectifs. Il peut être possible de déterminer la mise à l'échelle appropriée de la série chronologique de la M fondée sur l'état à l'aide des données d'étiquetage.

Un participant soulève la question des différences spatiales dans l'étiquetage au cours de la période et des faibles taux de récupération des étiquettes. L'incertitude générée par ces questions peut nuire à l'utilisation des données d'étiquetage pour l'estimation de la M dans le modèle d'évaluation. On suggère que le retrait des expériences de marquage dans la zone hauturière de l'analyse pourrait être une solution. Cela créerait un vide dans la série

chronologique au milieu des années 2000 parce qu'il y avait alors peu d'expériences d'étiquetage en zone côtière. En raison de l'effet fixe sur la F de la sous-région d'étiquetage qui est appliquée dans le modèle, on suppose implicitement que les disparitions de poissons font partie de la F. Cependant, comme on le sait, la pêche du poisson en haute mer est très faible. Le participant mentionne que les problèmes incontrôlables comme la perte d'étiquettes, la mortalité par étiquetage, etc., sont présumés à tort comme faisant partie de la F.

Une discussion a lieu sur des exécutions particulières du MEE et sur la façon d'améliorer le rendement du modèle. Les participants suggèrent de diviser les estimations de la capturabilité pour les jeunes poissons, de modéliser les capturabilités selon l'âge et d'examiner plus à fond l'autocorrélation temporelle dans l'erreur de traitement afin de mieux éclairer l'interprétation des projections du modèle. On laisse entendre que l'erreur de traitement reflète des problèmes avec les relevés utilisés.

Si les données de relevé étaient comparables d'une année à l'autre, on s'attendrait à ce que l'autocorrélation des erreurs de traitement variables dans le temps soit positive, mais le modèle n'estime pratiquement pas d'autocorrélation dans l'erreur de traitement du temps, mais une grande autocorrélation dans l'erreur de traitement de l'âge. Il se peut que le modèle s'ajuste aux premières et très bruyantes années du relevé au moyen de l'autocorrélation dans l'erreur de traitement, qui peut ne pas être estimable. Comme solution, une autocorrélation fixe dans l'erreur de traitement de 0,5 a été imposée pour certaines exécutions préliminaires. On fait remarquer que cela ressemble aux travaux antérieurs sur les modèles d'évaluation du stock en Islande, mais aucune des formulations du modèle dont il est question ici n'a été recommandée par l'auteure pour l'évaluation du stock.

Un participant à la réunion mentionne que tous les modèles examinés présentent des lacunes, mais qu'ils fournissent les mêmes avis. Il demande s'il est prévu dans le cadre de référence de la réunion d'examiner le rendement relatif de ces modèles en ce qui a trait à la prestation d'avis. Il suggère qu'il vaudrait peut-être la peine d'envisager d'utiliser plusieurs modèles pour la sous-division 3Ps dans une approche d'ensemble, plutôt que d'essayer de trouver un seul meilleur modèle. La présidente répond que le cadre de référence ne le précise pas et dicte simplement que nous devons « fournir une orientation relativement à une approche d'estimation des points de référence pour ce stock ». On a discuté d'une approche à modèles multiples avant la réunion et on n'y a pas donné suite; toutefois, cette décision pourrait être revue. Cependant, il est ressorti de cette discussion qu'il pourrait y avoir un biais en faveur du modèle qui donne la projection la plus optimiste. Le participant répond qu'il existe des approches pour combiner objectivement les projections des modèles et éliminer la subjectivité dans la façon dont de multiples modèles sont utilisés pour la gestion.

On demande comment les modèles seraient comparés. Il existe de nombreuses approches possibles pour établir les points de référence limites ([PRL], comme le point de référence limite de la biomasse [Blim]). Par exemple, le Blim peut être fondé sur la biomasse du stock reproducteur la plus faible de la série chronologique à partir de laquelle le stock démontre un rétablissement. Un participant suggère qu'un point de référence fondé sur le taux d'exploitation est préférable pour une évaluation qui repose sur une modélisation d'ensemble, puisque la biomasse du stock reproducteur/Blim pourrait être incohérente d'un modèle à l'autre. Un autre participant propose de procéder d'abord à une comparaison fondée sur les diagnostics, mais mentionne que ce sera difficile, car il pourrait ne pas être possible d'effectuer une comparaison avec plusieurs modèles.

Un participant préconise l'utilisation de multiples modèles. Il fait remarquer qu'au cours des 15 dernières années, les statisticiens ont cessé de chercher le meilleur modèle unique, ce qui

était essentiel lorsque les modèles prenaient des semaines ou des mois à exécuter. Il existe plusieurs approches de calcul de la moyenne des modèles qui pourraient être utiles.

L'une des difficultés liées à l'utilisation de ces « approches d'ensemble » avec les modèles réside dans le fait que les méthodes de calcul de la moyenne supposent que les modèles sont élaborés de façon indépendante. Les modèles mis au point ici ont des points communs dans leurs cadres, de sorte qu'en calculant la moyenne, on obtiendrait une fausse précision.

Un examinateur indique que l'approche de modélisation multiple a été difficile à mettre en œuvre ailleurs (en Islande). Ils expriment la préférence de présenter des avis concrets plutôt que d'avoir à utiliser un algorithme pour expliquer la décision. Une façon de procéder pourrait être d'essayer une évaluation de la stratégie de gestion (ESG) qui tient compte des problèmes du modèle au moment de donner des avis. La présidente fait remarquer que cette approche nécessiterait une autre réunion.

Un autre participant laisse entendre que le modèle SAM semble suffisamment raisonnable et se demande s'il y a assez de gains découlant de la complexité croissante des modèles MEE et HYBRIDE. Un participant fait remarquer que l'utilisation du modèle statistique de prises selon l'âge le plus simple ne fonctionnerait probablement pas en raison de la complexité des indices (c.-à-d. la variété des données d'entrée des relevés).

Le participant demande à la développeuse du modèle HYBRIDE quels étaient les principaux défis lorsqu'il s'agissait d'essayer d'ajuster son modèle aux données et quelles améliorations pourraient être apportées au modèle. Elle lui répond qu'il y avait des conflits entre les différents indices (p. ex. les relevés de recherche et par pêche sentinelle, particulièrement pour les âges plus jeunes). Le modèle estime la F pour les âges 2, ce qui pourrait être retiré pour améliorer le modèle. Il pourrait y avoir des possibilités d'amélioration avec les modèles, sans l'estimation de la M, qui utilisent les relevés de recherche et de pêche sentinelle. Certains des problèmes peuvent provenir de l'estimation de la M et de la F. Le participant demande des renseignements supplémentaires sur les tendances rétrospectives dans Z. Elles peuvent provenir des erreurs de traitement, on ne sait pas trop à quel point elles sont importantes, si elles sont directionnelles et quelle est l'ampleur des écarts types des erreurs rétrospectives. L'ampleur de l'écart type de l'erreur rétrospective doit être déterminée afin de décider si on peut y remédier ou non.

Le participant signale que dans les autres modèles, il y avait des erreurs rétrospectives pour la biomasse du stock reproducteur, la F, et le recrutement, mais pas pour Z. La réponse est qu'ils pourraient tenir compte des erreurs rétrospectives de la F, car c'est ce qu'on voit dans les autres modèles. Ils pourraient également étudier les diagnostics rétrospectifs des erreurs de traitement. On fait remarquer que les diagnostics rétrospectifs de la biomasse du stock reproducteur et des recrues dans le modèle HYBRID sont bons, mais que ceux de Z ne le sont pas. Si l'état du stock peut être donné avec une certitude raisonnable, malgré des problèmes avec Z, alors cela peut être suffisant. Un autre participant fait observer que le modèle doit être projeté et que c'est là que les erreurs rétrospectives deviennent un problème.

On se demande quelle variation du modèle HYBRIDE devrait être examinée compte tenu du temps limité dont on dispose pour préparer les modèles aux fins de discussion. Dix-sept versions différentes du modèle HYBRIDE ont été présentées.

On propose de produire un tableau comparant le meilleur modèle de chaque développeur. Le tableau comprendra la biomasse du stock reproducteur avec l'incertitude, les recrues, la F et la M. Un certain nombre de questions sont soulevées au sujet du nombre de modèles de chaque développeur à fournir, des ensembles de données qui devraient être inclus et des différences dans la configuration des modèles. L'un des développeurs de modèles indique qu'il est impossible de sélectionner des modèles en fonction de leurs résultats. Il déclare que les

modèles doivent être choisis en fonction de leur ajustement aux données. On fait remarquer que cela fonctionne dans un cadre de modélisation, mais pas dans l'ensemble des cadres de modélisation. Un participant suggère d'utiliser la validation croisée, mais que cela ne serait pas prêt pour le lendemain. On suggère qu'en utilisant les mêmes données, il serait possible d'examiner le critère d'information bayésien (BIC), qui est une approximation de la validation croisée. On propose également d'examiner les graphiques de résidus. De plus, la justification du choix d'un modèle privilégié doit être fournie (p. ex. quels diagnostics ont été examinés, qu'est-ce que le modèle privilégié fait de mieux que les modèles non sélectionnés). Un développeur soulève un certain nombre de problèmes possibles avec les résidus du modèle SAM et suggère que des graphiques d'observations par rapport à des courbes de prévisions soient également préparés, peut-être par cohorte. On précise que les effets propres à l'année ne seront pas inclus dans les modèles à examiner le lendemain. On indique qu'il y avait des erreurs autocorrélées dans le MEE, ce qui est différent des effets propres à l'année, mais pourrait être considéré comme des effets propres à l'année. Un participant est d'accord avec la préoccupation de se concentrer uniquement sur les résultats du modèle, mais fait également remarquer que la réunion examinait aussi l'ajustement des modèles. Il souligne qu'un certain nombre de modèles avaient déjà été éliminés de l'examen en raison d'erreurs rétrospectives, que les développeurs ont été informés des préoccupations du groupe au sujet des différents modèles et ils les ont encouragés à garder à l'esprit les commentaires qu'ils avaient reçus de chaque développeur au sujet du modèle privilégié par le groupe. Ils suggèrent de parfaire la version du modèle qui avait le mieux résisté aux critiques et proposent de réunir les trois modèles pour les comparer.

La présidente est d'accord avec ces commentaires et demande aux développeurs de faire connaître leur meilleur modèle. Un développeur demande des précisions sur ce qui est demandé pour le lendemain. On suggère que les participants à la réunion souhaitent voir une superposition des résultats : biomasse du stock reproducteur, recrutement et F moyenne. Il a fallu préciser quelle F était nécessaire. On demande également des graphiques de diagnostic, c'est-à-dire l'ajustement au relevé dans la mesure où il n'y a pas d'effets propres à l'année dans le relevé, observé et prévu. On propose de produire un graphique superposé pour les observations et les prévisions. Une comparaison des erreurs de traitement entre les modèles est également demandée, mais on fait remarquer que ce serait un peu plus difficile à faire, de sorte que les développeurs devraient s'entendre sur la façon de le faire. Il y a une discussion supplémentaire sur la question de savoir s'il ne devrait y avoir qu'un seul modèle pour chaque cadre considéré, ou si plusieurs modèles par cadre pourraient être envisagés. À partir du modèle SAM, le modèle de base + le modèle de la pêche sentinelle est proposé. À partir du modèle HYBRIDE, le modèle 11 est proposé. À partir du MEE, le modèle 20 est proposé. Le développeur du MEE exprime certaines préoccupations au sujet du modèle 20 et fait part de son intention d'apporter une nouvelle version du modèle qui tient compte de certaines des discussions précédentes menées lors de la réunion. On demande pour quels âges la moyenne de la F devrait être fournie. Les âges 5 à 8 sont choisis. Un autre participant demande que les développeurs déterminent ce qui est bon dans chaque modèle, ce qui est mauvais et ce qui n'est pas compris. Un courriel est envoyé aux développeurs de modèles pour résumer les demandes de la réunion.

La présidente commence le troisième jour de la réunion en notant qu'il y avait eu un revirement de situation et invite le développeur du MEE à prendre la parole. Il annonce qu'il avait exécuté les mauvais diagnostics rétrospectifs en prévision des travaux de la journée. Il poursuit en disant qu'il pense que le point de décision de la réunion est de savoir ce qu'il faut faire avec la M et qu'aucun des modèles qu'il présente n'aborde directement la M. C'est pourquoi il estime que la réunion devrait se concentrer sur les modèles qui le font. Pour cette raison, il retire son modèle de l'examen.

La présidente déclare que la réunion va examiner le modèle HYBRID M11 et un modèle SAM et comparer les résultats des modèles et leurs diagnostics côte à côte pour déterminer s'il y a des preuves claires qu'un modèle est préférable pour la morue de la sous-division 3Ps. À la suite d'une telle évaluation, trois scénarios sont possibles : conclure qu'un modèle est meilleur, qu'il faut utiliser un modèle et continuer à travailler sur l'autre, ou qu'aucun des modèles n'est acceptable.

Un participant indique qu'une autre option consiste à utiliser le modèle du CIEM, qui permet d'examiner les tendances du modèle. La présidente est d'accord pour dire que c'est également une option.

Un participant demande si la réunion permettrait une comparaison directe des hypothèses utilisées dans les modèles. Il est convenu que ce serait fait.

Un autre participant demande si l'option d'utiliser les deux modèles dans une approche d'ensemble est toujours sur la table. La présidente déclare que l'option est toujours possible.

Un participant demande si le rejet des deux modèles signifie que le modèle SURBA est l'option par défaut. Ils sont préoccupés, car il a été prouvé qu'il y a eu une modification de la capturabilité, ce qui signifierait que le modèle SURBA n'est plus approprié pour le stock, et qu'il ne devrait pas être l'option par défaut. Un autre participant indique qu'ils étaient sur le point de rejeter le modèle SURBA lors de la dernière évaluation. Un participant suggère qu'il y ait un commentaire indiquant que le modèle SURBA n'est plus une option fiable. Cette suggestion reçoit l'appui d'autres personnes.

Pour la comparaison des modèles, deux versions du modèle SAM ont été examinées (le modèle de base + le modèle de la pêche sentinelle, et le modèle qui utilise la M brute fondée sur l'état + le modèle de la pêche sentinelle) et une version du modèle HYBRIDE où la M fondée sur l'état comportait un facteur scalaire. Les résultats examinés étaient la F, les recrues et la biomasse du stock reproducteur, suivis des diagnostics du modèle. On fait observer qu'il y avait une différence assez importante dans les profils de recrutement, particulièrement pour les périodes des années 1980 et à partir de 2005.

Certains participants à la réunion expriment de la confusion quant à la raison pour laquelle une exécution du modèle SAM sans M scalaire était comparée à une exécution de modèle HYBRIDE avec M scalaire. On répond que cela a été fait pour voir comment un modèle qui comprenait une M changeante se comparait à un modèle qui n'en comprenait pas.

Plusieurs participants demandent des renseignements supplémentaires sur la façon dont la M a été mise en œuvre dans les modèles SAM et HYBRID. Un participant demande si les différences entre les deux modèles peuvent être résumées comme suit : un modèle (SAM) tente de saisir toutes les erreurs de spécification du modèle au moyen d'une erreur de traitement, tandis que l'autre modèle (modèle HYBRIDE) tente de modéliser la M et comprend une erreur de traitement pour saisir les traitements manquants qui n'ont pas été saisis. La développeuse du modèle HYBRIDE est généralement d'accord avec cette description, mais fait remarquer qu'il existe plusieurs autres différences subtiles entre les deux modèles. On souligne qu'il faut des données probantes solides de la relation M-tendance. En leur absence, cette approche risque de faire l'objet de vives critiques.

La présidente fait remarquer qu'il y a un malaise à l'égard de l'approche de la M fondée sur l'état et propose que l'autre approche mise à l'essai dans le modèle HYBRID soit une solution de rechange, que les participants à la réunion examinent les diagnostics et les erreurs de traitement et que la réunion se poursuive à partir de là. Un participant fait remarquer qu'on avait l'intention de fournir des données supplémentaires aux modèles à l'avenir (p. ex. les taux de mortalité tirés des données sur l'étiquetage de la morue), de sorte que les chiffres absolus

observés aujourd'hui ne seraient pas exacts, pas plus que l'examen des formes de la mortalité. On suggère que la réunion devait voir comment les modèles réagiraient aux données supplémentaires fournies.

Les diagnostics et les erreurs des deux modèles sont ensuite présentés aux fins de comparaison. La première comparaison est l'ajustement des modèles aux données des relevés. On fait remarquer que le modèle HYBRIDE comporte plus de classes d'âge et que les échelles diffèrent dans les graphiques. Un participant signale que ces résultats ne sont pas comparables.

La présidente demande si le modèle SAM offre quelque chose que le modèle HYBRIDE n'offre pas. On indique qu'il s'agit d'un moyen objectif de projeter la M intégrée dans l'erreur de traitement, ce qui peut être un aspect pratique plutôt qu'une pratique exemplaire. Pour l'évaluation du stock, cela permet au groupe de produire la M pour 2021 et 2022. On affirme que le modèle SAM ne permet pas de projeter l'erreur de traitement, car il s'agit d'une erreur de traitement indépendante et répartie selon l'identité (IDD); la meilleure projection de l'erreur de traitement pour l'année suivante est 0 et sera toujours 0. On mentionne que les procédures de projection intégrées du modèle SAM ne seraient pas en mesure de prévoir les récentes erreurs de traitement faibles; il faudrait élaborer une procédure à cette fin. On demande si le modèle HYBRIDE aurait corrélé les erreurs de traitement projetées. Cela n'avait pas encore été fait, mais pourrait l'être. On fait remarquer que le processus de projection du modèle SAM a fait l'objet d'un examen par les pairs, tandis que le modèle HYBRIDE doit encore faire l'objet d'un examen par les pairs lors d'une réunion sur le cadre ou d'une réunion d'évaluation du stock.

Un participant demande des précisions, car la discussion récente a critiqué le modèle SAM parce qu'il n'a pas de M variable, cependant, plus tôt au cours de la réunion, un graphique du modèle SAM a été montré avec la M variable. La réponse est que la M variable dans le modèle SAM a été produite d'une manière qui n'était pas considérée comme correcte. Le participant note qu'il s'agit d'un problème avec la M variable dans le modèle HYBRIDE. On lui répond qu'il serait vraisemblablement possible de réaliser rapidement la M variable dans le modèle HYBRIDE d'une manière que les participants à la réunion jugeraient correcte. On laisse entendre que cela pourrait probablement se faire également dans le modèle SAM à l'aide d'une macro. Toutefois, l'incertitude entourant la M scalaire ne serait pas prise en compte dans le modèle SAM.

On demande si les participants à la réunion veulent utiliser la M scalaire. On suggère que la réunion s'oriente dans cette direction, certains participants laissant entendre qu'ils ne peuvent pas accepter une plateforme de modélisation qui ne pourrait pas inclure la M variable dans un proche avenir. On fait valoir que les deux modèles doivent pouvoir traiter de la M variable dans un proche avenir.

Un participant demande si les modèles SAM et HYBRID sont essentiellement le même modèle, avec quelques différences mineures. On soutient qu'avec des limites de prises étroites, alors oui, ils sont très semblables, mais avec des limites de prises plus étendues, ce serait des modèles très différents. On fait remarquer que le modèle SAM ne permet pas à un utilisateur de déclarer la précision des prises. Il s'agit d'un avantage du modèle HYBRIDE par rapport au modèle SAM. Un examinateur mentionne l'exemple d'un modèle SAM pour la morue de la mer du Nord où les erreurs dans les prises ont été modélisées explicitement à l'aide de multiplicateurs de prises. On fait valoir qu'il s'agissait d'un scénario différent, car le modèle SAM exige une période pendant laquelle les prises étaient très bonnes, mais cela n'existe pas dans le scénario de la sous-division 3Ps. On a tenté de le faire avec une variante du modèle SAM utilisé ici, mais on a eu de la difficulté avec les niveaux très élevés de prises dans le passé. On indique qu'il pourrait être utile d'examiner les deux modèles lorsque les hypothèses sont les

mêmes. Un autre participant propose qu'à tout le moins, il doive y avoir une recommandation de travaux futurs selon laquelle le modèle HYBRIDE devrait subir un auto-essai de simulation étant donné qu'il n'a pas été examiné par les pairs. Le modèle SAM a été examiné par des pairs à plusieurs reprises avec d'autres stocks, ce qui est moins préoccupant.

Un participant indique qu'il souhaite la possibilité d'une M variable dans le modèle. Des décisions sont prises sur ce qu'ils veulent pour la M. Ils aiment l'orientation que prennent les travaux sur la M fondée sur l'état, mais décident que l'option d'une M instantanée pour la M fondée sur l'état n'est pas la bonne solution. De plus, il devrait y avoir des comparaisons entre les travaux sur la M fondée sur l'état et l'analyse des données d'étiquetage. Il semble y avoir un certain accord avec l'idée d'utiliser une M scalaire, mais la mise en œuvre actuelle n'est pas appuyée. Sur cette base, on suggère que les participants à la réunion énumèrent les points qu'ils souhaitent voir examinés. Si le modèle HYBRID M11 est le modèle choisi, mais que les éléments qu'ils veulent voir examinés échouent, alors la solution de rechange est le modèle HYBRID M10, qui est le même que le modèle M11, mais qui ne comporte pas une M scalaire. De plus, le modèle SAM devrait demeurer un modèle de rechange.

L'une des préoccupations soulevées est que les modèles accordent beaucoup de poids à la pêche sentinelle à la palangre. Ce point a été un problème pour les cadres du CIEM pour un certain nombre de stocks pour lesquels un grand poids a été accordé à une série dans un nouveau modèle, puis, l'année suivante, lorsque le modèle est exécuté de nouveau, les résultats sont sensiblement différents. Il pourrait être utile d'avoir plus d'un modèle à examiner avant l'évaluation. En réponse, un participant indique que les participants à la réunion devaient tenir compte de l'utilisabilité des modèles pour l'année en cours. On fait remarquer que le modèle SAM est prêt à faire des projections alors qu'on espère que le modèle HYBRID le sera. On considère que c'est un argument en faveur de la disponibilité de multiples modèles. Il reste encore à déterminer la nécessité d'établir des limites étendues pour les débarquements.

Une discussion a également lieu sur ce que devraient être les limites de prises pour les futures exécutions de modèle, car on indique que les limites de prises initiales pourraient être trop étroites et que, dans d'autres cas, elles pourraient être trop étendues. Les limites de prises initiales utilisées étaient les suivantes :

- 1959 à 1993 : multiplicateurs de 0,5 à 1,5
- 1994 à 1996 : 0,9 à 1,1
- 1997 à 1999 0,35 à 1,75
- 2000 et plus : 0,75 à 1,25.

On soutient que certaines limites correspondent à celles de D. Ings et E. Carruthers (données inédites). On demande si les limites devraient être plus étendues au cours de la première période. On demande également quelle était la logique des limites de prises étendues au cours de la première période, car il n'y avait pas de total autorisé des captures (TAC). La réponse est qu'en 1983 (première période dans le MEMN), il y avait des problèmes concernant les flottilles étrangères et la zone de déclaration (p. ex. le poisson pouvait être capturé dans une zone et déclaré dans une autre). Une partie de cette information serait saisie dans les bordereaux d'achat. Un participant soulève également la question du poisson pêché dans une zone et débarqué dans une autre et ajoute que certaines espèces pourraient être mélangées dans certains des registres de débarquement. En ce qui concerne l'utilisation de bordereaux de débarquement pour générer des chiffres, ils soulignent que cela ne visait que le poisson qui s'était rendu à l'usine et ne comprenait aucun poisson rejeté. Sur cette base, le participant recommande que les limites soient plus étendues pour les premières années.

Les prises pour l'usage personnel des pêcheurs ont été augmentées, mais on fait valoir que cela représenterait probablement moins de 1 % des prises. En ce qui concerne les rejets, on note qu'une étude de Kulka et Stevenson (1986) montrant que 10 % des petits poissons rejetés provenaient d'un seul mois, au cours d'une seule année. Un deuxième participant fait remarquer que d'après ses discussions avec les capitaines de pêche, la morue de la sous-division 3Ps avait été débarquée dans d'autres zones comme poisson plat au cours de nombreuses années.

On s'entend pour dire que les limites de 10 % sont trop basses. Un autre participant soutient que cette discussion est un peu arbitraire, car il manque de documentation pour de nombreux aspects s'y rapportant (p. ex. débarquements, rejets, déclarations erronées, etc.). Un autre participant demande quelle était la justification des limites de 1,3 en 1976-1977. Elle était fondée sur l'écart entre les rapports de l'OPANO pour cette période et ce qui était désormais utilisé pour ce stock. On laisse entendre que cela pourrait constituer une raison d'utiliser une limite de 30 % pour les périodes de grande incertitude, car 1,3 était la limite supérieure dans une période d'incertitude. Un participant fait valoir qu'il y avait des problèmes avec les deux chiffres utilisés pour produire le 1,3 et qu'il serait probablement utile d'examiner de plus près les documents d'évaluation historique et peut-être de discuter davantage de la question avec les personnes qui ont participé à la gestion à ce moment-là. L'un des développeurs propose d'effectuer une analyse de sensibilité sur les limites. On fait valoir que cela aurait une incidence sur l'ensemble de la série chronologique, alors que la préoccupation concerne surtout les premières années. La décision est d'utiliser 1,3 comme limite supérieure de prises de 1959 à 1977, tandis que la limite inférieure demeurerait la même. Cette décision serait mise en œuvre pour l'évaluation.

Un participant soutient que la logique de la limite inférieure est incohérente, car une limite inférieure plus basse a été utilisée plus tard et la limite inférieure actuelle est plus précise. Un autre participant est d'accord et indique qu'il existe une pêche française dans la sous-division 3Pn et sur la côte ouest de Terre-Neuve. Un participant qui s'était entretenu avec un directeur d'usine français ne croyait pas qu'il y avait un problème de déclaration erronée des zones à l'époque, mais il laisse entendre qu'il y avait des problèmes de tricherie sur les facteurs de conversion pendant cette période. Un participant demande pourquoi les limites étaient plus étendues entre 1997 et 2002. Les limites étaient en grande partie fondées sur des entrevues réalisées auprès de pêcheurs. Il y a eu une concentration des efforts dans la région de Bar Haven, et beaucoup de filets et d'engins ont été perdus, ce qui a entraîné beaucoup de pêche fantôme. De plus, il y a eu des périodes de rejet sélectif. Lorsque les chalutiers ont commencé à pêcher après le moratoire, il y avait des signes de dépassement des quotas et de rejets. On demande pourquoi la limite est passée de 9 à 10. Elle était fondée sur la perception d'un rejet sélectif. Il a été décidé de fixer la limite inférieure à 0,9 plutôt qu'à 0,99 étant donné l'incertitude entourant ce qui se passait. Cette décision a été prolongée de 1978 à 1986. La décision pour le scénario de limite élargie à ce stade était la suivante :

- 1959 à 1975 : 0,9 à 1,3
- 1976 à 1977 : 0,7 à 1,3
- 1978 à 1986 : 0,9 à 1,3
- 1987 à 1993 : 0,5 à 1,5
- 1994 à 1996 : 0,99 à 1,05 (élargi lors de discussions ultérieures)
- 1997 à 2009 : 0,99 à 1,3
- 2010 et plus : 0,99 à 1,1.

On suggère que pour la période de 1994 à 1996, la période du moratoire, les limites de prises devraient être élargies, compte tenu des minuscules prises, ce qui permet que des différences relativement faibles dans les prises aient un effet un peu plus important qu'au cours des autres années. On propose que cette décision soit présentée à la réunion d'évaluation du stock. La présidente indique que cela avait déjà été examiné et qu'une décision pouvait donc être prise maintenant. Un participant soutient que pour la morue du Nord, la décision avait été prise lors de l'évaluation du stock et que cette décision devrait également être prise lors de l'évaluation. On convient de soumettre cette question à l'évaluation du stock pour une décision finale.

La présidente signale qu'on a demandé aux participants d'examiner la suggestion d'aller de l'avant avec le modèle HYBRIDE 11 et une liste de recommandations. À titre de solution de rechange ou d'ajout, les travaux devraient se poursuivre avec le modèle SAM.

Un participant fait remarquer que les incohérences dans les diagnostics rétrospectifs doivent être comprises. Il faut comprendre pourquoi il y a des incohérences et quelles en sont les conséquences.

La développeuse du modèle préconise que les mesures recommandées soient tentées et qu'une décision puisse être prise à partir de là. On laisse entendre que les incohérences dans le diagnostic rétrospectif découlaient probablement d'une erreur de Z par rapport à une erreur de traitement, mais on ne sait pas exactement comment cela influencerait sur les projections, et cette question devrait être examinée. Un participant suggère que, pour la réunion d'évaluation du stock, la développeuse du modèle tente d'exécuter des projections rétrospectives comme moyen de démontrer la fiabilité de l'évaluation. Un autre participant note qu'avec le passage à des modèles de séries chronologiques depuis des modèles empiriques comportant des structures de la dynamique de la population, il est nécessaire d'être en mesure d'expliquer les erreurs de traitement aux intervenants.

La présidente ouvre ensuite la discussion sur la façon dont les participants à la réunion recommandent que les travaux sur l'élaboration d'une M fondée sur l'état se poursuivent à l'avenir. Un participant fait remarquer qu'en plus d'adopter une approche de la M sans regroupement par âge, il fallait également faire une estimation annuelle de la M, en supposant que les estimations mensuelles de la M pourraient ne pas être appropriées. De plus, on s'inquiète de l'utilisation du seuil d'état de 0,85. Il est suggéré de tenter une analyse de sensibilité avec le seuil afin de voir à quel point la tendance est robuste étant donné que le plan proposé pour l'avenir consiste à utiliser une M scalaire sur la tendance de la M fondée sur l'état. On discute du fait que l'utilisation d'une M scalaire dans le modèle SAM devrait être explorée plus à fond, mais on craint que les estimations de l'incertitude découlant de cette méthode ne soient pas reportées dans les projections du modèle.

Un autre participant propose de considérer la M fondée sur l'état comme un taux de mortalité saisonnier plutôt que comme un taux annuel. On laisse entendre que le taux d'amélioration de l'état pourrait être plus rapide les années où la mortalité est plus élevée, car les poissons en mauvais état meurent, plutôt que dans les années où les poissons en mauvais état sont en mesure de se rétablir à mesure que l'alimentation reprend. Cette idée pourrait être étudiée. La M par étiquetage fera l'objet d'une enquête plus approfondie.

On demande comment ces autres approches de production d'une M fondée sur l'état seront utilisées à l'avenir. Quelles seraient les conséquences si les tendances ne concordent pas? Une tendance dans la M pourrait-elle être estimée si la M est fournie pour un bloc d'années à partir de l'étiquetage? Cela a été fait avec le modèle HYBRIDE, pour lequel on a essayé une marche aléatoire avec les données de la M fondée sur l'état. On fait valoir qu'ils n'avaient pas les données de relevé nécessaires pour le faire efficacement. On discute de la façon dont les données de M par étiquetage seront utilisées dans les modèles SAM et HYBRID, mais un plan

exact n'est pas clair pour le moment. On suggère qu'il pourrait être possible de comparer les tendances de la M sans regroupement par âge en fonction des valeurs de la M par étiquetage comme un seul essai. On pourrait aussi chercher des correspondances dans les moyennes. Un autre participant soutient qu'il s'agit d'une mauvaise approche, car la M fondée sur l'état est uniquement la mortalité attribuable à un mauvais état, tandis que la M par étiquetage est une estimation de la M provenant de toutes les sources de mortalité. On fait valoir que si la mortalité causée par la famine est une composante importante de la M, il s'agirait d'une comparaison raisonnable. Si les deux séries chronologiques de la mortalité ne correspondent pas, la situation est tout simplement encore plus confuse. Si ces travaux échouent, on propose d'examiner le modèle HYBRIDE 10 plutôt que le modèle 11. On suggère d'utiliser ces travaux sur la M fondée sur l'état comme essai pour voir comment les choses seraient différentes si on avait une M variable dans le temps. Un autre participant soutient que, dans le cadre d'un plan à plus long terme, nous devrions examiner quelles sont les nouvelles données biologiques qui doivent être collectées ou déterminer les expériences de laboratoire qui devraient être réalisées afin de mieux comprendre la M fondée sur l'état plutôt que de se fier uniquement aux données existantes.

Un participant indique que pour le modèle HYBRIDE 11, il pourrait être utile d'essayer d'estimer la M scalaire afin de générer une série chronologique de la M totale à partir du modèle et de comparer ces valeurs aux valeurs de la M par étiquetage comme vérification. Si elles sont totalement différentes, cela indique qu'il y a un problème quant à la façon dont la mortalité est estimée. Un participant laisse entendre que cela serait informatif à l'échelle, mais ne contribuerait pas à confirmer la tendance. Il est proposé qu'en vue d'obtenir une nouvelle source de données, lorsqu'il y a étiquetage, le poids des poissons étiquetés devrait être recueilli. Cela fournirait à l'analyse d'étiquetage une covariable sur le terrain pour les taux de mortalité obtenus du programme d'étiquetage. Ce qui pourrait aider à déterminer un point de rupture pour la mortalité fondée sur l'état dans la nature.

La recherche à court terme sur la mortalité recommande d'aller de l'avant avec le modèle HYBRID M11 en ayant le modèle M10 comme solution de rechange. La M pour le modèle M10 est de 0,3. Deux personnes suggèrent qu'il serait intéressant de comparer le modèle HYBRID M11 avec le modèle M10, en ajustant possiblement la mortalité dans le M10 afin qu'elle se rapproche de la M moyenne de la tendance de la M scalaire du modèle M11. La développeuse du modèle fait valoir que ce changement rendrait difficile la comparaison entre les modèles parce qu'une $M = 0,3$ dans le modèle M10 représente ce qui ancre l'échelle vers le bas entre les deux modèles. Le changement de $M = 0,3$ rend difficile de savoir ce qui a causé des différences, car on ne sait pas si les différences sont dues au changement de l'échelle ou au scalaire dans M11.

La présidente entame la discussion sur les PRL. On indique que la biomasse du stock reproducteur la plus faible observée est une faible Blim. Les exécutions de modèles présentées à la réunion semblent avoir certaines relations apparentes stock-recrutement. Une relation stock-recrutement doit être étudiée pour une interprétation paramétrique ou visuelle de la Blim. S'il existe une relation paramétrique stock-recrutement, il faudrait étudier la possibilité de déterminer le taux maximal de mortalité par pêche. On demande s'il y a accord sur cette recommandation. Un participant demande si le modèle devrait être exécuté de nouveau en ajustant la relation stock-recrutement dans le modèle, car elle peut avoir une incidence sur tous les autres éléments du modèle. On soutient que cette façon de faire est incorrecte, car elle introduit un biais dans le modèle. Un autre participant fait valoir que cela se fait tout le temps, mais il a aussi constaté des problèmes liés à cette inclusion dans le modèle. Pour le modèle SAM, il serait possible d'estimer la relation stock-recrutement en interne. Il serait possible de comparer le modèle avec et sans le modèle de stock-recrutement. S'ils sont identiques, c'est

bien, mais s'ils sont différents, c'est problématique. Il serait préférable d'intégrer la relation stock-recrutement en interne dans le modèle global où les erreurs pourraient être prises en compte plutôt que de déterminer le modèle stock-recrutement en externe puis de l'ajouter au modèle. On suggère que la première étape consiste à examiner la relation stock-recrutement et à établir visuellement un PRL provisoire.

La présidente ouvre la discussion sur les méthodes de projection. Un participant note que la projection comporte deux composantes : la composante biologique et celle de l'incertitude. On sait qu'il y a des tendances dans les poids selon l'âge, et il faudrait prévoir les maturités liées à ces tendances. Ce n'est peut-être pas possible. Une autre approche consisterait à utiliser la moyenne des trois à cinq dernières années. Il faut prendre une décision sur ce dernier point. De plus, toutes les incertitudes du modèle doivent être projetées. Le participant soutient qu'étant donné qu'il s'agit d'une projection sur un an, la dernière année du modèle pourrait être la meilleure option. Il suggère que cela dépend de l'ampleur de la tendance et qu'il serait préférable d'utiliser des données sur trois à cinq ans, mais par le passé, seules trois années de données ont été utilisées si cinq ne pouvaient l'être. La présidente demande si la réunion doit être plus prescriptive, mais compte tenu du cadre de référence, on pense que cela devrait être suffisant.

Un autre participant pose une question au sujet de la M. On suggère que cela devrait être projeté si la M est estimée, tout comme son incertitude. Si elle n'est pas estimée, elle serait simplement identique à la constante. De même, il faudrait projeter la sélectivité, probablement la moyenne des deux ou trois dernières années. On demande si le multiplicateur de prises est projeté. On fait valoir que les multiplicateurs de prises seraient appliqués aux débarquements, et que ce n'est pas une projection futile. La présidente fait remarquer que des projections de la F seraient probablement demandées. Un participant mentionne que l'année de pêche s'étend du 1^{er} avril au 30 mars. On demande ce que les gens penseraient si on n'en tenait pas compte, car il peut être difficile de composer avec le fait que cela nécessite des simulations de modèles d'une partie de l'année, et le modèle utilise des simulations d'une année complète. Il pourrait être compliqué de modifier le modèle HYBRIDE à cette fin. Un examinateur fait remarquer qu'en Islande, l'année de pêche va du 1^{er} septembre au 31 août, et ce problème se présente pour la morue islandaise. Dans leur cas, ils ignorent l'année de pêche et supposent que ce n'est pas un gros problème. Un participant s'y oppose, car le stock n'est pas géré sur l'année civile, il est géré sur l'année de pêche.

Lorsqu'ils utilisaient l'outil ADAPT (une sorte d'évaluation virtuelle de la population), ils réalisaient une projection pour l'année et ensuite pour ses premiers mois. C'est quelque chose dont ils devront être au courant et soit donner un avis sans tenir compte de l'année de pêche, soit faire des projections en deux étapes.

La présidente entame ensuite la discussion sur la question de savoir si la méthode d'évaluation peut appuyer l'évaluation quantitative des règles de contrôle des prises (RCP). Elle indique que la réponse rapide est oui. La développeuse du modèle HYBRID fait valoir qu'avec l'analyse des scénarios, ce serait possible, mais avec plus que cela, ce serait un exercice plus vaste.

On demande si tout le monde est d'accord avec l'énoncé sur le modèle SURBA :

Le Système d'analyse statistique (SAS) SURBA n'est plus un modèle d'évaluation fiable, comme utilisé pour l'évaluation du stock de 2010 à 2018, car il repose sur un ratio constant de répartition du poisson dans les zones côtières et hauturières. Les recherches présentées à cette réunion indiquent que le ratio n'a pas été constant au fil du temps. En outre, la sélectivité constante de la mortalité totale « se poursuit sur 40 ans », mais les données probantes montrent le contraire. Par conséquent, le modèle SURBA, tel qu'il est actuellement configuré, n'est plus un modèle d'évaluation valide.

On s'entend sur l'énoncé.

La présidente demande ensuite quels documents de travail devraient être transformés en documents de recherche. Les documents désignés comme devant être mis à niveau pour devenir des documents de recherche comprennent les suivants : Le texte de D. Varkey pour le modèle HYBRIDE, le texte de J. Champagnat pour le modèle SAM, et les travaux d'E. Carruther sur les entrevues avec les pêcheurs pour éclairer les limites de prises. Un examinateur recommande que les documents fassent l'objet d'un examen interne avant d'aller de l'avant. Il est déterminé que les travaux sur la M fondée sur l'état seraient inclus en annexe du document de recherche de D. Varkey pour le modèle HYBRIDE. Un examinateur demande que l'analyse de N. Cadigan des poids selon l'âge du stock des relevés soit incluse comme document de recherche, même si elle n'a pas été utilisée.

COMMENTAIRES DE L'EXAMINATEUR – A. MAGNUSSON

Examen de la morue de la sous-division 3Ps

Arni Magnusson

Préoccupations principales

1. Les modèles présentés ne s'ajustent pas bien au relevé de recherche. La valeur élevée estimée de l'écart type pour le relevé de recherche accorde un très faible poids à cette importante source de données.
2. Il n'est pas certain que l'utilisation de la M variable dans le temps comme donnée d'entrée du modèle d'évaluation est utile pour la gestion de ce stock. L'estimation de la M variable dans le temps est problématique sur le plan statistique, et les données probantes relatives aux valeurs extrêmes de la M sont quelque peu faibles. Les modèles état-espace peuvent être ajustés sans modéliser explicitement la M variable dans le temps, ce qui tient indirectement compte de la M variable dans le temps en tant que variabilité de processus. De tels modèles utiliseraient une valeur simple de la M ou un vecteur propre à l'âge de la M comme données d'entrée du modèle.

Préoccupations secondaires

1. Tous les modèles présentés sont des modèles état-espace assez semblables. L'inclusion d'un ou deux modèles plus simples aurait pu aider à clarifier et à mettre en évidence les défis de cette évaluation. Il s'agirait également d'une référence utile pour diagnostiquer l'effet de l'erreur de traitement sur les résultats du modèle.
2. L'incertitude au sujet des prises débarquées a été modélisée en utilisant des limites ayant une vraisemblance plate à l'intérieur des limites. L'algorithme utilisé pour l'appliquer semble introduire des défis informatiques qui ont été observés dans des artefacts plutôt étranges dans les résultats et une augmentation du temps d'exécution. Si l'incertitude des prises était modélisée avec une courbe normale, centrée autour d'un multiplicateur de prises de 1, cela pourrait faciliter les calculs et la capacité d'exécuter des évaluations comparables sur des plateformes logicielles standard.

Contexte

La pêche à la morue de la sous-division 3Ps a fait l'objet de plusieurs changements importants au fil des ans, comme des modifications de la composition des engins de pêche, un moratoire, l'expansion de la zone de relevé et des années de faible facteur d'état corporel. Les poids selon l'âge dans les données ont divergé au fil du temps, les poids des relevés diminuant tandis que

les poids des prises demeureraient élevés. Il y a beaucoup d'incertitude quant à l'ampleur des prises débarquées, surtout dans les années qui ont précédé le moratoire.

Modèles

Trois modèles d'évaluation ont été présentés à la réunion sur le cadre : MEE, SAM et un modèle HYBRID. Ce sont tous des modèles état-espace qui se ressemblent, et pour chaque modèle, plusieurs variantes ont été présentées avec des diagnostics d'exécution du modèle.

Les variantes du modèle ont exploré d'autres façons de modéliser la M fixe ou variable dans le temps, y compris ou en excluant le relevé côtier par pêche sentinelle, la corrélation statistique dans l'estimation du modèle et l'incertitude au sujet des débarquements annuels.

Relevé de recherche

En général, les modèles ne s'ajustaient pas bien aux données du relevé de recherche, ce qui est préoccupant, car il s'agit d'un relevé normalisé qui couvre la zone du stock. Cela semble être un défi lié aux données du relevé, quel que soit le modèle d'évaluation utilisé, avec des effets propres à l'année considérables (au cours d'une année donnée, tous les âges sont élevés, ou tous les âges sont bas) qui rendent difficile le calcul de la taille relative des cohortes. Il semble que la capturabilité du relevé puisse varier d'une année à l'autre en fonction des conditions océanographiques. Il est rare de voir de gros traits de chalut dans les zones froides au cours d'une année donnée.

Limites de prises

Toutes les années, les prises incertaines sont exprimées en tonnes, sous forme de limites inférieure et supérieure. Les limites les plus étendues se trouvent dans les années 1976 et 1977 (facteur de multiplication de 0,7 à 1,3, date d'établissement de la ZEE) et 1987 à 1993 (de 0,5 à 1,5, avant le moratoire). Certains modèles ont utilisé une vraisemblance censurée pour établir ces limites, avec une vraisemblance plate entre les limites.

Mortalité naturelle

La M variable dans le temps a été estimée en fonction des variations annuelles de l'état corporel. L'hypothèse de travail est que lorsque de nombreux poissons ont un facteur de condition K relatif inférieur à 0,85, il y a une augmentation des mortalités causées par la famine. Cette analyse prévoit des valeurs annuelles de M pour différents groupes de longueur, ce qui n'est peut-être pas facile à appliquer aux groupes d'âge.

La conversion de l'état corporel en M semble quelque peu sensible, les changements annuels de l'état faisant fluctuer la M de 0,2 à environ 0,9 pour les gros poissons. La M qui en résulte semble réagir fortement à de légers changements du facteur de condition. Il est quelque peu surprenant de constater que les années comportant les pics les plus extrêmes de facteurs de condition faibles (12 à 15 % des poissons sous 0,85 K relatif) donnent des valeurs de M d'environ 0,9 (tuant environ 50 % des poissons). La tendance temporelle de cette M estimée est une augmentation à long terme, avec les valeurs les plus élevées des dernières années.

Certaines variantes du modèle utilisent une M fixe, comme 0,2 ou 0,3, parfois propre à l'âge avec des valeurs de M plus élevées pour les poissons plus jeunes. Une autre variante du modèle utilise une M variable en fonction de l'étude de l'état corporel. Une autre variante du modèle utilise cette M fondée sur l'état comme donnée d'entrée, mais estime un multiplicateur pour augmenter ou diminuer la M, avec une série chronologique d'une M pour les poissons plus jeunes (de 2 à 5 ans) et d'autres pour les poissons plus âgés (de 6 ans et plus), modélisées en

tant qu'écart par rapport à $M = 0,3$. Ce modèle estime que la M pour les jeunes poissons est très stable autour de 0,3, mais que la M pour les poissons plus âgés augmente d'environ 0,25 de 1980 à 2005 à environ 0,5 de 2010 à 2018.

On sait que la M variable est difficile à estimer, surtout pour une pêche où les données d'évaluation ne semblent pas très instructives au départ.

Les modèles état-espace peuvent utiliser une M fixe comme donnée d'entrée, tout en tenant indirectement compte des changements sous-jacents dans la M dans le cadre de la variabilité générale du processus. À la réunion, certains participants ont indiqué qu'ils préféreraient que le modèle d'évaluation final utilise la M variable dans le temps comme donnée d'entrée, tandis que d'autres (principalement des examinateurs) ont indiqué qu'ils préféreraient utiliser la M fixe comme donnée d'entrée et laisser les fluctuations de la dynamique de la population pour traiter la variabilité, sans profil prédéterminé.

Problèmes pratiques liés aux modèles HYBRIDE et SAM

Deux caractéristiques spéciales du modèle HYBRIDE ont été conçues expressément pour gérer l'estimation :

1. de la M variable dans le temps à l'échelle,
2. des limites de prises.

Le modèle SAM a une certaine capacité d'estimer la M à l'échelle, en exécutant le modèle de façon itérative pour rechercher le multiplicateur de la M qui s'ajuste le mieux au modèle global. Le modèle SAM a également la capacité d'estimer un multiplicateur des prises propre à l'année pour une période donnée, comme 1987 à 1993, mais ces valeurs ne sont pas exprimées sous forme de limites préétablies.

Les deux plateformes de modélisation ont des avantages et des inconvénients pour l'évaluation de la morue de la sous-division 3Ps. Le modèle HYBRIDE est adapté à cette évaluation particulière et les évaluateurs du stock ont l'expertise nécessaire pour travailler avec ce modèle et apporter des modifications en fonction des décisions de modélisation. Le modèle SAM est largement utilisé, a fait l'objet d'un examen par les pairs et a fait l'objet d'un auto-test approfondi, et il a la capacité d'exécuter des projections. Les projections ne sont pas encore mises en œuvre dans le modèle HYBRIDE.

Analyse de l'effet d'une M variable dans le temps

Pour quantifier et visualiser l'effet de l'estimation de la M variable dans le temps, on peut comparer les exécutions 10 et 11 du modèle HYBRID. La seule différence entre les exécutions 10 et 11 est l'estimation explicite de la M variable dans le temps.

Comme on pouvait s'y attendre, ces exécutions des modèles sont très différentes quant à la façon dont elles s'ajustent aux données, à la taille estimée du stock et aux mortalités par pêche, aux diagnostics rétrospectifs, etc.

Observations finales

Dans l'ensemble, la recherche présentée à la réunion sur le cadre était de grande qualité, bien préparée et clairement communiquée. La réunion a été caractérisée par un dialogue constructif, de bons progrès et un accord général sur les principaux enjeux.

Discussion

Quelques discussions ont lieu pendant les commentaires de l'examineur au sujet de certaines formes étranges dans la partie de la marche aléatoire du MEE exploratoire. L'examineur demande s'il y avait des problèmes de calcul avec les limites de prises plates. Le développeur du modèle dit qu'il devait utiliser un processus en deux étapes où le modèle s'ajuste au milieu des limites de prises, comme si la valeur initiale se retrouvait vraiment très loin des limites de prises, ce qui aboutissait à des problèmes d'absence de données. Pour le modèle HYBRIDE, une fonction atomique a été développée pour calculer la dérivée pour les limites censurées afin qu'il puisse être réalisé en une seule exécution. Dans le modèle exploratoire, p_{norm} - p_{norm} (distribution de probabilité) est calculé et si $Z > 37$, on calcule effectivement $1-1$. L'utilisation de la dérivée résout le problème. En résumé, il existe un certain potentiel de problèmes informatiques. On fait remarquer que cette méthode a l'avantage de permettre des limites asymétriques.

La développeuse du modèle HYBRIDE note que le modèle HYBRIDE pourrait être remanié sur le point des prises selon l'âge statistiques avec une formulation très simple sans erreur de traitement et qu'il n'y aurait pas de stock-recrutement; il pourrait être ajusté aux nombres des prises selon l'âge et ne pas tenir compte des proportions et des débarquements censurés. L'un des premiers modèles essayés, le modèle logistique, tentait de le faire, mais il comportait des erreurs de traitement. Cependant, il est possible de désactiver l'erreur de traitement. Cela permettrait de clarifier la différence entre une erreur de traitement dans le modèle et l'absence d'erreur.

La développeuse du modèle HYBRIDE demande : si l'on considérait l'erreur de traitement comme étant la M , est-ce qu'on la prendrait en compte dans les calculs des prises, serait-elle ignorée ou serait-elle prise en compte dans Z ? On répond qu'elle fait partie de l'équation du stock. La développeuse indique que cela ne s'applique pas directement à la M . L'examineur suggère que cela pourrait entraîner des changements directionnels. Elle fait observer qu'elle a une incidence sur la M , mais qu'elle n'est pas appliquée à la décroissance au cours de cette année-là.

La développeuse du modèle SAM demande : s'il est possible de saisir la M ou d'en tenir compte en tant qu'erreur de traitement variable dans le temps, l'erreur de traitement, qui est normale, saisirait-elle une tendance? Car il y a un biais directionnel, alors que l'erreur de traitement ne devrait pas avoir de biais. L'examineur suggère qu'une comparaison des modèles 10 et 11 montrerait qu'elle ne le fait pas de la même façon qu'une estimation explicite de la M variable dans le temps. Il s'agit de presque trois niveaux; on pourrait complètement l'ignorer avec des prises selon l'âge statistiques sans variabilité de traitement. L'étape suivante est le modèle 10, qui tenterait d'en faire le suivi indirectement, puis le modèle 11, qui modéliserait entièrement les changements dans la M . Les trois sont intéressants, mais il pense que les examinateurs préféreraient le modèle 10. Il entend des réflexions très partagées sur la modélisation de la M variable dans le temps. Ils sont d'avis que les examinateurs étaient plus préoccupés par la M variable dans le temps.

Un participant demande : si l'erreur de traitement s'accumule et est positive au cours des dernières années, cela ne contrevient-il pas à l'hypothèse sous-jacente de l'erreur de traitement selon laquelle il s'agit d'un traitement stationnaire? S'il y a autocorrélation dans l'erreur de traitement, on doit en tenir compte directement. L'examineur est d'accord.

La développeuse du modèle HYBRIDE demande aux examinateurs ce qu'ils pensent de l'élimination des séries de données de leurs modèles. Comment décide-t-on de le faire? Un examinateur répond qu'il l'avait fait quand il disposait d'un relevé de printemps et un autre d'automne et qu'il avait laissé tomber le relevé d'automne parce qu'il y avait beaucoup de bruit.

Ils font remarquer qu'il était bien d'avoir deux relevés pour les effets propres à l'âge. À mesure que le temps passe, la matrice des prises selon l'âge prend le dessus, de sorte que les anciens relevés ne signifient pas grand-chose. Ils comprennent qu'il y a des pressions pour inclure un relevé pour justifier leur travail. Toutefois, du point de vue des données, il doit y avoir une approche neutre pour demander pourquoi on les inclut.

Un deuxième examinateur déclare qu'en tant que scientifique basé en Islande et voyant maintenant beaucoup d'évaluations du CIEM, il est très courant d'utiliser les relevés de recherche qui couvrent tous les stock. Pour ce qui est de leur équivalent du relevé par pêche sentinelle, il est examiné à part. L'examineur final déclare qu'il est difficile d'utiliser un modèle pour déterminer si un relevé devrait être exclu ou non. D'un autre côté, il faut bien réfléchir *a priori* à la question de savoir si le relevé devrait être utilisé ou non. Ils notent qu'avec une baisse de 20 à 30 % des poids selon l'âge depuis 1995, la capturabilité selon l'âge dans un relevé au filet maillant a certainement changé. La remarque selon laquelle il suffit d'introduire une série dans le modèle et que si elle est erronée, le modèle l'ignorera, est problématique. Si l'on sait que la série est erronée et que d'une façon ou d'une autre le modèle n'en tient pas compte, on a un vrai problème. Dans de nombreux cas, les modèles n'ont pas la capacité d'ignorer les séries de données, car ils effectuent une moyenne des séries de données et celles qui sont plus longues et qui ont des signaux plus forts domineront. Les questions à poser sont les suivantes : la capturabilité est-elle constante au fil du temps? Si la capturabilité change au fil du temps, il faut la modéliser ou l'exclure. La série est-elle représentative? Les indices du relevé sont-ils correctement normalisés? C'est un problème pour le relevé à la palangre, où l'emplacement des sites a changé au fil du temps et où le plan est très déséquilibré. La normalisation au moyen d'un modèle linéaire généralisé (MLG) ne résout pas le problème. Il pourrait être utile de revenir en arrière pour s'assurer que le calcul de normalisation pour le relevé à la palangre est valide. La présidente signale qu'une recommandation a été formulée lors de la réunion sur la morue du Nord en mars au sujet du relevé par pêche sentinelle et qu'un examen des données de la pêche sentinelle sera effectué à ce sujet.

COMMENTAIRES DE L'EXAMINATEUR – G. THORDARSON

Les travaux présentés lors de la réunion étaient de grande qualité et en grande partie bien documentés. La plupart des documents étaient disponibles pour examen une semaine avant la réunion. Comme on peut s'y attendre, les scientifiques chargés de l'évaluation ont poursuivi leurs travaux par la suite. Mais la documentation fournie donne un bon aperçu des évaluations présentées à la réunion.

Le processus tel qu'il est établi est à bien des égards compréhensible et logique. C'est-à-dire présenter divers modèles d'évaluation et examiner l'ajustement aux données, les résidus et les diagnostics rétrospectifs, et ne pas se concentrer sur les points de référence et le pronostic. Toutefois, l'inclusion de cette partie donne l'occasion d'effectuer des analyses de sensibilité en incluant l'erreur d'évaluation dans un cadre d'ESG. De plus, d'autres facteurs compliquent l'utilisation de modèles, comme les hypothèses utilisées pour projeter la biomasse un an à l'avance. Cela peut entraîner des changements considérables à la hausse ou à la baisse lorsqu'on compare les avis d'une année à l'autre.

Les trois cadres de modélisation semblent tous constituer une amélioration par rapport à l'évaluation actuelle du modèle SURBA qui utilise uniquement des données de relevé et produit des estimations de Z, mais pas de la F. De plus, le modèle SURBA a montré de fortes tendances dans les diagnostics rétrospectifs au cours des dernières années.

Un modèle d'évaluation MEE exploratoire semblait prometteur. Le modèle suppose une M constante et traite diverses incohérences de données avec une erreur de traitement. L'un des

défis, c'est qu'en une année, le modèle a « perdu » environ 20 000 tonnes de biomasse du stock reproducteur sur un stock d'environ 70 000 tonnes. Un modèle SAM avec le relevé par pêche sentinelle et le modèle HYBRID 11 sont semblables. Une proposition visant à utiliser le modèle HYBRIDE comme base pour les avis et à exécuter le modèle SAM en parallèle semble raisonnable.

La réunion sur le cadre a consacré beaucoup de temps à discuter de la M variable dans le temps. Des travaux ont été présentés lorsque l'état est utilisé pour estimer les changements de la mortalité naturelle. De plus, des signaux de mortalité ont été extraits des données d'étiquetage. L'approche semble prometteuse, mais diverses questions ont été soulevées au sujet de la validité de l'inclusion de ces estimations directement dans l'évaluation. Par conséquent, il est prématuré de l'accepter directement, car ce signal peut être confondu avec d'autres facteurs qui ont une incidence sur la M. La prise en compte des changements dans la M au moyen d'un terme d'erreur de traitement semble être l'approche la plus sensée pour le moment.

Tous les modèles présentés comprenaient toutes les données disponibles, sauf, dans certains cas où les données du relevé par pêche sentinelle n'ont pas été prises en compte. L'inclusion de relevés qui ont cessé il y a plusieurs années peut être remise en question. Dans la plupart des cas, ils n'obtiennent pas beaucoup de poids dans l'ajustement et la matrice de prises selon l'âge prend le dessus, car normalement, le signal dans cet ensemble de données est beaucoup plus fort. Il serait intéressant de voir les effets de la seule exécution du modèle SAM et du modèle HYBRID avec le relevé de recherche et le relevé par pêche sentinelle à la palangre. L'utilisation du relevé par pêche sentinelle aux filets maillants comme série de réglage est discutable, car elle montre des signaux très différents, semble avoir une variance élevée et a de la difficulté à suivre les cohortes à travers la population. Les données recueillies dans le cadre du relevé au filet maillant peuvent être considérées comme utiles dans un autre contexte.

Il pourrait être intéressant de voir les résultats de cadres de modèles complètement différents, c.-à-d. de modèles fondés sur la longueur, comme *Stock Synthesis* ou *Gadget*. Les modèles de production pourraient être instructifs.

Les tendances dans les diagnostics rétrospectifs représentent un défi pour la plupart des évaluations présentées pour la morue de la sous-division 3Ps, mais c'est un problème très courant, par exemple dans les stocks évalués par le CIEM. De toute évidence, il faut régler ce problème, comme on a tenté de le faire lors de cette réunion sur le cadre. Cependant, à de faibles niveaux de F, la probabilité de telles tendances augmente à mesure que le modèle met plus de temps à converger vers le passé. Surtout pour une espèce qui vit relativement longtemps, comme la morue. Une façon de s'y attaquer est de recourir à une RCP qui amortit les changements annuels du TAC. Dans la RCP pour la morue islandaise, le poids du TAC des années précédentes est de moitié par rapport aux 20 % de la biomasse estimée pour cette année. À l'époque, les scientifiques pensaient que c'était une bonne chose, de sorte que des augmentations soudaines de l'évaluation ne mèneraient pas à la surexploitation; l'industrie, quant à elle, y voyait un frein à une diminution soudaine de l'évaluation.

Discussion

Un développeur de modèle demande pourquoi l'examineur a dit qu'il était difficile d'affamer une morue à mort, étant donné que cela avait été fait dans le cadre d'expériences dans des réservoirs. L'examineur répond qu'il y a toujours des proies disponibles qu'ils peuvent consommer pour survivre, et non pour prospérer. Dès qu'ils atteignent une certaine taille, ils peuvent manger de plus petites morues.

COMMENTAIRES DE L'EXAMINATEUR – H. BENOÎT

J'ai trouvé les trois documents de travail très bien rédigés. Le groupe d'auteurs très compétents qui travaillent sur ce seul stock est très impressionnant. Les auteurs ont fait un excellent travail de modélisation de ce qui est clairement un stock problématique sur le plan analytique. Je suis impressionné par la diversité des modèles explorés et par le degré d'évaluation des différentes hypothèses.

Ma plus grande critique à l'égard du processus n'est peut-être pas l'examen du cadre de modélisation lui-même, mais le fait que les examinateurs n'ont pas été invités à l'examen critique des données d'entrée du modèle, et que les détails de cet examen ne nous ont pas été communiqués. Les données d'entrée du modèle étaient donc essentiellement immuables lors de la réunion, même si certaines présentaient clairement des problèmes, et il y avait peu de possibilités de bien comprendre les limites potentielles des différentes données d'entrée. On sait bien que les résultats d'une évaluation peuvent être très sensibles aux données d'entrée, et que la mauvaise qualité de ces dernières ne peut pas nécessairement être compensée par des modèles sophistiqués, surtout si les problèmes liés aux données d'entrée ne sont pas explicites.

Un exemple fondamental est la dépendance des résultats du modèle aux indices de la pêche sentinelle. Il est clair que la nature et l'intensité de l'échantillonnage de ces indices ont évolué au fil du temps d'une manière qui ne peut pas nécessairement être compensée par leur normalisation. De plus, et nonobstant ce qui précède, il semble que la matrice de conception pour la normalisation de l'indice de la pêche à la palangre (au moins) soit très déséquilibrée. Il n'est donc pas clair pour moi que la série normalisée fournit un véritable indice relatif comme on le suppose. Des révisions de la normalisation devraient être considérées et la capacité de créer des indices cohérents devrait être évaluée de façon critique.

De plus, et c'est important, ce qui est clair, c'est que l'indice de la pêche au filet maillant (peut-être aussi de la pêche à la palangre) est maintenant fondé sur les prises dans une zone côtière très restreinte sur le plan spatial. De plus, compte tenu des changements non négligeables du poids selon l'âge (baisse de 20 à 30 %) et de la longueur selon l'âge (10 %) de la population, nous nous attendons à des changements de la capturabilité pour les indices du relevé sentinelle au filet maillant (en particulier) et du relevé à la palangre. Il faut se demander s'il est réaliste de supposer que les indices reflètent proportionnellement l'abondance à l'échelle de la population, même si l'indice a été correctement normalisé.

Certains des auteurs ont utilisé des diagnostics du modèle pour décider de la pertinence de conserver ou non les indices ou du traitement des indices dans le modèle. Cette pratique n'est certainement pas propre à la morue de la sous-division 3Ps, mais je ne suis pas d'accord avec elle. Je crois qu'il est important d'examiner attentivement la pertinence, la représentativité (biais) et la variabilité des indices *a priori* et selon leurs propres mérites d'abord. Un modèle peut fournir de mauvais diagnostics pour un indice parce que cet indice est erroné et parce que le modèle est erroné. L'utilisation du modèle pour établir une discrimination suppose que ce modèle est correct.

Les trois cadres de modélisation semblent représenter une amélioration importante par rapport à l'ancien modèle SURBA et constituent un énorme changement par rapport aux évaluations virtuelles de la population d'il n'y a pas si longtemps. Nous avons ajouté beaucoup de souplesse aux modèles en utilisant des effets aléatoires, mais de façon très générale, je me demande si nous comprenons bien leurs conséquences. De toute évidence, il est plus facile d'expliquer les données ou de les ajuster, mais cela peut produire des résultats étranges qui seront difficiles à expliquer, comme des tendances rétrospectives dans Z, mais pas de recrues ou de biomasse du stock reproducteur, qui pourraient être compensés par une erreur de

traitement. Il n'est pas clair non plus pour moi que cette meilleure capacité d'ajuster les données ne se fait pas au prix d'un surapprentissage.

L'examen du cadre s'est concentré sur la pertinence des modèles et sur l'ajustement des modèles aux données observées. Cependant, l'examen n'a pas permis d'évaluer le rendement du modèle au moyen de la simulation. De même, la capacité du modèle à fournir des projections fiables à l'appui de l'élaboration d'un avis scientifique pour le stock n'a pas été évaluée.

Il ressort des différents modèles que la M a varié au fil du temps de façon non stationnaire pour le stock, comme pour d'autres stocks de morue dans l'Atlantique Nord-Ouest. Dans d'autres stocks, le défaut modéliser la variation de la M (correctement) a été une source importante d'erreur de spécification du modèle. Je suis préoccupé par l'utilisation d'un indice d'état par D. Varkey comme approximation de la M. Les auteurs l'ont utilisé d'une manière que les auteurs originaux (Lambert *et al.*) n'avaient pas l'intention d'utiliser en fonction de leurs expériences, comme le démontre l'utilisation de ces auteurs dans leurs propres modèles de population, lorsque l'état ne contribue qu'à une composante de la M, non pas à sa totalité, et d'une manière différente des seuils utilisés pour la morue de la sous-division 3Ps (voir Chassot *et al.* 2009). Le fait de fixer la M comme une fonction stricte de l'état, comme cela a été fait ici, est une hypothèse extrêmement forte, dont les conséquences n'ont pas été bien explorées. La justification de cette décision n'était pas non plus tout à fait convaincante. Bien qu'un faible état puisse rendre la morue vulnérable à différentes sources de mortalité, il est clair que l'ampleur de ces autres sources est également importante, par exemple le risque de prédation peut augmenter avec la diminution de l'état, mais il augmente probablement avec l'abondance des prédateurs.

D'autres évaluations, avec et sans données d'étiquetage, estiment les tendances de la M indépendamment dans le modèle. Apparemment, ce n'est pas possible pour la morue de la sous-division 3Ps lorsque la M a été estimée librement, bien que je me demande s'il n'y a pas suffisamment de données d'étiquetage pour estimer la M pendant une période de temps, ce qui pourrait permettre au modèle d'estimer la tendance indépendamment pour les périodes restantes. Si cela n'est pas possible, et compte tenu de l'incertitude du modèle, en particulier en ce qui a trait à la M, il pourrait être judicieux de privilégier les modèles comportant une erreur de traitement autocorrélée qui tiendra indirectement compte de la M variable dans le temps.

Discussion

Un participant fait remarquer qu'ils n'ont pas parlé de projections à cette réunion et que ce sera un point important de l'évaluation. Ils estiment qu'ils auraient besoin d'un peu plus de temps lors de l'évaluation pour examiner les projections avec le nouveau cadre de modélisation et d'avoir le temps de vraiment comprendre ce qui se passe et de s'assurer que les incertitudes ont été correctement saisies.

La présidente convient qu'ils auraient pu consacrer plus de temps au processus du cadre. Il aurait été bon que les examinateurs assistent à la réunion sur les données d'entrée. Peut-être un peu comme la réunion sur la morue du Nord, où les données ont été discutées avant la réunion, puis par courriel. Il aurait été utile de tirer des conclusions fermes sur ce qu'ils avaient décidé.

Un participant dit qu'il pensait que la réunion aurait pu être structurée différemment pour qu'il soit plus facile d'examiner les trois modèles. Ils suggèrent que l'on consacre plus de temps à l'examen des différences entre les modèles. La présidente est d'accord.

Le développeur du modèle MEE note qu'en 2004, ils essayaient de tenir une réunion sur le cadre pour la morue de la sous-division 3Ps, et ils avaient cinq modèles. Ils font remarquer que deux des modèles n'étaient prônés par personne, et qu'un modèle ne fonctionnait pas. Il a fallu 15 ans pour en arriver à ce point. On recommande au MPO de tenir plus fréquemment des réunions d'examen du cadre. Aux États-Unis, elles font partie des activités normales et elles sont planifiées, souvent pour cinq ans.

La développeuse du modèle HYBRIDE fait remarquer que la complexité du modèle est une préoccupation, surtout lorsque les données sont très bruyantes. C'est pourquoi le modèle a été élaboré en tant que modèle HYBRIDE, afin qu'il puisse être à la fois très complexe et très simple. Il a été conçu pour être généralisable. Il serait assez facile d'ajuster ce modèle à un autre stock où il y a des sources de données semblables. Les diagnostics rétrospectifs de Z ont posé problème. Une partie des problèmes de diagnostic rétrospectif de Z vient du désir de rechercher la M de manière significative. Ce n'est peut-être pas la bonne façon de faire. Ils feront la comparaison entre le M10 et le M11 et verront où cela mène.

RECOMMANDATIONS DE RECHERCHE

Afin de préciser les niveaux de M inclus dans le modèle, on a formulé une liste de recommandations à examiner dans un proche avenir :

1. Idéalement, la M devrait non seulement varier dans le temps, mais aussi en fonction des âges. La méthode de conversion de l'état en niveau de M mise à l'essai (additive sur plusieurs mois) a soulevé des préoccupations, et il a été recommandé de tester une approche saisonnière plutôt qu'une approche mensuelle. La sensibilité de la valeur seuil (niveau sous lequel un poisson ne se remet pas d'un mauvais état) devrait être examinée. De plus, le groupe est d'avis qu'il serait utile de comparer les estimations de la M à partir de l'état et de l'étiquetage. Bien que l'on s'attende à ce qu'elles diffèrent parce que l'estimation de la M inclurait vraisemblablement les prélèvements provenant de tous les facteurs (plutôt que seulement de la F), l'estimation de la M à partir de l'état ne comprendrait que les prélèvements dus à la mortalité causée par la famine – et bien que cela représente probablement une grande proportion de la M, ce ne serait pas tout. L'étiquetage pourrait servir à comparer les niveaux de la M estimée avec les niveaux estimés du modèle M11. D'autres améliorations devraient être apportées aux niveaux de la M scalaire utilisés dans plusieurs des modèles. De plus, pour établir un lien entre l'état et la M par étiquetage, il faut recueillir le poids des poissons étiquetés et étiqueter la morue au printemps.
2. Il faut également examiner les composantes dépendantes de la densité et les autres composantes de la M.
3. Des recommandations de recherche à court terme ont été formulées pour les modèles HYBRIDE et SAM et la date d'achèvement visée de la réunion d'évaluation en novembre. Pour le modèle M11 du modèle HYBRIDE, déterminer les causes et les répercussions des diagnostics rétrospectifs observés (Z par rapport aux nombres selon l'âge par rapport à l'erreur de traitement), en supposant qu'ils sont toujours présents après l'achèvement des changements prévus au modèle. Si les questions relatives aux tendances dans les diagnostics rétrospectifs ne sont pas résolues avec succès, le modèle HYBRID à appliquer serait l'exécution du « M10 ».
4. Le développement du modèle SAM doit se poursuivre en tant que solution de remplacement du modèle HYBRID. Les scénarios qui devraient être exécutés comprennent le modèle de base utilisant les données de la pêche sentinelle et la M constante, et l'étude des travaux

qui sont effectués à l'aide d'une valeur scalaire pour la M. Il s'agit de nouveaux travaux, et l'incertitude ne serait pas reportée dans les projections avec ce modèle ou cette méthode.

Recommandations à moyen terme

1. Pour l'évaluation du stock à venir en novembre 2019, les options pour modifier la mise en œuvre des méthodes stock-recrutement du stock sont limitées. À l'avenir, si une relation stock-recrutement peut être définie, cette relation devrait être mise en œuvre et ajustée au modèle afin de lui permettre de tenir compte des erreurs dans les deux variables.
2. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour les composantes spatiales des données disponibles et des modèles. Il s'agit notamment de la variation temporelle des profils spatiaux de l'effort de pêche (p. ex. les effets des changements dans l'utilisation des engins et le fait que l'effort de pêche soit axé sur les zones côtières ou hauturières de la sous-division 3Ps).

Recommandation à long terme

1. L'incertitude au sujet des données d'entrée (p. ex. composition par âge, indices de relevé) pour les modèles doit être incluse dans l'évaluation. Ce sera difficile.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Berg, C.W., and Nielsen, A. 2016. [Accounting for correlated observations in an age-based state-space stock assessment model](#). ICES J. Mar. Sci. 73(7): 1788–1797.
- Bernier, R.Y., Jamieson, R.E., and Moore, A.M. (Eds.). 2018. [State of the Atlantic Ocean Synthesis Report](#). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3167: iii + 149 p.
- Brodziak, J., Ianelli, J., Lorenzen, K., and Methot Jr., R.D. (Eds.). 2011. Estimating natural mortality in stock assessment applications. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-119. 38 p.
- Casini, M., Eero, M., Carlshamre, S., and Lövgren, J. 2016. [Using alternative biological information in stock assessment: condition-corrected natural mortality of Eastern Baltic cod](#). ICES J. Mar. Sci. 73(10): 2625–2631.
- Chassot, E., Duplisea, D., Hammill, M., Caskenette, A., Bousquet, N., Lambert, Y., and Stenson, G. 2009. [Role of predation by harp seals *Pagophilus groenlandicus* in the collapse and non-recovery of northern Gulf of St. Lawrence cod *Gadus morhua*](#). Mar. Ecol. Prog. Ser. 379: 279–297.
- Dutil, J.-D., and Lambert, Y. 2000. [Natural mortality from poor condition in Atlantic cod \(*Gadus morhua*\)](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57(4): 826–836.
- Koen-Alonso, M., and Cuff, A. 2018. Status and trends of the fish community in the Newfoundland Shelf (NAFO Div. 2J3K), Grand Bank (NAFO Div. 3LNO) and Southern Newfoundland Shelf (NAFO Div. 3Ps) Ecosystem Production Units. Serial No. N7023. NAFO SCR Doc. 18/070. 11 p.
- Kulka, D.W., and Stevenson, S.C. 1986. [Trends in discarding of Divisions 2J3KL cod by the Newfoundland offshore fleet for 1981–86, with particular reference to size of fish](#). CAFSAC Res. Doc. 86/101. 19 p.
- Kumar, R., Martell, S.J., Pitcher, T.J., and Varkey, D.A. 2013. [Temperature-Driven Decline of a Cisco Population in Mille Lacs Lake, Minnesota](#). N. Am. J. Fish. Manag. 33(4): 669–681.

-
- Lorenzen, K. 1996. [The relationship between body weight and natural mortality in juvenile and adult fish: a comparison of natural ecosystems and aquaculture](#). J. Fish Biol. 49(4): 627–642.
- Nielsen, A., and Berg, C.W. 2014 [Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models](#). Fish. Res. 158: 96–101.

ANNEXE I : CADRE DE RÉFÉRENCE

Cadre d'évaluation de la morue de la sous-division 3Ps

Examen par les pairs régional – Région de Terre-Neuve et Labrador

Du 8 au 10 octobre 2019

St. John's, T.-N.-L.

Présidente : Karen Dwyer

Rapporteur : Aaron Adamack

Contexte

La réunion sur le cadre d'évaluation portera sur la méthodologie d'estimation de la taille de la population et d'autres indicateurs de l'état des stocks de la morue dans la sous-division 3Ps de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest.

La plus récente évaluation du stock (2018) de la morue dans la sous-division 3Ps utilisait un modèle d'évaluation fondé sur les relevés pour déterminer l'état du stock. Cette méthode repose uniquement sur un seul indice d'abondance des stocks (tiré du relevé plurispécifique de Pêches et Océans Canada) et produit des estimations relatives des taux de mortalité totale (Z) et de la taille des stocks. Cette approche comporte des mises en garde, notamment l'incapacité d'intégrer les prises commerciales ou d'autres sources de données et l'incapacité de fournir des estimations de la mortalité par pêche ou des conseils de gestion fondés sur les prises. Une réunion sur le cadre d'évaluation permettra d'examiner et de tenir compte des modèles proposés de la dynamique des populations de la morue dans la sous-division 3Ps, en particulier ceux qui peuvent intégrer plusieurs sources de données (y compris les prises commerciales). Les sources de données disponibles pour la modélisation de la population de la morue dans la sous-division 3Ps ont été déterminées lors d'une réunion d'examen des données tenue en mai 2019.

Objectifs

Évaluer les modèles d'évaluation possibles qui pourraient servir de base à la fourniture de conseils scientifiques sur la morue dans la sous-division 3Ps. Si un modèle est jugé approprié pour l'évaluation de la morue dans la sous-division 3Ps, il sera utilisé lors de l'évaluation des stocks, du 19 au 22 novembre 2019. Plus particulièrement, la réunion sur le cadre portera sur les points suivants.

- Évaluer les modèles d'évaluation possibles afin de déterminer s'ils fournissent un cadre suffisant pour fournir des conseils scientifiques sur l'incidence de l'exploitation sur la morue dans la sous-division 3Ps, en particulier pour l'estimation de la taille des stocks (biomasse et abondance), le recrutement, la mortalité par pêche et, potentiellement, la mortalité naturelle de la population.
- Donner une orientation relativement aux méthodes de projection pour les futures options de capture.
- Fournir une orientation relativement à une approche d'estimation des points de référence pour ce stock.
- Discuter de la possibilité que la méthode d'évaluation puisse appuyer l'évaluation quantitative des règles de contrôle des prises.
- Déterminer les incertitudes et les lacunes sur le plan des connaissances.

-
- Définir les recommandations de recherche prioritaires à court et à moyen terme afin d'améliorer les sources de données, la formulation et l'estimation du modèle d'évaluation, et les méthodes de projection.

Publications prévues

- Compte rendu
- Documents de recherche

Participation prévue

- Pêches et Océans Canada (Directions des sciences et de la gestion des pêches)
- Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER)
- Ministère provincial des Pêches et des Ressources des terres
- Industrie
- Milieu universitaire
- Organisations non gouvernementales
- Autres experts invités

Références

DFO 2019. Stock Assessment of NAFO Subdivision 3Ps Cod. DFO Can. Sci. Adivs. Sec. Sci. Adivs. Rep. 2019/009.

ANNEXE II : ORDRE DU JOUR

Projet de cadre pour les modèles de population de la morue franche de la sous-division 3Ps de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO)

Présidente : Karen Dwyer
Les 8 et 10 octobre 2019

Salle Memorial – Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest
80, chemin East White Hills, St. John's

Mardi 8 octobre

Heure	Sujet	Présentation
9 h	Mot d'ouverture et aperçu du processus d'examen régional par les pairs par la présidente	K. Dwyer
–	Aperçu des indices et des débarquements disponibles	D. Ings
–	Reconstitution des prises selon l'âge	H. Penney
–	Modélisation des poids des prises et du stock	N. Cadigan
–	Éclairer la mortalité naturelle <ul style="list-style-type: none">– État de la morue– Données d'étiquetage	P. Régulier G. Robertson
–	Entrevues avec des pêcheurs pour déterminer les limites de prises	E. Carruthers
–	MEE pour la morue de la sous-division 3Ps	N. Cadigan

Mercredi 9 octobre

Heure	Sujet	Présentation
9 h	Suite – MEE pour la morue de la sous-division 3Ps	N. Cadigan
–	Modèle de type SAM pour la morue de la sous-division 3Ps avec et sans post-stratification	J. Champagnat
–	Modèle HYBRIDE pour la morue de la sous-division 3Ps	D. Varkey

Jeudi 10 octobre

Heure	Sujet	Présentation
9 h	Suite – Discussion sur les formulations de modèle	Tous et toutes

Heure	Sujet	Présentation
–	Commentaires des examinateurs	A. Magnusson, G. Thordarson H. Benoit
–	Ébauche des points récapitulatifs	Tous et toutes
–	Mot de la fin et LEVÉE DE LA RÉUNION	Présidente

Remarques

- Les pauses santé auront lieu à 10 h 30 et à 14 h 30. Vous pouvez acheter du café et du thé à la cafétéria.
- Le dîner (non fourni) devrait avoir lieu de 12 h à 13 h.
- L'ordre du jour reste souple; le moment des pauses sera déterminé en cours de réunion.
- Cet ordre du jour pourrait changer.

ANNEXE III : LISTE DES PARTICIPANTS

NOM	ORGANISME D'APPARTENANCE
Aaron Adamack	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Arni Magnusson	CIEM
Bob Rogers	Direction des sciences du MPO, région de for the HYBRID and SAM models
Brian Healey	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Chelsey Karbowski	Océans Nord
Danny Ings	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Darrell Mallowney	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Devan Archibald	Océans Nord
Divya Varkey	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Erin Carruthers	FFAW
Eugene Lee	Direction des sciences du MPO, Centre des avis scientifiques
Geoff Evans	Direction des sciences du MPO, scientifique émérite
Greg Robertson	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Gudmundur Thordarson	MFRI
Heather Penney	Université Memorial de Terre-Neuve-et-Labrador
Hugues Benoît	Direction des sciences du MPO, région du Québec
Jennica Seiden	Direction des sciences du MPO, Poissons de fond
Joanna Mills Fleming	Université Dalhousie
Joanne Morgan	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Joël Vigneau	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER)
Jonathan Babyn	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Juliette Champagnat	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER)
Karen Dwyer	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Keith Lewis	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Kris Vascotto	Atlantic Groundfish Council
Krista Baker	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Laura Wheeland	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador

NOM	ORGANISME D'APPARTENANCE
Luiz Mello	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Mark Simpson	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Nicole Rowsell	Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, ministère des Pêches et des Ressources terrestres
Noel Cadigan	Marine Institute – CFER
Paul Regular	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Rajeev Kumar	Direction des sciences du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Shelley Dwyer	Gestion des ressources du MPO, région de Terre-Neuve-et-Labrador