Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Compte rendu 2021/037

Région du Pacifique

Compte rendu de l'examen par les pairs de la région du Pacifique sur les modèles de période de montaison et du taux de déviation pour le saumon rouge du fleuve Fraser

Le 27 et 28 octobre 2015
Nanaimo (Colombie-Britannique)

Président : Peter Chandler
Rapporteur : Shelee Hamilton

Pêches et Océans Canada
Station biologique du Pacifique
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (C.-B.) V9T 6N7

Octobre 2021

Canada

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

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021
ISSN 2292-4264
ISBN 978-0-660-40228-4 N° cat. Fs70-4/2021-037F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2021. Compte rendu de l'examen par les pairs de la région du Pacifique sur les modèles de période de montaison et du taux de déviation pour le saumon rouge du fleuve Fraser; le 27 et 28 octobre 2015. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Compte rendu. 2021/037.

Also available in English:

DFO. 2021. Proceedings of the Pacific Regional Peer Review on Run Timing and Diversion Rate Models For Fraser River Sockeye; October 27-28, 2015. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2021/037.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE iv
INTRODUCTION 1
EXAMEN 3
PRÉSENTATION DU DOCUMENT DE TRAVAIL 3
PRÉSENTATION DES EXAMENS ÉCRITS 4
EXAMINATEUR 1 : MIKE LAPOINTE, COMMISSION DU SAUMON DU PACIFIQUE 4
EXAMINATEUR 2 : ROBERT CONRAD, NORTHWEST INDIAN FISHERIES COMMISSION 5
EXAMINATEUR 3 : DAVE BLACKBOURN, CHERCHEUR SCIENTIFIQUE DU MPO À LA RETRAITE 6
DISCUSSION GÉNÉRALE 6
DISCUSSION RELATIVE À L'AVIS SCIENTIFIQUE 9
SOURCES D'INCERTITUDE 9
RÉSULTATS ET CONCLUSIONS 9
AVIS SUPPLÉMENTAIRE AUX FINS DE LA GESTION DES PÊCHES 10
TRAVAUX FUTURS 10
PROCHAINES ÉTAPES 10
CONCLUSIONS 10
RECOMMANDATIONS ET AVIS 11
REMERCIEMENTS 11
RÉFÉRENCES 12
ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE 13
MODÈLES DE PÉRIODE DE MONTAISON ET DU TAUX DE DÉVIATION POUR LE SAUMON ROUGE DU FLEUVE FRASER 13
ANNEXE B : ORDRE DU JOUR 16
ANNEXE C : PARTICIPANTS 18
ANNEXE D : EXAMEN DU DOCUMENT DE TRAVAIL 19
ROBERT CONRAD, NORTHWEST INDIAN FISHERIES COMMISSION COMITÉ TECHNIQUE DU CONSEIL DU FLEUVE FRASER (É.-U.), PRÉSIDENT 19
DAVE BLACKBOURN, CHERCHEUR SCIENTIFIQUE DU MPO, À LA RETRAITE 22
MIKE LAPOINTE, COMMISSION DU SAUMON DU PACIFIQUE 26

SOMMAIRE

Le présent compte rendu résume les discussions pertinentes et les principales conclusions de la réunion régionale d'examen par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) de Pêches et Océans Canada (MPO), tenue les 27 et 28 octobre 2015 à la Station biologique du Pacifique, à Nanaimo (Colombie-Britannique). Un document de travail évaluant la performance des modèles de prévision de la période de montaison et du taux de déviation du saumon rouge du fleuve Fraser a été déposé aux fins d'examen par les pairs.

Les participants, en personne et sur le Web, représentaient les secteurs des Sciences et de la Gestion des pêches et de l'aquaculture de Pêches et Océans Canada, ainsi que des organisations des Premières Nations et des secteurs des pêches commerciales et récréatives, de même que des organismes non gouvernementaux à vocation environnementale.

Les conclusions et l'avis découlant du présent examen seront présentés, sous la forme d'un avis scientifique, au Secteur de la gestion des pêches du MPO, à la Commission du saumon du Pacifique et au Conseil du fleuve Fraser (un comité bilatéral Canada–États-Unis). Cet avis scientifique et le document de recherche à l'appui seront rendus publics sur le site Web du Secrétariat canadien de consultation scientifique.

.

INTRODUCTION

Une réunion régionale d'examen par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) de Pêches et Océans Canada (MPO) s'est tenue les 27 et 28 octobre 2015 à la Station biologique du Pacifique, à Nanaimo, pour examiner l'évaluation qui avait été faite des modèles de prévision de la période de montaison et des taux de déviation du saumon rouge du fleuve Fraser.

Le cadre de référence de cet examen scientifique (annexe A) a été élaboré en réponse à une demande d'avis émanant du Secteur de la gestion des pêches du MPO. Les avis de réunion et les conditions de participation ont été envoyés à des représentants possédant une expertise pertinente au sein des Premières Nations, de la Commission du saumon du Pacifique, du Comité technique pour le Conseil du fleuve Fraser, des secteurs des pêches commerciales et récréatives, des organismes non gouvernementaux à vocation environnementale et des milieux universitaires.

Le document de travail suivant a été préparé et mis à la disposition des participants à la réunion avant celle-ci :

Evaluation Models to Forecast Fraser Sockeye Return Timing and Diversion Rate, de Michael Folkes, Richard Thomson et Roy Hourston (CSAP WP2013-SAL07; en anglais seulement).

Le président de la réunion, Peter Chandler, souhaite la bienvenue aux participants présents dans la salle de réunion et en ligne, passe en revue le rôle du SCCS dans la prestation d'avis évalués par les pairs et présente un aperçu général du processus du SCCS. Le président discute du rôle des participants, de l'objet des diverses publications qui seront issues de la présente réunion régionale d'examen par les pairs (avis scientifique, compte rendu et document de recherche), définit ce que l'on entend par l'atteinte de décisions et d'avis consensuels, et présente le processus en vue d'atteindre ce consensus. Chaque personne est invitée à participer pleinement aux discussions et à faire part de ses connaissances tout au long du processus, dont le but est de formuler des conclusions et des avis qui sont défendables sur le plan scientifique. Les participants confirment qu'ils ont tous reçu des copies du cadre de référence, des documents de travail et de l'ébauche de l'avis scientifique (AS).

Le président passe en revue l'ordre du jour (annexe B) et le cadre de référence de la réunion, en souligne les divers objectifs, et désigne la personne qui agira à titre de rapporteur pour cet examen. Il passe ensuite en revue les règles de base et le processus d'échange de la réunion, en rappelant aux participants que cette réunion constitue un examen scientifique et non une consultation. La salle est pourvue de microphones permettant la participation à distance par conférence Web, et on rappelle aux participants en personne de répondre aux commentaires et aux questions de façon à s'assurer que les participants en ligne les entendent.

On rappelle aux membres que tous les participants à la réunion sont sur un pied d'égalité et que l'on s'attend à ce que chaque participant contribue pleinement au processus d'examen en faisant part de toute information ou question concernant le document de travail faisant l'objet des discussions. Au total, 27 personnes ont participé à l'examen régional par les pairs (annexe C). Shelee Hamilton est désignée rapporteuse de la réunion.

On informe les participants que Bob Conrad (Northwest Indian Fisheries Commission), Mike Lapointe (Commission du saumon du Pacifique), et Dave Blackbourn (MPO, à la retraite) avaient été invités à fournir, en vue de la réunion, un examen écrit détaillé du document de travail afin de faciliter les travaux des participants de cette réunion. Les participants avaient donc reçu, avant la réunion, une copie de ces examens écrits (annexe D).

Les conclusions et l'avis découlant du présent examen seront présentés au Secteur de la gestion des pêches et de l'aquaculture sous la forme d'un avis scientifique afin d'orienter la planification des pêches du saumon rouge du fleuve Fraser. L'avis scientifique et le document de recherche à l'appui seront rendus publics sur le site Web du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS).

EXAMEN

Document de travail : *Evaluation Models to Forecast Fraser Sockeye Return Timing and Diversion Rate*, de Michael Folkes, Richard Thomson et Roy Hourston. WP2013-SAL07

Rapporteuse : Shelee Hamilton

Présentateur : Michael Folkes

PRÉSENTATION DU DOCUMENT DE TRAVAIL

La gestion de la pêche du saumon rouge du fleuve Fraser comprend une composante de planification avant la saison qui s'appuie sur la prévision de variables telles que la période de montaison des adultes en migration vers les eaux locales et leur voie de migration autour de l'île de Vancouver. Les auteurs du document de travail se sont penchés sur de nouveaux modèles statistiques reliant les tendances migratoires du saumon rouge adulte de retour vers le fleuve Fraser aux corrélats environnementaux potentiels. Ils ont présenté les résultats tirés de plusieurs outils logiciels qu'ils avaient conçus afin de cerner, dans les données océaniques du Pacifique Nord, des séries chronologiques pertinentes aux tendances migratoires du saumon rouge du fleuve Fraser. Des modèles statistiques ont servi à examiner les relations entre ces séries chronologiques et les changements dans les données sur la migration des populations de saumon rouge du fleuve Fraser, et ont notamment fait l'objet d'un essai de performance à l'égard de la précision, de l'exactitude et de la robustesse des prévisions par rapport à des changements dans les séries chronologiques. Selon le classement ainsi établi, les modèles statistiques ayant affiché une haute performance seront probablement des candidats appropriés pour la production des prévisions annuelles des tendances migratoires du saumon rouge du Fraser afin d'alimenter les modèles de planification des pêches avant la saison, mais aussi – à titre d'*a priori* selon la méthode bayésienne – aux modèles d'estimation de la taille de la montaison en cours de saison. L'analyse de la performance des modèles a été divisée en deux méthodes, soit une analyse rétrospective et une analyse jackknife. Les auteurs ont décrit les résultats de chacune des trois analyses (c.-à-d. portant sur la période de montaison hâtive de la rivière Stuart; la période de montaison de la rivière Chilko; et le taux de déviation par le nord du saumon rouge du Fraser).

Le modèle additif généralisé a généré des relations biologiques irréalistes entre les variables indépendantes et dépendantes. En ce qui concerne la période de montaison hâtive de la rivière Stuart, tous les modèles bayésiens naïfs tendaient à afficher la pire performance, se situant constamment en deçà de la médiane du classement. Les modèles de régression multiple étaient meilleurs que les modèles naïfs, et les 50 meilleurs modèles adoptaient tous des modèles multivariés. Les dix modèles rétrospectifs et jackknife ayant affiché la meilleure performance étaient fondés sur une régression multivariable (NEPSTAR; *Non-North-East Pacific Salmon Tracking and Research*). Il a été démontré que la température en haute mer et la tension du vent constituaient des influences secondaires. Le modèle NEPSTAR, un nouveau modèle océanographique physique, a été utilisé pour fournir des estimations en temps quasi réel de la vitesse du courant aux fins des modèles de prévisions.

Contrairement aux résultats pour la montaison hâtive de la rivière Stuart, les 14 modèles NEPSTAR de régression linéaire multiple pour la rivière Chilko ont été classés au premier rang en matière de performance rétrospective. Tous les modèles naïfs se sont classés en deçà de la médiane du classement. Aucun des modèles fondés sur la salinité de la surface de la mer depuis les stations côtières ou des modèles fondés sur l'indice d'oscillation décennale du Pacifique n'a atteint le seuil requis pour être pris en considération. Un nombre important de

modèles multivariés comprenaient des données sur la vitesse du courant fondées sur la série de données du projet de recherche OSCAR (*Ocean Surface Current Analysis Real Time*). Les modèles fondés sur trois variables ou plus produisaient la plus faible erreur quadratique moyenne.

Les modèles de prévision du taux de déviation par le nord (DN) étaient principalement fondés sur la température à la surface de la mer (TSM). Dans les cas où, pour un mois entre septembre et mai de l'année précédant l'année de montaison du saumon adulte, les données indiquaient des conditions liées à El Niño selon l'indice BEST, on observait une déviation par le nord considérablement plus élevée. En revanche, les conditions liées à El Niño observées deux ans avant l'année de montaison n'avaient pas une telle incidence sur la déviation par le nord. Une réévaluation du modèle historique reliant la déviation par le nord au débit du fleuve Fraser et au niveau de la mer à Tofino a permis de confirmer qu'il ne s'agissait pas d'une relation valide. Parmi les résultats rétrospectifs, l'ensemble des modèles naïfs se sont classés en deçà de la médiane du classement. Même si, parmi les résultats de l'analyse jackknife, certains modèles naïfs se sont classés à un rang supérieur à la médiane, leur performance n'était pas suffisante pour justifier un examen plus approfondi. Les modèles statistiques fondés sur des données géomagnétiques ne répondaient pas au critère de sélection initial $R^2 > 0,5$, et n'ont donc pas été pris en compte aux fins de l'analyse de la performance. En haute mer, la température à la surface de la mer exerçait une forte influence sur les modèles de prévision de la déviation par le nord. Les modèles fondés sur l'indice d'oscillation décennale du Pacifique, la température à la surface de la mer depuis les stations côtières et la salinité à la surface de la mer depuis les stations côtières n'ont pas atteint le seuil requis pour être inclus à l'analyse de la performance. Les variables de vitesse du courant ont dominé les contributions aux modèles NEPSTAR-régression linéaire multiple. Bien que l'un des modèles fondés sur les données d'OSCAR ait obtenu des résultats suffisants pour passer le premier tri, certaines des cellules voisines étaient tout juste en deçà de l'exigence minimale.

Les modèles naïfs comportaient la plus grande incertitude estimée selon l'erreur absolue moyenne et l'erreur quadratique moyenne. Les modèles fondés sur trois variables ou plus ont maintenu un rang uniforme au classement, tant sous les analyses rétrospectives que jackknife. Compte tenu de la capacité des modèles multivariés de mieux prévoir les événements extrêmes, les modèles comportant moins de trois variables ont été exclus de l'étape finale de sélection des modèles. Les auteurs ont convenu que les modèles occupant un rang similaire au classement pouvaient néanmoins comporter différents degrés de biais et d'incertitude.

Les courbes de tolérance, fondées sur les résultats de l'analyse de performance des modèles, sont présentées comme la dernière étape de la sélection des modèles. Elles se veulent un outil objectif qui relie l'incertitude relative aux prévisions d'un modèle et la probabilité de cette incertitude. Ainsi, la sélection d'un modèle peut se fonder sur le degré de tolérance du gestionnaire des pêches à l'égard de l'incertitude.

La méthode du rejet séquentiel de Bonferroni a été appliquée pour effectuer le tri initial de tous les modèles à variable unique. Cette méthode applique un niveau de probabilité de signification plus strict, étant donné le grand nombre de modèles statistiques évalués simultanément.

PRÉSENTATION DES EXAMENS ÉCRITS

EXAMINATEUR 1 : MIKE LAPOINTE, COMMISSION DU SAUMON DU PACIFIQUE

L'examinateur commence par présenter les renseignements généraux. Lorsque le taux de déviation est élevé, la majorité des poissons passent par les eaux du Canada, et moins par celles des États-Unis. Il sera important de savoir quelle fraction de la montaison observée a

franchi le point de référence – c.-à-d. l'abondance quotidienne par rapport à la date à laquelle le poisson est passé dans le détroit de Juan de Fuca – car le fait de connaître la période de montaison aide à mieux calculer l'estimation de l'abondance totale de la montaison. L'examinateur discute ensuite du document de travail. Malgré le but énoncé du document de travail consistant à explorer de nouveaux modèles statistiques, les auteurs ont plutôt évalué les modèles actuels dans l'espoir d'y trouver une « solution miracle ». Les méthodes appropriées ont été utilisées, mais un certain nombre de variables étaient elles-mêmes des prévisions de modèles, ce qui pourrait être problématique. On peut aussi s'inquiéter du fait que ces variables se fondent presque toutes sur les données des pêches à l'essai et peuvent donc s'avérer biaisées et moins précises. Le document de travail était exhaustif, mais il était difficile de déterminer les années qui étaient ou n'étaient pas incluses dans les modèles. L'examinateur convient que la multicolinéarité ne constituait pas un point de préoccupation, les auteurs ayant bien démontré son absence. En conclusion, bien que ce document fasse preuve d'une prudence adéquate, l'examinateur remet en question la manière dont il traite le biais par rapport à la précision.

L'examinateur soulève notamment les points à clarifier ou à améliorer suivants :

- Ajouter un tableau ou modifier un tableau existant pour préciser les années qui sont incluses et exclues dans les analyses et les modèles.
- Indiquer si les meilleurs modèles répondent aux critères de Quinn (2005) aux fins du contrôle conceptuel d'hypothèse afin de s'assurer qu'ils constituent des prédicteurs cohérents.

EXAMINATEUR 2 : ROBERT CONRAD, NORTHWEST INDIAN FISHERIES COMMISSION

L'examinateur exprime deux préoccupations au sujet du document de travail :

1. Au sujet de la multicolinéarité dans les modèles comportant plus de trois covariables, il existe une relation inverse entre le nombre de covariables et le nombre d'années utiles.
2. La covariable géomagnétique a été rejetée de façon prématurée. Il s'agit d'un ensemble de données unique qui s'est avéré utile par le passé. Il aurait été utile de voir les données utilisées pour les modèles de régression linéaire multiple.

L'examinateur formule deux commentaires :

1. Le document de travail indique adéquatement les données se rapportant aux années touchées par le phénomène El Niño, mais aurait pu envisager leur analyse plus directe et leur inclusion aux modèles.
2. La discussion sur l'influence de l'abondance des stocks sur le taux de déviation par le nord est très pertinente aux fins de la gestion du côté des États-Unis.

L'auteur du document répond que la question de la multicolinéarité avait été abordée dans des conversations antérieures. En ce qui concerne le surajustement des modèles, l'évaluation rétrospective aurait dû révéler les modèles surajustés. Les meilleurs modèles fondés sur des données géomagnétiques ne répondaient pas au critère de sélection $R^2 > 0,5$. De plus, ils n'auraient pas répondu aux valeurs *P* ajustées selon la méthode de Bonferroni. Il serait nécessaire de compter sur une unité de mesure permettant de déterminer une mesure pour déterminer les valeurs aberrantes qui demeurent prises en considération. Il serait nécessaire de connaître les priorités des gestionnaires des pêches qui pourraient requérir un modèle s'appuyant sur une différente stratégie ou hypothèse. Les évaluations s'appuient sur l'hypothèse non vérifiée que les données sur les poissons sont exactes. L'incidence de la

déviation par le nord des stocks autres que le saumon rouge du fleuve Fraser dépassait la portée des travaux. Un participant suggère qu'une approche temporelle pourrait aider à repérer les événements extrêmes (valeurs aberrantes). Toutefois, comme le souligne l'auteur, les modèles à variable unique sont dérivés de variables de séries chronologiques de différentes longueurs, ce qui complique l'application d'une fenêtre temporelle commune. Dans le cas de la prévision d'événements extrêmes, l'erreur quadratique moyenne calculée était sensible aux événements extrêmes et les reflétait.

EXAMINATEUR 3 : DAVE BLACKBOURN, CHERCHEUR SCIENTIFIQUE DU MPO À LA RETRAITE

L'examinateur estime que le document de travail est bien rédigé et exhaustif. Il apprécie les explications supplémentaires qui sont ajoutées aux tableaux et aux figures. Selon l'examinateur, les conclusions et les recommandations du document sont de nature optimiste, puisque l'on ne dispose d'aucune connaissance détaillée de la répartition ou du comportement des saumons rouges non adultes du fleuve Fraser dans le Pacifique Nord. Il estime que l'information historique de l'utilisation de l'île Kains présente davantage de données disponibles sur la température à la surface de la mer que ce qui a été utilisé, et aimerait que le rapport s'appuie davantage sur données côtières actuelles. Les participants à la réunion n'ont aucune question.

DISCUSSION GÉNÉRALE

Les auteurs discutent des commentaires soulevés concernant les données et les méthodes utilisées. Certaines préoccupations concernent le fait que les données utilisées avaient elles-mêmes été générées par d'autres modèles. Les auteurs précisent que ces données sont considérées comme des estimations. Le document de travail répond à la préoccupation selon laquelle les années de données disponibles ont une incidence sur l'utilité des évaluations. On discute de la question de l'emploi de données issues de modèles pour alimenter des modélisations traitant de questions similaires, et on met l'accent sur le besoin de réduire au minimum la multicolinéarité. Comme les variables d'entrée proviennent de zones communes, on s'attend à ce les modèles génèrent des résultats similaires. La moyenne des modèles autres que NEPSTAR a été établie sur une zone quadrillée de façon à éviter les risques de fausse corrélation; par conséquent, on peut s'attendre à une plus grande uniformité entre les modèles, et il est important de noter qu'aucune moyenne n'a été calculée pour les modèles NEPSTAR. Les modèles multivariés NEPSTAR ne comportent pas ce risque de fausse corrélation. Les auteurs avaient débattu de la façon de limiter le nombre de modèles mis à l'essai, et avaient finalement décidé d'utiliser les courbes de compromis liées à la courbe métrique de l'erreur quadratique moyenne relative à la probabilité et à l'incertitude. Dans les tableaux, la colonne de l'erreur brute moyenne indique des valeurs de 0,19 ou 0,4 jour, ce qui est considéré comme minimal. Les auteurs ont reconnu le risque de colinéarité associé à l'utilisation de modèles autres que NEPSTAR.

Un examinateur est d'avis que le texte faisant référence aux figures 2 et 6 devrait mentionner que ces figures représentent probablement principalement des poissons des sous-populations de la montaison tardive (lac Shushwap) et de la montaison du milieu de l'été (lac Stuart). Il est possible que les saumons rouges effectuant la montaison hâtive de la rivière Stuart et la montaison du début de l'été occupent une aire de répartition océanique différente de celle illustrée.

Un examinateur mentionne que les études antérieures ignorent la géomagnétique pour les raisons suivantes :

1. Les données sur l'âge pourraient indiquer si c'est la dernière ou la première année qui constitue le moteur. Plusieurs classes d'âge effectuent la montaison en même temps.
2. Les juvéniles migrent vers l'océan dans une direction, mais les adultes reviennent depuis deux directions.

Selon l'un des auteurs, en ce qui concerne la multicolinéarité, les ensembles de données sont indépendants. Bien que le modèle océanique de Princeton comporte une résolution plus faible, les plus récentes versions affichent une résolution plus élevée. On s'attend à ce que les tendances migratoires évoluent en fonction du changement des courants océaniques. Au cours des dernières années, le taux de déviation par le nord s'est avéré plus élevé, une observation pouvant être influencée par les données disponibles aux fins de comparaison, soit les données des pêches à l'essai par rapport à d'autres méthodes de capture. Les effets des années subissant les effets d'El Niño devraient être soulignés et pourraient nécessiter une analyse plus approfondie. Les travaux futurs pourraient examiner les processus sous-jacents qui sont en corrélation avec les changements touchant la migration et la période de montaison. Par exemple, la température à la surface de la mer à l'île Kains constitue-t-elle un indicateur efficace des températures ailleurs dans l'océan qui ont un impact sur le poisson?

On discute de la pertinence de l'estimation de la période de migration pour la zone 20. Selon certaines observations récentes, des saumons rouges restent à l'embouchure du fleuve Fraser, et il pourrait donc être trop simpliste de supposer que la migration du poisson de la zone 20 au fleuve Fraser prend cinq jours. Il existe diverses estimations sommaires fondées sur des ensembles de données complexes, mais on dispose généralement de trop peu de métadonnées et de documents pour bien cerner l'origine des données ou tout changement au cours de la période de collecte des données. Il s'agit d'un problème généralisé qui mérite plus d'attention.

On discute de la clarté de la section du document de travail portant sur les méthodes utilisées. Certains examinateurs auraient voulu que les « diagrammes des compromis » soient expliqués plus en détail et que l'on précise la signification des courbes de tolérance. On suggère aux auteurs de prendre une partie des graphiques afin de présenter les compromis en y ajoutant un paramètre de mesure du biais de façon à souligner la performance par rapport à la précision des modèles. De même, on suggère qu'il serait utile de clarifier le biais en ce qui concerne les paramètres. L'analyse suppose que les erreurs présentent une distribution normale; toutefois, les événements extrêmes peuvent générer des écarts. Les figures 50 et 51 sont différentes des autres graphiques en ce sens qu'elles utilisent l'ensemble des données. Il est nécessaire de prendre en considération le fondement des paramètres de performance ainsi que la pertinence du biais au moment de prendre des décisions en matière de gestion.

On se demande si les ensembles de données sont susceptibles de changer et si les résultats sont pertinents à l'égard des conditions futures. Les auteurs répondent qu'il est peu probable que les ensembles de données doivent être révisés, et que ceux-ci seront, s'il y a lieu, de plus en plus précis. Une préoccupation plus importante concerne les données non stationnaires, ou les données perdues qui ne pourront plus jamais être récupérées.

On discute brièvement de l'utilisation d'une comparaison naïve moyenne ou médiane. Les auteurs soulignent qu'ils ont montré que les moyennes des séries chronologiques et les modèles naïfs donnaient de piètres résultats, et qu'il était peu probable que leur utilisation permette d'obtenir une meilleure information. On s'inquiète du fait que l'utilisation de la méthode bootstrap dans les 20 modèles ayant affiché la meilleure performance pourrait favoriser certains modèles, en particulier les modèles autres que NEPSTAR.

Les participants conviennent que les travaux futurs doivent tenir compte de la différenciation et de la décorrélation des données (c.-à-d. une pseudo-répétition des données autocorrélées) pour éviter la tendance à un biais de confirmation. Les auteurs recommandent d'obtenir les prévisions à partir des 10 meilleurs modèles et de les combiner pour obtenir des prévisions communes/combinées. Les participants abordent d'autres façons de traiter cette question, dont une méthode pratique consistant à cartographier les fortes corrélations entre les variables des modèles autres que NEPSTAR (température à la surface de la mer et courants d'OSCAR) et les variables dépendantes à partir d'analyses à variable unique. S'il y a des similarités, utiliser la moyenne de la région élargie au lieu de cellules individuelles, puis combiner les grilles à petite échelle comme variable d'entrée. On remarque que les variables uniques de modèles autres que NEPSTAR utilisaient une grille pour réduire le risque de fausses valeurs. On discute de la méthode de sélection d'un seul modèle à variable unique aux fins de l'application d'un bootstrap. Lorsqu'on compare des modèles multivariés, les variables provenant d'une région similaire ne sont pas nécessairement les mêmes variables, et les variables ne sont pas toutes partagées entre les modèles. Le fait que les six meilleurs modèles partagent des variables communes soulève des suggestions selon lesquelles les travaux futurs pourraient tenir compte de l'incidence que cela pourrait avoir sur le classement de la performance des modèles par les gestionnaires.

Les résultats des modèles sont considérés comme des estimations, l'erreur n'étant pas représentée. Le modèle océanique de Princeton a été largement utilisé au cours des 30 dernières années, et les résultats de ce modèle sont utilisés sans comparaison directe avec les données mesurées, étant donné le manque de données mesurées.

Les participants discutent du risque de surajustement des modèles. Les auteurs s'étaient appuyés sur leur examen de la littérature scientifique afin d'appliquer une règle empirique pour certains modèles. Une analyse rétrospective a permis aux auteurs de déterminer qu'un problème de surajustement était très peu probable. On demande aux auteurs de préciser, dans une explication, que les règles ont été élaborées après l'analyse, mais qu'elles demeurent valides, et de dissiper toute confusion au sujet de l'uniformité des règles empiriques. On demande également aux auteurs de décrire davantage leur utilisation de la limite de trois variables, et d'expliquer pourquoi cette limite a été appliquée aux modèles autres que NEPSTAR-régression linéaire multiple. Parmi les autres commentaires formulés, il est notamment question d'ajouter des renseignements de référence aux sources de données du tableau 2 (p. ex. les années des données utilisées pour les modèles NEPSTAR), et de présenter de façon plus approfondie les incertitudes relatives aux résultats des modèles de la vitesse du courant.

On demande aux auteurs de traiter davantage des estimations de la déviation et de la période de montaison, ainsi que des biais potentiels. On estime qu'il est nécessaire d'examiner plus en détail les données des variables dépendantes (déviation par le nord et période de montaison) fournies par la Commission du saumon du Pacifique, y compris une description de la façon dont ces données ont été recueillies, de leur signification et des incertitudes, des biais et des niveaux de confiance qui s'y rattachent.

Les participants sont tous d'accord pour accepter le document de travail tel qu'il a été présenté en y apportant les révisions discutées au cours de la réunion.

DISCUSSION RELATIVE À L'AVIS SCIENTIFIQUE

SOURCES D'INCERTITUDE

- Les données dépendantes (déviation par le nord et période de montaison) fournies par la Commission du saumon du Pacifique sont utilisées sans que l'on ait vérifié l'exactitude ou la précision de l'information, et cette incertitude n'est pas explicitement prise en compte dans la présente évaluation.
- Exactitude et précision – Pour déterminer le modèle le plus adéquat et fournir la meilleure estimation possible, il est nécessaire de savoir quels renseignements sont importants pour les gestionnaires des pêches. Par exemple, un modèle supérieur aux autres pour prévoir si la période de montaison sera tardive ou hâtive pourrait être moins efficace pour prévoir l'importance de la déviation par le nord. Des paramètres de mesure de la performance des modèles ont été pris en compte pour quantifier de façon égale l'exactitude et la précision de chacun des modèles. L'influence des valeurs aberrantes dépend des modèles utilisés. En l'absence de directives précises quant à l'importance relative des mesures de la performance (précision et exactitude), les auteurs ont considéré chacun de ces facteurs de façon égale dans le classement des modèles examinés. Les résultats sont présentés selon un cadre probabiliste.
- L'évaluation future comprend une analyse préalable de la corrélation spatiale des variables environnementales en vue d'éviter de confondre l'interprétation des prévisions des modèles.
- Les prévisions devront être interprétées par des experts afin de dégager les mises en garde liées à ces prévisions, et afin d'être en mesure d'attribuer les limites de confiance.
- Les lacunes dans les connaissances sont abordées dans la section « Travaux futurs » et sont résumées dans la section « Sources d'incertitude » de l'avis scientifique.

RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

Une liste des modèles les mieux classés a été produite en fonction des paramètres de performance. Toutefois, il reste à élaborer un cadre à l'intention des gestionnaires qui reflète la façon dont les modèles peuvent être utilisés pour aborder divers enjeux. Ce cadre sera fondé sur la tolérance à l'incertitude définie par les critères de tolérance de la gestion des pêches. La décision de choisir un modèle repose sur un compromis entre les critères de tolérance, les ressources, le temps, la disponibilité des données et le niveau de certitude requis.

Un cadre analytique a été élaboré, puis accepté, afin d'évaluer la performance des modèles statistiques qui relient la période de montaison (montaison hâtive de la rivière Stuart; montaison de la rivière Chilko) et la déviation par le nord du saumon rouge du fleuve Fraser à des facteurs environnementaux comme la température à la surface de la mer, la salinité à la surface de la mer, la géomagnétique, les courants océaniques près de la surface et la tension du vent de surface. CADRE DE RÉFÉRENCE Nº 1

Les aspects pratiques de l'exécution de certains modèles ont soulevé quelques préoccupations. Bien que certaines variables d'entrée soient facilement accessibles, d'autres modèles sont limités par la disponibilité des données. À l'heure actuelle, certaines données d'entrée, comme la modélisation océanique, ne relèvent pas de la capacité interne du MPO et nécessitent le recours à des entrepreneurs. Une fois les données d'entrée obtenues, plusieurs semaines peuvent être nécessaires à l'exécution du modèle. Essentiellement, l'exécution annuelle d'un modèle NEPSTAR exige un engagement financier. Les modèles de prévision autres que NEPSTAR sont fondés sur des données gratuites et doivent donc être mis en œuvre à l'interne.

La plupart des modèles s'étant les mieux classés dépendent de données actuellement accessibles au public, mais provenant d'organismes externes (p. ex., NOAA).

AVIS SUPPLÉMENTAIRE AUX FINS DE LA GESTION DES PÊCHES

Il est possible de fournir un tableau indiquant le classement des modèles, la déviation par le nord, la période de montaison hâtive de la rivière Stewart et de la montaison de la rivière Chilko (avec courbes de tolérance) et les ressources de données (mais pas les coûts) nécessaires pour obtenir cette information.

TRAVAUX FUTURS

Il sera nécessaire d'effectuer une analyse préalable de la corrélation spatiale des variables environnementales en vue d'éviter de confondre les prévisions des modèles. Il sera important de le faire avant la production des prévisions avant la saison. Bien qu'une régression pas à pas ait permis de réduire la « dé-colinéarité », il demeure nécessaire de tenir compte de ces effets à l'égard des incertitudes liées aux modèles.

Il serait utile qu'un nouveau document de recherche examine la relation entre la période de montaison et les modèles conceptuels biophysiques. Une telle analyse ne doit pas se limiter aux stocks du fleuve Fraser.

Les participants conviennent que l'information sur les données dépendantes (période de montaison et déviation par le nord) que fournit la Commission du saumon du Pacifique doit inclure une documentation plus complète.

PROCHAINES ÉTAPES

Les gestionnaires disent préférer obtenir un avis en cas de prévision d'une période de montaison considérablement hâtive ou tardive, mais pas s'il s'agit d'un écart de seulement un ou deux jours. Il sera également nécessaire de « modéliser les événements rares » et de déterminer comment les modèles existants sont en mesure de cerner de tels événements.

CONCLUSIONS

- Le document de travail est accepté avec des modifications.
- Le Secteur des sciences du MPO utilisera cet avis scientifique pour générer des prévisions annuelles de la période de montaison et du taux de déviation par le nord du saumon rouge du fleuve Fraser.
- Plus de 150 000 modèles ont été évalués pour prédire la déviation par le nord ainsi que la période de montaison hâtive de la rivière Stuart et de montaison de la rivière Chilko en fonction de variables environnementales.
- Les facteurs environnementaux évalués comprenaient des variables prédictives uniques et des combinaisons de variables comme données d'entrée des modèles de régression linéaire multiple. Ces facteurs ont été examinés pour déterminer les variables, les régions géographiques, les délais et les périodes de durée moyenne révélant des relations statistiquement significatives.
- Compte tenu des facteurs environnementaux similaires utilisés comme variables indépendantes, plusieurs des modèles produisent des résultats similaires.
- Un cadre analytique a été élaboré, puis accepté, afin d'évaluer la performance des modèles statistiques qui relient la période de montaison (montaison hâtive de la rivière Stuart;

montaison de la rivière Chilko) et la déviation par le nord du saumon rouge du fleuve Fraser à des facteurs environnementaux comme la température à la surface de la mer, la salinité à la surface de la mer, la géomagnétique, les courants océaniques près de la surface et la tension du vent de surface (objectif 1).

- La performance des modèles est présentée sous la forme de diagramme de tolérance (fondé sur la probabilité) afin d'orienter les gestionnaires des pêches et les analystes dans la sélection d'un ou de plusieurs modèles afin de prévoir la déviation par le nord et la période de montaison (objectif 3).
- Une liste des modèles les mieux classés a été produite en fonction des paramètres de performance (objectif 4).
- La plupart des modèles s'étant les mieux classés dépendent de données actuellement accessibles au public, mais provenant d'organismes externes (p. ex., NOAA). D'autres modèles (NEPSTAR) dépendent de données fournies par des entrepreneurs (NEPSTAR) et exigent donc un engagement financier annuel. Ces facteurs pourraient poser une contrainte à l'égard de l'ensemble de modèles de prévision pouvant être utilisés, et pourraient empêcher l'utilisation des modèles les plus performants. Il convient également de souligner que chaque modèle nécessite diverses contributions du personnel du MPO n'ayant pas été prises en compte dans le cadre du présent processus (objectif 2).
- En outre, les critères de tolérance de la gestion des pêches sont nécessaires pour déterminer un ensemble des modèles les plus performants à utiliser pour produire les prévisions.
- Le choix du meilleur modèle repose sur un compromis entre le temps, la disponibilité des données, le coût financier, l'exactitude et la précision des prévisions.
- Cette approche a amélioré notre capacité de prévoir la déviation par le nord et la période de montaison en utilisant de nombreuses variables environnementales et la puissance de plusieurs ensembles de modèles.

RECOMMANDATIONS ET AVIS

- On recommande que les travaux futurs se penchent sur le chevauchement entre l'analyse statistique et les modèles biophysiques, en examinant les stocks du fleuve Fraser, mais aussi d'autres stocks, afin de mieux comprendre le comportement du poisson.
- L'information sur les données dépendantes (période de montaison et déviation par le nord) que fournit la Commission du saumon du Pacifique devrait inclure une documentation plus complète.
- On recommande que les travaux futurs prescrivent mieux les critères de sélection des modèles, examinent d'autres modèles et incluent la modélisation d'événements rares.

REMERCIEMENTS

Le président tient à remercier les examinateurs – Mike Lapointe, Robert Conrad et Dave Blackbourn – pour leur expertise et leur précieux examen du document de travail, ainsi que tous les participants pour leur contribution constructive au processus d'examen scientifique à cette réunion. Merci à Shelee Hamilton d'avoir agi comme rapporteuse de la réunion et d'en avoir rédigé le compte rendu, et merci au bureau du SCCS d'avoir contribué à la coordination de la réunion et à la production des rapports finaux.

RÉFÉRENCES

Quinn, TP. 2005. The Behavior and Ecology of Pacific Salmon and Trout. University of Washington Press, Seattle. 378 p.

ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE

MODÈLES DE PÉRIODE DE MONTAISON ET DU TAUX DE DÉVIATION POUR LE SAUMON ROUGE DU FLEUVE FRASER

Examen régional par les pairs – Région du Pacifique

Le 27 et 28 octobre 2015
Nanaimo (Colombie-Britannique)

Président : Peter Chandler

Contexte

Les prévisions d'avant-saison de la période de montaison et du taux de déviation (proportion de poissons qui migrent dans le détroit de Johnstone par rapport à ceux qui migrent dans les détroits de Juan de Fuca et de Johnstone combinés) du saumon rouge adulte du fleuve Fraser (*Oncorhynchus nerka*) sont essentielles à la planification des pêches et relèvent de la responsabilité du Canada selon le Traité sur le saumon du Pacifique (TSP). La Direction générale de la gestion des pêches demande chaque année à la Direction des sciences de fournir des prévisions d'avant-saison sur la période de montaison et le taux de déviation pour les stocks de saumon rouge du fleuve Fraser.

Le rendement des deux modèles statistiques actuellement utilisés pour produire des prévisions sur la période de montaison et le taux de déviation a diminué au cours de la dernière décennie. De plus, les variables océaniques utilisées dans le modèle actuel de prévision de la période de montaison sont tirées d'un modèle océanographique qui n'est pas conservé à l'échelle nationale, et il y a donc un risque qu'elles ne soient pas disponibles à l'avenir. Des modèles océanographiques élaborés et appuyés par la région ont récemment été incorporés aux nouveaux modèles de prévision de la période de montaison et du taux de déviation dans le but d'améliorer le rendement de ces modèles.

L'objectif de cet examen est d'évaluer le rendement des nouveaux modèles de prévision de la période de montaison et du taux de déviation, y compris ceux qui utilisent des données océanographiques presque en temps réel. Le Secteur des sciences de Pêches et Océans Canada (MPO) se fondera sur l'avis découlant du processus d'examen régional par des pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) pour fournir à la Gestion des pêches, à la Commission du saumon du Pacifique et au Conseil canado-américain du fleuve Fraser des prévisions annuelles de la période de montaison et du taux de déviation du saumon rouge dans le fleuve Fraser.

Objectifs

Le document de travail suivant sera passé en revue et servira de base aux discussions et aux recommandations sur les objectifs précis énumérés ci-dessous.

Michael Folkes, Richard Thomson, Roy Hourston. Evaluating Models to Forecast Fraser Sockeye Return Timing and Diversion Rate. Document de travail du CASP 2013SAL07.

Les objectifs précis de cet examen sont les suivants :

1. Réviser les modèles statistiques de prévision de la période de montaison du saumon rouge dans les rivières Early Stuart et Chilko (quatre modèles qui tiennent compte de six variables) et du taux de déviation de la montaison totale des stocks de saumon rouge du fleuve Fraser (quatre modèles qui tiennent compte de sept variables).

Ces modèles comprennent des modèles naïfs en série chronologique, une régression de variable simple, des modèles linéaires généralisés et des modèles additifs généralisés.

Les variables océanographiques utilisées comprennent la température à la surface de l'eau, la salinité et les courants marins. Les données sur les courants marins sont indépendamment tirées des modèles NEPSTAR (Thomson *et al*. 2013), OSCAR (Bonjean et Lagerloef 2002) et OSCURS (Ingraham et Miyahara 1988).

L'influence d'une variable géomagnétique sera également évaluée pour les prévisions du taux de déviation.

2. Décrire les saisies de données et les caractéristiques (p. ex., source et données disponibles) des différents modèles.
3. Présenter les paramètres de rendement pertinents liés au biais et à la précision en utilisant la méthode du « jackknife » et la méthode rétrospective pour chaque modèle.
4. Résumer et comparer le rendement de chaque modèle selon la méthode et les paramètres d'évaluation utilisés.

Publications prévues

- Avis scientifique du SCCS
- Document de recherche du SCCS
- Compte rendu du SCCS

Participations prévues

- Direction des sciences de Pêches et Océans Canada
- Direction de la gestion des pêches de Pêches et Océans Canada
- Personnel de la Commission du saumon du Pacifique
- Membres du Conseil canado-américain du fleuve Fraser
- Membres du Comité technique du fleuve Fraser
- Province de la Colombie-Britannique
- Intervenants de la pêche commerciale et récréative
- Premières Nations
- Organisations non gouvernementales
- Milieu universitaire

Références citées

Bonjean, F., and G.S.E. Lagerloef, 2002: Diagnostic Model and Analysis of the Surface Currents in the Tropical Pacific Ocean, Journal of Physical Oceanography, Vol. 32, No. 10, pages 2938-2954.

Ingraham, J., and M.K. Miyahara. 1988. Ocean surface current simulations in the north Pacific ocean and Bering sea (OSCURS-numerical model). U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Memo. NMFS F/NWC-130: 155 p.

Thomson, R., R. Hourston, and S. Tinis. 2013. OSCURS for the 21st Century: Northeast Pacific Salmon Tracking and Research (NEPSTAR) Project, Year 3 Interim Report. Rapport annuel soumis à la Commission du saumon du Pacifique. 37 p. (disponible sur demande à csap@dfo-mpo.gc.ca).

ANNEXE B : ORDRE DU JOUR

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Centre des avis scientifiques du Pacifique

Réunion d'examen régional par les pairs

Evaluating Models To Forecast Fraser Sockeye Return Timing And Diversion Rate

27 et 28 octobre 2015

Station biologique du Pacifique (Nanaimo)

Président : Peter Chandler

JOUR 1 – Mardi 27 octobre

Heure	Sujet	Présentateur
9 h	Présentations Examen de l'ordre du jour et gestion interne Aperçu et procédure du SCCS	Président
9 h 15	Examen du cadre de référence	Président
9 h 30	Présentation du document de travail	Auteurs
10 h 30	***Pause***	
10 h 50	Aperçu des examens écrits	Président + examinateurs et auteurs
12 h	***Pause repas***	
13 h	Définition des enjeux clés aux fins de discussion en groupe	Groupe
13 h 30	Discussion et résolution des questions techniques	Participants à l'examen régional par les pairs
14 h 45	***Pause***	
15 h	Discussion et résolution des résultats et conclusions	Participants à l'examen régional par les pairs
16 h 45	Le point sur l'état d'avancement et confirmation des sujets de discussion du jour 2	Participants à l'examen régional par les pairs
17 h	Levée de la séance	

JOUR 2 – Mercredi 28 octobre

Heure	Sujet	Présentateur
9 h	Présentations Examen de l'ordre du jour et gestion interne Récapitulation du jour 1	Président
9 h 15	Discussion et résolution des questions techniques (Suite du jour 1)	Participants à l'examen régional par les pairs
10 h 30	***Pause***	
10 h 45	Discussion et résolution des conclusions du document de travail	
11 h 30	Établir un consensus sur l'acceptabilité du document et sur les révisions convenues	Participants à l'examen régional par les pairs
12 h	***Pause repas***	
13 h	*Avis scientifique (AS)* Établir un consensus sur les éléments suivants en vue de leur inclusion : • Sources d'incertitude • Résultats et conclusions • Avis supplémentaire aux fins de la gestion des pêches (au besoin)	Participants à l'examen régional par les pairs
14 h 30	***Pause***	
14 h 45	*Avis scientifique (AS)* (suite)	Participants à l'examen régional par les pairs
16 h 30	Prochaines étapes – Examen par le président • Processus d'examen et d'approbation de l'avis scientifique et échéanciers • Échéanciers relatifs au document de recherche et au compte rendu • Autres mesures de suivi ou engagements (*au besoin*)	Président
16 h 45	Autres questions découlant de l'examen	Président et participants
17 h	***Levée de la réunion***	

ANNEXE C : PARTICIPANTS

Nom	Prénom	Organisme d'appartenance
Blackbourn	Dave	Secteur des sciences du MPO, à la retraite
Campbell	Kelsey	Groupe de travail technique mixte
Chandler	Peter	Division des sciences océaniques du MPO
Conrad	Bob	Coprésident du comité technique, Conseil du fleuve Fraser (É.-U.)
Debertin	Allan	Secteur des sciences de MPO
Folkes	Michael	Secteur des sciences de MPO
Folkes	Shelee	Secteur des sciences de MPO
Hargreaves	Marilyn	Centre des avis scientifiques du Pacifique du MPO
Holt	Carrie	Secteur des sciences de MPO
Hourston	Roy	Division des sciences océaniques du MPO
Huang	Ann-Marie	Gestion des pêches du MPO
Hyatt	Kim	Secteur des sciences de MPO
Irvine	Jim	Secteur des sciences de MPO
Jantz	Les	Gestion des pêches du MPO
Lapointe	Mike	Commission du saumon du Pacifique
MacDonald	Bronwyn	Secteur des sciences de MPO
Mundy	Peggy	National Marine Fisheries Service
Nicklin	Pete	Upper Fraser Fisheries Conservation Alliance/JTWG
Parken	Chuck	Secteur des sciences de MPO
Patten	Bruce	Secteur des sciences de MPO
Patterson	David	Secteur des sciences de MPO
Pechter	Beth	Secteur des sciences de MPO
Robinson	Kendra	Secteur des sciences du MPO, entrepreneur
Scroggie	Jamie	Gestion des pêches du Fraser du MPO
Staley	Mike	Fraser River Aboriginal Fisheries Secretariat/JTWG
Thomson	Richard	Division des sciences océaniques du MPO
Tompkins	Arlene	Secteur des sciences de MPO

ANNEXE D : EXAMEN DU DOCUMENT DE TRAVAIL

ROBERT CONRAD, NORTHWEST INDIAN FISHERIES COMMISSION COMITÉ TECHNIQUE DU CONSEIL DU FLEUVE FRASER (É.-U.), PRÉSIDENT

Le rapport examiné était très bien rédigé et exhaustif. En général, les méthodes utilisées et les résultats obtenus étaient présentés de façon détaillée et complète. Ce document de travail fournit un cadre qui devrait permettre d'améliorer notre capacité de prévoir la période de montaison hâtive de la rivière Stuart et la montaison de la rivière Chilko, ainsi que le taux de déviation par le nord par rapport aux modèles actuels.

Voici un résumé de mes préoccupations et commentaires principaux :

- L'une de mes préoccupations concerne la multicolinéarité et le surajustement des modèles utilisant plus de trois covariables. Plusieurs des modèles NEPSTAR hautement classés utilisent plus de trois covariables. Les auteurs discutent des dangers du surajustement et présentent les « règles empiriques » servant de ligne directrice dans les sections Méthodes (page 51) et Conclusions et recommandations (page 148), mais ces règles n'ont généralement pas été suivies.
- J'aurais souhaité que les données géomagnétiques n'aient pas été écartées aussi tôt dans le processus de sélection des modèles pour la prévision des taux de déviation par le nord. Il s'agit d'un ensemble unique de données qui s'est révélé prometteur dans diverses recherches antérieures et qui se distingue de toutes les autres covariables environnementales prises en compte. Qu'elles répondent ou non aux critères de tri initiaux, l'inclusion des données géomatiques comme covariables possibles aurait néanmoins été utile au processus pour les modèles de régression linéaire multiple utilisant les covariables environnementales (et peut-être à la fois pour les modèles NEPSTAR et non-NEPSTAR).
- Du point de vue d'un groupe d'experts, les modèles qui signalent avec exactitude les années aberrantes (p. ex., une période de montaison exceptionnellement hâtive comme la montaison hâtive de la rivière Stuart en 2008, ou encore la période exceptionnellement tardive de la montaison de la rivière Chilko et de la montaison hâtive de la rivière Stuart en 2005) sont importants. En ce qui concerne les modèles « les mieux classés », j'aurais aimé qu'il y ait une évaluation plus approfondie (comparaison de la performance) des modèles les plus efficaces dans la prévision de ces exceptions. Plus précisément, comment les modèles les mieux classés qui prédisent bien les valeurs aberrantes se comparent-ils aux modèles les mieux classés qui ne prédisent pas bien les valeurs aberrantes seulement pour les années non aberrantes? Il pourrait s'agir, pour le comité d'experts, d'une information importante afin de prendre une décision quant aux modèles à utiliser. Si les deux groupes de modèles donnent des résultats similaires pour les années non aberrantes, le choix s'arrêtera probablement sur les modèles qui prédisent bien les valeurs aberrantes. Toutefois, si les modèles qui produisent de bonnes prévisions des valeurs aberrantes sont « pires » lorsqu'il s'agit de prédictions pour les années non aberrantes, le groupe d'experts devra prendre une décision stratégique en fonction du niveau de risque avec lequel il est le plus à l'aise (c'est-à-dire risquer d'obtenir plus d'erreurs en cas d'événement rare ou plus d'erreurs pour les années non aberrantes). Cette préoccupation se limite évidemment aux évaluations jackknife.
- Dans la section Conclusions et recommandations (page 147), la discussion portant sur l'influence des différents stocks sur les prévisions du taux global de déviation par le nord est très pertinente pour la gestion des pêches aux États-Unis. Sachant que le taux de déviation est habituellement plus faible au début de la saison et augmente tout au long de la saison,

et puisque les possibilités de pêche aux États-Unis ne sont essentiellement pas disponibles lorsque le taux de déviation est élevé (> 80 %), la prévision de ce que pourrait être le taux de déviation durant la première moitié du retour sera aussi essentielle que la prévision de ce que pourrait être le taux de déviation total. Du point de vue des États-Unis, il serait très utile de compter sur une prévision de la déviation par le nord prévu pour cette partie de la montaison qui revient, par exemple, avant le 1er août. Je sais bien que le nombre d'années pour lesquelles on dispose d'estimations quotidiennes de la déviation par le nord est limité, mais je crois qu'il y en a suffisamment pour effectuer une analyse rétrospective.

Ce qui suit présente mes questions et commentaires plus détaillés, et je présente pour conclure mes commentaires d'ordre rédactionnel.

1. Page 45, tableau 2 : Il serait utile que ce tableau comporte une colonne « Résolution temporelle » afin de présenter clairement les différences de résolution temporelle entre certaines variables environnementales (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle). De plus, sous « Prévision » il pourrait être plus clair de remplacer le libellé « Déviation » par « Déviation seulement ».
2. Page 46, ligne 733 : J'aurais aimé que l'on traite ici davantage de la raison pour laquelle « aucun modèle statistique fondé sur les événements El Niño n'est inclus dans la composante prévisionnelle du présent document », sachant que la période de montaison hâtive de la rivière Stuart, la période de montaison de la rivière Chilko et le taux de déviation par le nord semblent, lors des années marquées par El Niño (selon l'indice BEST) différer des « autres » années. Il serait possible d'en envisager l'inclusion en tant que covariable qualitative 0 (événement non-El Niño) et 1 (événement El Niño) des modèles.
3. Page 48, ligne 818 : Il serait utile de connaître le nombre de variables considérées sous chaque « type », p. ex. station côtière mesurant la température/salinité de la surface de la mer (XX), indice d'oscillation et température à la surface de la mer selon la NOAA (XX), vitesse du courant, etc.).
4. Page 49, ligne 861 : Je ne vois pas exactement comment l'ajustement de Holm-Bonferroni a été appliqué aux modèles à variable unique (il semble davantage s'appliquer aux modèles de régression multivariable). Veuillez expliquer.
5. Page 51, ligne 923 : « Les modèles autres que NEPSTAR-régression linéaire multiple étaient limités à trois variables », mais aucune limite semblable n'était imposée aux modèles NEPSTAR-régression linéaire multiple. Cette approche me semble plutôt arbitraire et j'aurais préféré que la même limite de trois variables soit aussi appliquée aux modèles NEPSTAR de régression linéaire multiple. Comme il en sera question plus loin, j'ai des préoccupations au sujet de la multicolinéarité et du surajustement concernant les modèles utilisant plus de trois des covariables environnementales NEPSTAR.
6. Page 51, lignes 934 à 937 : Je ne sais pas exactement pourquoi ces « règles empiriques » ont été présentées puisqu'elles sont généralement ignorées pour certains des modèles NEPSTAR présentés par la suite comme faisant partie des « 10 modèles les plus performants ». Pour faire suite à mon commentaire ci-dessus, j'aurais préféré des modèles reposant sur un nombre plus limité de covariables environnementales, ce que les règles empiriques appuieraient. Étant donné qu'il y avait ≤ 30 points de données, ces règles auraient indiqué que les modèles comportant 3 variables indépendantes ou moins sont souhaitables.

Nombre de modèles parmi les dix modèles les plus performants utilisant 4 covariables NEPSTAR ou plus :

- Période de montaison hâtive de la rivière Stuart – 1 (jackknife);
- Période de montaison de la rivière Chilko – 8 (rétrospective), 5 (jackknife)
- Déviation par le nord – 6 (rétrospective), 7 (jackknife)

1. Page 55 : Pourquoi la valeur de l'erreur brute moyenne absolue est-elle même indiquée bien qu'elle ne soit généralement pas utilisée dans la plupart des évaluations des modèles de prévision pour le saumon? Dans la section Résultats, cette valeur pourrait être supprimée de tous les diagrammes par paires.
2. Page 67 : Il me semble préoccupant que quatre covariables de la température à la surface de la mer pour la baie de Bristol en juin de l'année de montaison aient été incluses à des modèles s'étant classés parmi les « 50 meilleurs » pour prédire la période de montaison hâtive de la rivière Stuart. On voit ici la façon dont une corrélation aléatoire peut se produire lorsqu'on examine un aussi grand ensemble de covariables. Cela soulève des questions quant à savoir combien d'autres modèles parmi les « 50 meilleurs » comprennent des covariables comportant ce même problème.
3. Néanmoins, j'apprécie la description qui est faite de ces quatre variables dans la section Discussion (lignes 1984 à 1910).
4. Page 85, tableaux 6 et 7 : En raison du grand nombre de modèles examinés, les libellés décrivant les modèles sont plutôt cryptiques. Pour ces tableaux sommaires des « meilleurs » modèles, il serait très utile de fournir une description des covariables des différents modèles présentés, en plus d'indiquer le type de modèle (régression linéaire simple; régression linéaire multiple, SCAM) pour chacun des modèles de la liste. Par exemple, les titres mrl-7 et mrl-188, ou nepstar-13 et nepstar-14, ne m'aident pas beaucoup; et je sais que je pourrais me reporter aux tableaux en annexe pour démêler tout ça, mais ce serait tout de même difficile, car ils ne sont pas énumérés dans un ordre pouvant faciliter cette tâche. Il serait plus utile d'en présenter, pour chaque tableau, les descriptions sous forme de note de bas de page.
5. Page 86, lignes 1479 à 1482 : Je croyais que les modèles SCAM (*modèles additifs à forme contrainte*) se doivent d'être considérés lorsque les modèles additifs généralisés fournissent des « concordances statistiques irréalistes sur le plan biologique ». Il semble qu'il devrait y avoir ici une certaine mention du modèle SCAM, alors que l'on rejette sommairement l'ensemble des modèles additifs généralisés, d'indice de l'oscillation et de température à la surface de la mer.
6. Page 86, ligne 1488 : Je pense qu'on devrait lire ici « Chilko », et non « Stuart hâtive ».
7. Page 86, ligne 1490 : Je pense qu'on devrait lire ici « Chilko », et non « Stuart hâtive ».
8. Page 92, ligne 1564 : Contrairement aux auteurs, je suis d'avis qu'une corrélation de 0,79 (R_2 = 62 %) entre les covariables des modèles est plutôt préoccupante et soulève la possibilité de problèmes de multicolinéarité. Même les modèles affichant une corrélation de > 0,60 entre les covariables des modèles me semblent préoccupants.
9. Page 103, tableaux 8 et 9 : J'ai ici les mêmes commentaires qu'au point 9 ci-dessus.
10. Page 106, Géomagnétique : J'aurais souhaité que les données géomagnétiques n'aient pas été écartées aussi tôt dans le processus de sélection des modèles. Il s'agit d'un ensemble unique de données qui s'est révélé prometteur dans diverses recherches antérieures et qui

se distingue de toutes les autres covariables environnementales prises en compte. Qu'elles répondent ou non aux critères de tri initiaux, l'inclusion des données géomatiques comme covariables possibles aurait néanmoins été utile au processus pour les modèles de régression linéaire multiple utilisant les covariables environnementales.

11. Page 126, tableaux 10 et 11 : J'ai ici les mêmes commentaires qu'au point 9 ci-dessus.

Commentaires d'ordre rédactionnel :

- Page 15, ligne 262 : Je crois qu'on devrait lire « prévision » (*forecast*) et non « estimation » (*estimate*).
- Page 20, ligne 378 : Il y a une coquille en anglais à « [...] *displayed lower than average* [...] ».
- Page 49, lignes 855-856 : La syntaxe de cette phrase serait à corriger.
- Page 56, ligne 1120 : Le chiffre « 15 » dans cette phrase n'est pas à la bonne place. S'agirait-il d'un renvoi à une note de bas de page?
- Page 62, ligne 1240 : Il est difficile de deviner ce que « glsplpm » signifie.
- Page 100, ligne 1602 : Il manque quelque chose à cette phrase – « *Appreciably, associating* [...] », ça ne fonctionne pas.
- Page 115, ligne 1754 : Il manque une parenthèse fermante après « Figure 67 ».
- Page 128, lignes 1844 à 1846 : On semble trouver ici des fragments provenant de deux phrases différentes.

DAVE BLACKBOURN, CHERCHEUR SCIENTIFIQUE DU MPO, À LA RETRAITE

Commentaires généraux

Selon moi, le document dans son ensemble est très bien rédigé et présente de façon approfondie le ou les sujets en question. En tant que cadre général abordant les problèmes associés à ces prévisions, et les solutions à ces problèmes, je ne vois pas comment ce document pourrait être grandement amélioré. J'apprécie particulièrement les explications supplémentaires qui figurent en en-tête des figures et des tableaux. Je laisserais les sections 4 et 5 en grande partie telles quelles, et je les ai trouvées très intéressantes.

Cependant, je suis en désaccord avec certains des énoncés des sections 2 et 3, et j'ai trouvé que la section 6 prêtait parfois à confusion. Enfin, j'ai aussi trouvé les sections 7 et 8 intéressantes, bien que très optimistes.

Commentaires détaillés

Page 5, figure 1 – Quelle est la référence de cette figure? Les données temporelles officielles commencent maintenant en 1980.

Page 6 et figures 2 et 6 – Presque toutes les étiquettes de saumons rouges du fleuve Fraser étaient récupérées par les pêches dans les années 60 et encore en 1985, et représentaient probablement principalement des poissons des sous-populations de la montaison tardive (lac Shushwap) et de la montaison du milieu de l'été (lac Stuart). Il est *possible* que les saumons rouges effectuant la montaison hâtive de la rivière Stuart et la montaison du début de l'été occupent une aire de répartition océanique différente de celle illustrée. On ne dispose d'aucune connaissance détaillée de la répartition ou du comportement des saumons rouges non adultes du fleuve Fraser dans le Pacifique Nord (voir la section 6 – Discussion).

Page 9, par. 4 – Je pensais que les données du simulateur OSCURS avaient commencé à être utilisées un peu plus tôt qu'en 1998, mais puisque mes références ne sont pas actuellement disponibles, je ne vais pas le contester!

Page 17, par. 2 – Je comprends la prudence dont fait preuve le personnel de la Commission du saumon du Pacifique en ne rendant pas disponible son ensemble de données relativement court sur le taux de déviation par le nord et la montaison hâtive du saumon rouge. Ces données seront certainement examinées de façon enthousiaste lorsqu'elles seront diffusées, particulièrement aux États-Unis.

Page 17, par. 3 et 4 – Je suis tout à fait en désaccord avec l'« historique » que l'on présente ici de l'utilisation des données sur la température à la surface de la mer à l'île Kains, et je recommande fortement que cette partie soit revue. Une description parfaitement adéquate de l'utilisation de ces données simples comme outil de prévision du taux de déviation pour le saumon rouge du fleuve Fraser a été publiée pour la première fois en 1984 (CIPSP, rapport annuel de 1983), accompagnée d'un graphique et de statistiques de cette relation pour diverses périodes. Cette publication avait été largement distribuée et avait trouvé un lectorat avide parmi les personnes qui s'intéressaient au saumon du fleuve Fraser. Cette publication de 1984 était elle-même citée en référence dans deux livres rédigés en 1991 : un de J. Roos et un de Groot et Margolis. Par conséquent, je soutiens que les données sur la température à la surface de la mer à l'île Kains ont été utilisées de façon continue, de façon individuelle ou combinée, comme outil de prévision pour de la déviation par le nord, et ce, entre 1983 à 2014 environ, soit plus de 30 ans. Il s'agit d'une série chronologique suffisamment longue pour en faire un outil de gestion des pêches.

Pages 18 et 19 – Je trouve excellente la discussion sur le courant côtier de l'île de Vancouver et la façon dont il pourrait être lié à la température à la surface de la mer à l'île Kains et à la déviation par le nord, et je suis surpris que ce sujet n'ait pas été abordé plus en profondeur dans le document.

Page 23, par. 1 – Lors de certaines années inhabituelles, une déviation par le nord n'était pas liée à un point d'arrivée à terre par le nord. Dans le milieu des années 1990, lors d'une ou deux années, quelque chose avait semblé empêcher le saumon rouge du fleuve Fraser d'entrer dans le détroit de Johnstone.

Page 32, figure 23 – Pour 2011 et 2012, les séries de lignées de la déviation par le nord semblent plus continues que les deux autres lignées (dominance de la montaison estivale), qui semblent afficher une transition plus abrupte vers une déviation par le nord moyenne supérieure après environ 1977.

Page 39 – L'utilisation des données NEPSTAR du modèle océanique de Princeton nécessitera évidemment l'aide d'experts – voir les sections 7 et 8.

Page 40, figure 28 – J'ai trouvé difficile de comprendre l'en-tête de cette figure.

p. 45 et 46. Magnétisme : Cette hypothèse renferme une supposition non exprimée, mais néanmoins cruciale, que *tous* les saumons rouges du fleuve Fraser passent seulement deux ans en mer. Les modèles incluant le magnétisme n'ont pas été évalués dans les analyses de la performance des modèles, mais le sujet pourrait être abordé dans les discussions du Comité.

Page 47 – Travaux antérieurs effectués par M.F. sur l'ajustement des modèles additifs généralisés. Que s'est-il passé?

Page 47 – La multicolinéarité constitue évidemment un point important. Est-il suffisant de dire que « la plupart des séries ont une corrélation faible ou nulle — »?

Pages 48-49 et 109 – La température à la surface de la mer à l'île Kains ne répond pas tout à fait au critère de sélection de R2 = 0,50 (0,49) pour la déviation par le nord. Autrement, son utilisation est très logique en ce qui concerne la migration du saumon!

Page 51, etc. – Je crois qu'il s'agit d'une excellente description de l'analyse de la performance et de la sélection des modèles – ce qui m'amène évidemment à poser des questions de nature plus naïves! Par exemple, au paragraphe 2 de la page 53, je n'arrive pas à comprendre clairement si la « non stationnarité » (de la déviation par le nord) constitue ou non une source majeure d'« instabilité ».

Résultats

Page 74 – Cette discussion sur la période très tardive de la montaison en 2005 pourrait être mieux placée dans la section Discussion.

Figures 43, 44, 54, 55, 68 et 69 – J'ai trouvé que les prévisions présentées ici et résumées à partir des deux méthodes d'analyse étaient possiblement la partie la plus utile du document.

Page 109 – « Prévision de la dérivation par le nord »... pour la « dernière décennie » ou les 30 dernières années? Voir commentaire précédent.

Page 109, par. 5 – J'aimerais pouvoir me faire une idée de la signification biologique de cette variable apparemment importante.

Page 126, tableau 10 – L'en-tête est erroné et ne devrait pas inclure « jours » ni « date ordinale ».

Page 128. par. 3 – Je propose de remplacer le libellé anglais « restricting our » par « allowing our [...] to have broad spatial [...] ».

Page 128, par. 4 et pages 130-131 – Voir mon commentaire précédent au sujet de la page 6 concernant le fait que les emplacements des saumons rouges effectuant la montaison hâtive de la rivière Stuart pourraient ne pas avoir été bien représentés par les études de marquage.

Pages 130 et 131 – Les modèles NEPSTAR-régression linéaire multiple semblent certainement avoir une signification biologique plus réaliste pour la prévision des périodes de montaison que les modèles autres que NEPSTAR, bien que les analyses comportent différents ensembles d'années.

Page 132 – Je ne suis pas parvenu à démêler les arguments au sujet des divers modèles de prévision de la déviation par le nord; cependant, j'imagine difficilement qu'une variable du courant océanique de la deuxième année en mer puisse avoir un rôle aussi direct que la dernière année en mer (modèles autres que NEPSTAR).

Toute cette section pourrait bénéficier d'une meilleure mise en relation avec les figures qui montrent la direction des courants océaniques modélisés ainsi que leur emplacement.

Sections 6.6 et 8.0, Sélection des modèles – et – Recommandations – Les auteurs décrivent un processus long, complexe et idéalement itératif dans le cadre duquel les décideurs passeront de la sélection du modèle à l'évaluation du risque lié au résultat des prévisions pour certaines périodes de montaison et la déviation par le nord. Une telle approche me semble, en soi, une tâche colossale, surtout lorsqu'on l'ajoute à un processus similaire concernant le nombre des saumons rouges d'une population donnée effectuant la montaison.

Si les niveaux de financement et de dotation futurs ou la disponibilité de certains ensembles de données et modèles s'avèrent inférieurs à ce qui est souhaitable, particulièrement pour les prévisions d'avant-saison, j'imagine que la Commission du saumon du Pacifique apprécierait

que quelqu'un pense aussi à un plan B un peu moins complexe qui fait seulement appel à certaines des données et des méthodes contenues dans ce rapport.

8.1 Travaux futurs

J'hésite à convenir que de plus amples travaux que ce qui a été fait dans ce document de travail sont requis, mais il serait très intéressant que les biologistes et les gestionnaires puissent voir les analyses effectuées des stocks dont la période de montaison sera tardive et des taux de déviation par le nord propres à chaque stock.

MIKE LAPOINTE, COMMISSION DU SAUMON DU PACIFIQUE

Énoncé du but

Le but du document de travail, qui consiste à « explorer de nouveaux modèles statistiques […] », est à la fois clairement énoncé et justifié dans le document. Ce document, qui est axé sur l'exploration et l'évaluation de modèles statistiques, se doit selon moi d'être examiné dans ce contexte.

Cela dit, même s'il contribue à faire progresser la science relativement aux modèles statistiques pour la prévision de la période de montaison et de la déviation par le nord, sa capacité de faire progresser nos capacités à produire dans l'avenir des prévisions exactes et robustes de la période de montaison et de la déviation par le nord est entravée par notre ignorance des fondements mécanistes de ces relations statistiques qui relient les changements dans l'environnement aux changements du comportement des poissons. Dans ce contexte, je me suis demandé si ce document constituait un ***exercice de génération ou de mise à l'essai d'hypothèses***? Il ne s'agit pas là d'une critique à l'endroit des auteurs, ni d'une critique des efforts considérables et de l'excellent travail que reflète ce document de travail. Je ne suggère pas non plus que les auteurs sont coupables d'ignorer un grand nombre des données qui existent sur ces mécanismes. Toutefois, cela se veut un appel à l'action ferme pour se demander ce qui sera nécessaire pour permettre d'importantes avancées sur cette question. Au terme de mon examen, je proposerai certaines pistes d'idées sur les prochaines étapes possibles dans la section Autres domaines de recherche, y compris la suggestion de créer un possible groupe de réflexion pour parvenir à générer quelques meilleures idées plus complètes et abouties.

Les données et les méthodes appuient-elles les conclusions?

Les données et les méthodes appuient pratiquement la totalité des suggestions de modèle opérationnel proposées, bien que je sois en désaccord avec un élément du plan opérationnel qui porte sur la quantification de l'incertitude pour l'ensemble des meilleurs modèles (plus de détails ci-dessous dans mes commentaires sur la section Discussion).

Je suis d'avis que les données et les méthodes sont appropriées, à quelques exceptions près.

1. Un certain nombre de variables X sont elles-mêmes des prévisions de modèles. J'en suis donc venu à me demander dans quelle mesure ces modèles qui ont généré les variables X ont été validés par rapport aux données observées. Il semble également y avoir certaines formes de données modélisées : a) l'assimilation des données; et b) les prévisions des modèles. Y a-t-il une raison de penser que les valeurs qui sont des prévisions de modèles sont moins « fiables » que les données observées? En quoi ces données qui sont des prévisions pourraient-elles nous mener dans la mauvaise direction?
2. Les auteurs devraient être au fait de la force et de la faiblesse des ensembles de données que prédisent les modèles. J'ai décrit ces forces et ces faiblesses ci-dessous.

Limites des données

Sans contredit, les ensembles de données ajustés et utilisés pour les analyses rétrospectives et les analyses jackknife dans ce document de travail sont axés sur une période où les données, tant pour la période de montaison que pour le taux de diversion par le nord, proviennent des pêches à l'essai (voir ci-dessous). Il existe une plus ample « division » dans les données en ce qui concerne l'identification des stocks qui a été appliquée; en effet, les données d'avant 2001 (?) sont fondées sur les écailles, tandis que celles d'après 2000 s'appuient essentiellement sur l'ADN microsatellite. Pour le stock de la montaison hâtive de la rivière Stuart, cette distinction est toutefois moins claire, car encore aujourd'hui, au début de la saison, il n'est pas inhabituel

d'identifier le stock à partir des écailles afin d'économiser des coûts. Il est vrai que les mélanges entre stocks sont plus simples à cette période de l'année, mais il est important de noter qu'une partie des poissons de la migration maritime sont identifiés selon les écailles. Dans la rivière (d'où proviennent les données de reconstitution des remontes), presque toutes les identifications de stock sont fondées sur l'ADN; toutefois, un faible nombre de prises en rivière peut entraîner, tôt dans la saison, une réduction des tailles d'échantillons au moment de la migration commune des saumons rouges de la rivière Stuart (hâtive) et de la rivière Chilliwack.

Période

La période de montaison de la rivière Chilko est probablement mieux estimée que celle de la montaison hâtive de la rivière Stuart. Avant 1995, les données sur période de montaison de ces deux stocks s'appuyaient principalement sur les données des pêches commerciales. Depuis 1995 (exception faite de 1997), ces données proviennent en grande partie des pêches à l'essai. Il existe des compromis entre l'exactitude et la précision de ces sources. La récolte commerciale peut présenter une mauvaise résolution spatiale temporelle (p. ex., la migration de 6 jours associée à la pêche dans le détroit de Johnstone), mais l'abondance (selon les prises) est bien connue. Les données des pêches à l'essai affichent une bien meilleure résolution spatio-temporelle, mais sont imprécises sur une base quotidienne. Les données sur la montaison hâtive de la rivière Stuart comportent une source d'erreur supplémentaire associée à une faible abondance globale, ce qui crée une imprécision supplémentaire. Je crois que depuis 1996, la plupart des séries chronologiques de la montaison hâtive de la rivière Stuart proviennent des données maritimes, mais il faudrait confirmer pour la période des années 1990 en particulier.

Taux de déviation

Pour les années antérieures à 1995, comme pour l'estimation de la période de montaison, le taux de déviation est estimé en grande partie à partir des données des pêches commerciales. Les estimations pour ces années antérieures à 1995 sont donc beaucoup plus précises (p. ex., voir McKinnell 1997). Pour les années après 1995 (sauf en 1997), les estimations proviennent en grande partie des pêches à l'essai – ce qui les rend beaucoup moins précises et possiblement biaisées, bien que l'impact de ce biais potentiel soit probablement le plus important dans une situation où la dérivation par le nord est proche de 50 %. Récemment, une méthode de balayage des zones pour ajuster la capturabilité relative des pêches d'essai à la senne coulissante pour chaque route de migration a été appliquée rétroactivement jusqu'à 1987. Cela devrait améliorer la cohérence, mais pas nécessairement l'exactitude de l'information sur l'abondance tirée des données des pêches à l'essai. En raison du grand nombre de données quotidiennes sur la CPUE disponibles pour la plupart des années, le théorème de la limite centrale s'applique – les erreurs associées à l'imprécision des estimations quotidiennes devraient établir une moyenne dans le calcul de la CPUE cumulative utilisée pour estimer le taux de déviation annuel. Toutefois, il est possible qu'au cours de certaines années, la capturabilité varie systématiquement d'une route de migration à l'autre – et qu'elle s'éloigne de la proportion dérivée de la méthode de balayage de la superficie appliquée aux captures de la pêche à la senne coulissante.

Les méthodes semblent appropriées, mais je suppose qu'une discussion sur la raison d'être de la forme fonctionnelle linéaire par opposition à d'autres formes pourrait être utile. Je soupçonne que le fait que les modèles SCAM n'aient pas prévalu parmi les meilleurs modèles appuie d'une certaine façon cette décision, mais je note que les auteurs semblent faire allusion, dans la section Discussion, aux modèles de type seuil (pour la montaison hâtive de la rivière Stuart).

Les données et les méthodes sont-elles expliquées de façon suffisamment détaillée pour évaluer correctement les conclusions?

En général, j'ai trouvé que la section sur les méthodes était extrêmement détaillée, au point où : 1) elle constitue un bon manuel sur l'ajustement, la sélection, le diagnostic et la validation des modèles; et 2) elle est épuisante à lire et à suivre. Cela dit, je suis d'avis que le document pourrait être amélioré par rapport à quelques éléments :

1. J'ai trouvé difficile de trouver quelles années étaient incluses et exclues dans les différents modèles et analyses. En particulier, je crois qu'il serait utile d'ajouter un tableau (ou des colonnes à un tableau existant) afin d'indiquer les années disponibles pour chaque variable Y et X. Je suis conscient qu'il peut être un peu compliqué de préciser toutes les années de données utilisées pour chaque modèle, sachant que certains décalages éliminent certaines années, etc., mais ces derniers ont surtout une incidence à la fin de la série chronologique. Je ne crois pas que la question des années incluses constitue un problème en matière d'analyse, mais simplement qu'elles sont difficiles à repérer.
2. Certains commentaires sur les influences possibles de l'utilisation des données issues de prévisions de modèles pour les variables X susmentionnées seraient utiles.
3. Les auteurs m'ont convaincu qu'il est peu probable que la ***multicolinéarité*** pose un problème au sens classique, c'est-à-dire l'attribution erronée, dans un modèle donné, d'un plus grand nombre de mécanismes causaux à une variable par rapport à une autre. En outre, je ne vois aucun problème notable concernant les variables incluses à la régression pas à pas. Je suis toutefois moins convaincu en ce qui concerne la méthode de Bonferroni (voir le point 5 ci-dessous).
4. Il pourrait être utile que le document de travail présente un exemple de la façon dont la méthode de Holm-Bonferroni est utilisée pour établir le seuil alpha par rapport auquel les valeurs P sont mises à l'essai. Est-ce que tous les modèles parmi les centaines de milliers de modèles mis à l'essai utilisaient la même valeur P? Qu'entend-on par « séquentiel » dans ce contexte? Ce terme semble sous-entendre que l'alpha de Bonferroni varie selon l'endroit de la séquence où un modèle est mis à l'essai.
5. Il existe évidemment de multiples comparaisons entre toutes les analyses (des 160 000 à 290 000 modèles). La correction de Bonferroni est la façon classique d'ajuster les valeurs alpha dans cette situation, ***mais la méthode de Holm-Bonferroni s'ajuste-t-elle au fait que les données des modèles ne sont pas indépendantes? S'agit-il d'un problème dont le lecteur devrait se préoccuper? Si non, pourquoi n'est-ce pas une préoccupation?*** Je me préoccupe ici surtout du fait que, selon moi, la probabilité de conclure à tort qu'il existe une relation significative entre deux modèles partageant des variables X corrélées (corrélation croisée entre les modèles, et non au sein d'un même modèle) n'est pas indépendante, et je ne suis tout simplement pas certain de la façon dont la correction de Bonferroni qui est appliquée permet de traiter cette situation. La question est de savoir si l'on devrait appliquer autre correction pour tenir compte du manque d'indépendance des variables incluses dans les multiples modèles comparés. Ce problème possible s'éloigne de mon champ d'expertise, et un statisticien qualifié sera plus en mesure de le résoudre.

Les avis à l'intention des gestionnaires des pêches sont-ils utiles et reflètent-ils l'incertitude des données et des analyses?

La section sur les conclusions et des recommandations est suffisamment prudente lorsqu'il s'agit d'offrir un ensemble de conseils « génériques » à l'intention des gestionnaires. Le document fournit un certain nombre de mises en garde qui sont, selon moi, pour la plupart très

bonnes. Cela étant dit, l'une des recommandations suggère que les gestionnaires utilisent le cadre de tolérance pour déterminer un ensemble potentiel de modèles « les plus performants », et j'aurais quelques mises en garde au sujet d'une telle approche. Je crois qu'il s'agit d'une bonne approche en ce sens qu'elle met la balle dans le camp des gestionnaires – « Si vous pouvez nous dire votre tolérance au risque à l'erreur, nous pouvons déterminer l'ensemble des modèles qui permettront d'obtenir ce niveau de précision. » Mais je crois que les gestionnaires s'intéressent au point auquel le biais peut toucher un ensemble de modèles donné. Par conséquent, je crois qu'il est nécessaire de fournir une certaine orientation à cet égard. Pour toute année donnée, est-ce que tous les « meilleurs » modèles pointent dans la même direction (c.-à-d. qu'ils comportent un biais équivalent)? Une façon de visualiser si cela pourrait constituer un problème est de tracer les prévisions des 10 meilleurs modèles au moyen de graphiques semblables aux **graphiques de prévisions 54 et 55 (p. 101 et 102; Chilko; et 43 et 44, p. 83 et 84. Stuart hâtive)** –

À quoi ces graphiques ressembleront-ils si l'on indique le tracé des prévisions des 10 meilleurs modèles pour chaque cas? Ces modèles présentent-ils, pour chaque année, des observations éparpillées ou cohérentes? Indiquent-ils quelque chose de différent? Fournissent-ils une idée de la manière de produire un modèle d'ensemble? Indiquent-ils quel ensemble de modèles serait le moins biaisé en moyenne?

La mise en garde concernant la non-stationnarité est pertinente, car ce problème pèsera toujours sur les prévisions dérivées de la statistique qui manquent de fondements mécanistes fondamentaux. Mais je ne crois pas que cet exercice ait généré une série de « prévisions dérivées de façon indépendante », tout simplement en raison du fait que les données X utilisées dans divers modèles sont corrélées. D'un autre côté, je ne suis pas convaincu que cet exercice ait permis de cerner des modèles nécessairement moins vulnérables à la non-stationnarité.

Enfin, la procédure décrite à la section 7 « Schéma de mise en œuvre de la modélisation opérationnelle proposé » proposait une méthode (rééchantillonnage; troisième puce) générant une estimation trop optimiste de la précision (intervalles trop étroits) en raison de la corrélation entre les modèles par rapport à la variable X sélectionnée. Il faut trouver une façon d'y remédier – peut-être en établissant les 3 ou 4 « meilleurs » modèles ne partageant pas de variables X ou en suivant d'autres méthodes de sélection des modèles pour inclure une approche similaire à l'approche du « modèle d'ensemble »?

Autres domaines de recherche

Retour à la base

Critères de Quinn (2005) devant être satisfaits pour que les hypothèses permettent des prévisions cohérentes de la déviation par le nord lors du retour dans les rivières – *Les meilleurs modèles répondent-ils à cet essai conceptuel?*

Relier la période de montaison et la déviation par le nord

Figures 2 à 10 de Quinn (2005) et figure 10 de ce document de travail pour la montaison de la rivière Chilko et la déviation totale; et modèle de déplacement de Blackbourn (1987) – température à la surface de la mer plus chaude, arrivée à terre plus au nord, montaison plus tardive et taux de déviation plus élevé – Comment quantifier cela et en tirer profit? Établir les taux de déviation propre au stock?

Le personnel de la Commission du saumon du Pacifique est en mesure de produire à la fois des tendances temporelles du taux de déviation et de l'information sur taux de déviation propre à chaque stock, et « ce processus est en cours ». Nous disposons également d'ensembles de données chronologiques pour d'autres stocks que les stocks

de la montaison hâtive de la rivière Stuart et de la montaison de la rivière Chilko. Comment pourrait-on ou devrait-on tirer parti de ces données pour poursuivre les travaux dans ce domaine?

Modélisation de la dépendance temporelle et géographique

Ces sous-sections méritent un examen plus approfondi pour comprendre les prochaines étapes – on note ici certaines tendances intéressantes.

Je me reportais constamment aux cartes pour cerner, à l'échelle spatiale et temporelle, des données probantes se conformant au dogme du mouvement dans le sens antihoraire dans le golfe de l'Alaska.

Selon ce que suggèrent les résultats, quelles sont les variables les plus importantes? Les signes de coefficients sont-ils compatibles avec l'impact probable, c.-à-d. une température à la surface de la mer positive; un courant vers le nord négatif; un courant vers l'est positif?

Qu'est-ce qui explique les différences de l'importance et de la performance relatives entre les modèles NEPSTAR et non-NEPSTAR pour les ensembles de données sur la période de montaison et la déviation par le nord?

Les relations liées à la montaison hâtive de la rivière Stuart me laissent perplexe; celles pour la montaison de la rivière Chilko sont plus logiques – faudrait-il se pencher sur d'autres stocks dont la montaison est plus tardive?

Je crois qu'un examen de ces résultats dans le cadre d'un atelier pourrait être utile pour réduire davantage le nombre de modèles à un ensemble plausible et « logique », en tenant compte du fait que nos connaissances sont limitées.

Commentaires plus détaillés

Ces commentaires ont été soumis aux auteurs séparément. Certains ont été fournis sous la forme d'un fichier PDF modifié. D'autres ont été fournis sous forme de liste.