



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 2022/010

Région du Pacifique

Compte rendu de l'examen par les pairs de la région du Pacifique sur la détermination des points de référence pour déterminer l'état et les taux d'exploitation admissibles connexes pour les unités de gestion canadiennes du saumon coho du sud couvertes par le Traité sur le saumon du Pacifique (TSP)

**Du 20 au 21 septembre 2017
Nanaimo (Colombie-Britannique)**

**Présidente : Mary Thiess
Rapporteuse : Erika Anderson**

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

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 la Reine du chef du Canada, 2022

ISSN 2292-4264

ISBN 978-0-660-42087-5 Cat N°. Fs70-4/2022-010F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2022. Compte rendu de l'examen par les pairs de la région du Pacifique sur la détermination des points de référence pour déterminer l'état et les taux d'exploitation admissibles connexes pour les unités de gestion canadiennes du saumon coho du sud couvertes par le Traité sur le saumon du Pacifique (TSP); du 20 au 21 septembre 2017. Secr. can. des avis sci. du MPO. Compte rendu 2022/010.

Also available in English:

DFO. 2022. Proceedings of the Pacific regional peer review on the determination of Reference Points for Status Determination and Associated Allowable Exploitation Rates for Canadian Pacific Salmon Treaty (PST) Southern Coho Management Units; September 20-21, 2017. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2022/010.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	v
INTRODUCTION	1
EXAMEN	1
PRÉSENTATION DU DOCUMENT DE TRAVAIL	2
DEMANDES DE PRÉCISION APRÈS LA PRÉSENTATION	4
PRÉSENTATION DES EXAMENS ÉCRITS	4
MIKE BRADFORD	4
MIKE STALEY	6
DISCUSSION GÉNÉRALE	6
DONNÉES	6
SURVIE EN MER	8
DÉPENDANCE À LA DENSITÉ	9
MODÈLES DE STOCK-RECRUTEMENT	9
MESURES DU RENDEMENT POUR LA CONSERVATION	10
CATÉGORIES D'ÉTAT DU TSP	11
MISE EN ŒUVRE DU CADRE	12
RENSEIGNEMENTS PROVENANT D'AUTRES PROCESSUS DU SCCS	13
INCERTITUDES	13
COMMENTAIRES DIVERS	14
EXAMEN PAR LE COMITÉ DE RÉDACTION	14
ÉLÉMENT 1 DE L'EXAMEN	14
ÉLÉMENT 2 DE L'EXAMEN	15
ÉLÉMENT 3 DE L'EXAMEN	15
ÉLÉMENT 4 DE L'EXAMEN	16
DISCUSSION SUPPLÉMENTAIRE DU COMITÉ DE RÉDACTION	16
CONCLUSIONS	16
RECOMMANDATIONS ET AVIS	16
RECOMMANDATIONS POUR LES TRAVAUX FUTURS	18
REMERCIEMENTS	19
RÉFÉRENCES CITÉES	19
ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE	20
DETERMINATION DES POINTS DE RÉFÉRENCE POUR DETERMINER L'ÉTAT ET LES TAUX D'EXPLOITATION ADMISSIBLES CONNEXES POUR LES UNITES DE GESTION CANADIENNES DU SAUMON COHO DU SUD COUVERTES PAR LE TRAITE SUR LE SAUMON DU PACIFIQUE (TSP)	20
ANNEXE B : RÉSUMÉ DU DOCUMENT DE TRAVAIL	23
ANNEXE C : ORDRE DU JOUR	25

ANNEXE D : PARTICIPANTS À LA RÉUNION	27
ANNEXE E : EXAMENS DU DOCUMENT DE TRAVAIL	29
EXAMENS DE MIKE BRADFORD.....	29
EXAMEN INITIAL DE MIKE STALEY	40
EXAMEN PAR LE COMITÉ DE RÉDACTION – JIM IRVINE	42
EXAMEN PAR LE COMITÉ DE RÉDACTION – RICHARD BAILEY	46
ANNEXE F : RÉVISIONS DU DOCUMENT DE RECHERCHE.....	48

SOMMAIRE

Le présent compte rendu résume les discussions pertinentes et les principales conclusions qui ont découlé d'une réunion d'examen par les pairs de la région du Pacifique du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) de Pêches et Océans Canada (MPO) tenue les 20 et 21 septembre 2017 au Centre de conférences de l'île de Vancouver, à Nanaimo (Colombie-Britannique). Un document de travail intitulé « Détermination des points de référence pour déterminer l'état et les taux d'exploitation admissibles connexes pour les unités de gestion canadiennes du saumon coho du sud couvertes par le Traité sur le saumon du Pacifique (TSP) » a été présenté à l'examen par les pairs.

Les participants en personne et sur le Web étaient des employés actuels et à la retraite de la Direction des sciences du MPO, du Programme de mise en valeur du saumon et de la Direction de la gestion des pêches, ainsi que des représentants d'organismes externes : membres du Comité technique du saumon coho et du Comité du Sud de la Commission du saumon du Pacifique, des Premières Nations, d'organisations non gouvernementales et des secteurs des pêches commerciales et récréatives.

Le document de travail présente un modèle de simulation comme approche pour intégrer la survie en mer afin de déterminer les indices de référence de l'état et les taux d'exploitation admissibles dans la pêche. Une analyse rétrospective a permis de vérifier le modèle et d'explorer d'autres taux d'exploitation. Les résultats indiquent que les taux d'exploitation des populations de saumon coho du Fraser intérieur et du détroit de Georgia sont durables compte tenu des faibles taux actuels de survie en mer. À l'inverse, il faut appliquer des taux d'exploitation beaucoup plus faibles pour atteindre de façon constante les indices de référence de la conservation fondés sur des arguments biologiques raisonnables en matière de conservation (IFCRT 2006).

Les discussions ont porté sur les problèmes liés aux données, l'inclusion de recherches connexes non publiées, l'utilisation des indices de la survie en mer comme indicateurs de l'état de la population, la dynamique de la dépendance à la densité parmi les populations de saumon coho, les choix de modèles de recharge, les mesures du rendement, les catégories du Traité sur le saumon du Pacifique, les erreurs de mise en œuvre et les incertitudes. Les principales révisions comprenaient des renseignements plus descriptifs sur les données et le modèle, une réanalyse avec des modèles de la courbe logistique en bâton de hockey au niveau de l'unité de conservation (dans la mesure du possible) et de la zone de gestion, ainsi que l'ajout d'un point de l'effet dépensatoire lorsque l'abondance des reproducteurs est faible, une discussion plus poussée sur les choix des mesures du rendement, la documentation des corrélations estimées entre la survie en mer des poissons sauvages et d'écloserie et des textes supplémentaires décrivant les incertitudes, les conclusions et les recommandations.

Le document de travail a été accepté avec d'importantes révisions, sous réserve de l'examen par un comité de rédaction. Le comité de rédaction s'est réuni par WebEx le 6 novembre 2017 à la Station biologique du Pacifique, à Nanaimo (Colombie-Britannique) et un sommaire de ces discussions est également fourni ici.

Le document de recherche et l'avis scientifique connexe seront publiés sur le [site Web du Secrétariat canadien de consultation scientifique \(SCCS\)](#).

INTRODUCTION

Une réunion d'examen régional par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) de Pêches et Océans Canada (MPO) a eu lieu les 20 et 21 septembre 2017, au Centre de conférences de l'île de Vancouver, à Nanaimo, pour examiner un cadre d'évaluation des indices de référence possibles de l'état de la population et les taux d'exploitation admissibles connexes pour les zones de gestion du saumon coho dans le détroit de Georgia et le fleuve Fraser.

Le cadre de référence de l'examen par les pairs (annexe A) a été élaboré en réponse à une demande d'avis émanant de la Direction de la gestion des pêches du MPO. Les avis d'examen scientifique et les conditions de participation ont été envoyés à des représentants possédant une expertise pertinente du Comité technique du saumon coho et du Comité du Sud de la Commission du saumon du Pacifique, des Premières Nations, des organisations non gouvernementales de l'environnement et des secteurs des pêches commerciales et récréatives.

Le document de travail suivant a été préparé et mis à la disposition des participants à la réunion avant la réunion (résumé fourni à l'annexe B) :

Korman, J. et J. Sawada. Points de référence possibles de l'état de la population et les taux d'exploitation admissibles connexes pour les zones de gestion canadiennes du saumon coho du sud. Document de travail 2014SAL03 du CASP.

La présidente de la réunion, Mary Thiess, souhaite la bienvenue aux participants, passe en revue le rôle du SCCS dans la prestation d'avis évalués par les pairs et donne un aperçu général du processus du SCCS. Elle décrit le rôle des participants ainsi que la définition et le processus à suivre pour en arriver à des décisions et à des avis consensuels. Chaque personne est invitée à participer pleinement à la discussion et à faire part de ses connaissances pendant le processus, dans le but de formuler des conclusions et des avis défendables sur le plan scientifique. Les participants confirment qu'ils ont tous reçu des copies du cadre de référence, des renseignements généraux et des documents à l'appui.

La présidente passe en revue l'ordre du jour (annexe C) et le cadre de référence (annexe A) de la réunion. Elle décrit ensuite en revue les règles de base et le processus d'échange, rappelant aux participants que la réunion leur donne l'occasion de donner leur avis sur le cadre proposé. La rapporteuse de la réunion est Erika Anderson.

On rappelle aux personnes présentes qu'elles sont toutes sur un pied d'égalité en tant que participantes à la réunion et qu'elles sont censées apporter leur contribution au processus d'examen si elles ont des renseignements ou des questions concernant les documents faisant l'objet des discussions. Au total, 44 personnes ont participé à l'examen régional par les pairs (liste des participants à l'annexe D).

EXAMEN

Document de travail : Points de référence possibles de l'état de la population et les taux d'exploitation admissibles connexes pour les zones de gestion canadiennes du saumon coho du sud. Korman, J. et J. Sawada.
Document de travail 2014SAL03 du CSAP.

Rapporteuse : Erika Anderson

Présentateurs : Josh Korman et Joel Sawada

PRÉSENTATION DU DOCUMENT DE TRAVAIL

Les auteurs présentent les renseignements généraux et la terminologie utilisée dans le document de travail : Traité sur le saumon du Pacifique (TSP, annexe IV, chapitre 5), zones de gestion (ZG) par rapport aux unités de conservation (UC) et indices de référence biologiques par rapport aux points de référence. Ils expliquent les données limitées sur les échappées disponibles pour les populations canadiennes de saumon coho, la nécessité d'élaborer une méthode pour déterminer les points de référence à l'aide des taux de survie en mer plutôt que des mesures absolues de l'abondance, et passent en revue les objectifs du document de travail.

De façon générale, ce travail repose sur l'hypothèse selon laquelle la productivité des stocks et les échappées varient au fil du temps et dépendent en grande partie de la variation du taux de survie en mer. Lorsque les taux de survie en mer sont élevés, les stocks sont plus productifs et peuvent supporter des taux de récolte plus élevés que lorsque les taux de survie en mer sont plus faibles. De plus, la productivité des stocks peut varier selon les populations composant les différentes zones de gestion qui, en vertu de la Politique concernant le saumon sauvage, sont appelées unités de conservation (UC). Les taux de récolte qui maximisent le rendement de certaines UC dans la zone de gestion peuvent être trop élevés pour les UC moins productives de la zone de gestion, ce qui entraîne par la suite de faibles échappées dans ces UC plus faibles, au point où la persistance de l'UC plus faible est menacée. Les points de référence visant à atteindre les objectifs des pêches et de la conservation doivent donc pouvoir varier d'une UC à l'autre et dans le temps.

L'analyse comportait trois étapes :

1. Estimer les relations stock-recrutement qui tiennent compte de la variation de la survie en mer.
2. Utiliser des simulations pour quantifier la relation entre le taux d'exploitation et le rendement en matière de conservation pour différents régimes de survie en mer.
3. Démontrer comment les résultats des simulations peuvent servir à établir les taux d'exploitation.

Les auteurs passent en revue certaines hypothèses fondamentales des analyses de stock-recrutement (S-R) qu'ils croient solides : zéro reproducteur est égal à zéro recrue; les taux de survie diminuent avec l'augmentation de la densité des reproducteurs; et une relation S-R moyenne existe même si l'on observe une certaine dispersion autour de la courbe dans les observations annuelles. Une conséquence clé de ces hypothèses est qu'une réduction du taux d'exploitation entraînera une augmentation proportionnelle des échappées cette année-là, mais pas une augmentation proportionnelle du recrutement trois ans plus tard (à moins que l'effectif du stock soit extrêmement faible).

On a relevé deux problèmes clés dans les analyses S-R : il peut y avoir une non-stationnarité importante dans la relation moyenne au fil du temps et il a été prouvé que les déclin à long terme de la survie en mer ont entraîné un changement à la baisse des relations S-R. Cela signifie que la productivité (α), S_{RMD} et U_{RMD} diminueront en même temps que la survie en mer, que S_{gen} augmentera en fait lorsque la survie en mer diminuera, et que ces changements doivent être pris en compte dans les politiques de gestion pour atteindre les objectifs de rendement et de conservation. De plus, bien qu'une mortalité dépendante soit possible, elle peut être très difficile à quantifier. Cette analyse a montré que les estimations de l'indice de la survie en mer (M) sont probablement trop faibles, sans doute parce que les taux de survie des poissons d'écloserie sont inférieurs à ceux des poissons sauvages et en raison des problèmes de déclaration des micromarques magnétisées codées. Par la suite, le paramètre de

productivité (α) absorbe le biais (c.-à-d. qu'il sera plus élevé si M est trop bas). L'un des principaux problèmes ici est qu'il ne permet pas de faire varier le biais dans M au fil du temps. Des exemples de courbes S-R de Ricker pour deux niveaux de survie en mer sont donnés pour illustrer leurs variations possibles. Des renseignements sont présentés sur les sources et la qualité des données sur les séries chronologiques sur les échappées, le taux d'exploitation et la survie en mer pour chaque zone de gestion, en réponse aux commentaires écrits des examinateurs.

Les auteurs démontrent comment une covariable de la survie en mer a amélioré l'ajustement des courbes S-R indépendantes et hiérarchiques bayésiennes pour les UC du Fraser intérieur (FI), malgré la variabilité considérable relevée dans les ajustements. Elle pourrait être due à la variation de la survie en eau douce ou dénoter que l'indice de la survie en mer de la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur (CFI) n'est pas un indicateur fiable de la survie pour les poissons d'origine naturelle. La courbe S-R de Ricker a été choisie en fonction des arguments présentés dans des recherches inédites de Parken et ses collaborateurs en 2014¹ (l'avis découlant de l'examen régional par les pairs est décrit dans MPO 2015a). Si l'on se fonde sur une survie en mer moyenne de 1,1 %, les taux de récolte sont bien inférieurs à U_{RMD} depuis le début des fermetures des pêches en 1998.

Malgré les incertitudes, l'analyse rétrospective a démontré que les paramètres S-R estimés ont produit une reconstitution raisonnablement exacte des tendances des échappées pour les UC du saumon coho du Fraser intérieur. Les écarts mineurs étaient probablement attribuables au stock de géniteurs, à la mortalité à la barrière ou à l'exploitation par les Premières Nations non incluse dans le modèle. Trois autres scénarios de taux d'exploitation (TE) sont ensuite présentés pour la période depuis 1998 (illustrant les résultats produits par ces taux d'exploitation dans les conditions historiques). Des simulations prospectives ont été lancées à partir des données des quatre dernières années sur le saumon coho (2012 à 2015) et comprenaient une erreur de mise en œuvre estimée lors de la production des taux d'exploitation réalisés. Le modèle a simulé la variation du recrutement d'une année à l'autre, déterminée par les estimations de la variation résiduelle autour de la courbe S-R. Il a également simulé une erreur de mise en œuvre dans les taux de récolte. L'ampleur de l'erreur de mise en œuvre de la récolte a été estimée à partir d'une comparaison des cibles historiques des taux d'exploitation annuels et des taux d'exploitation estimés.

Trois catégories du Traité sur le saumon du Pacifique ont été élaborées à partir de trois centiles égaux de survie en mer pour chaque objectif de conservation (objectifs de rétablissement à court et à long terme de l'Équipe chargée du rétablissement du saumon coho du Fraser intérieur (ERCFI), plus un objectif à court terme modifié de l'ERCFI, objectif de conservation 1.5). Un rendement de conservation cible de 50 % a été utilisé comme exemple dans un tableau de décision. L'UC du canyon du Fraser, en particulier, présente de grandes incertitudes. Même en l'absence d'exploitation, l'objectif de conservation à long terme de l'ERCFI ne peut être atteint à un faible taux de survie en mer.

¹ Politique concernant le saumon sauvage – évaluations de l'état biologique pour les unités de conservation du saumon coho du Fraser intérieur (*Oncorhynchus kisutch*) par Charles Parken, Lynda Ritchie, Bronwyn Macdonald, Richard Bailey, Pete Nicklin, Mike Bradford, Hillary Ward, Paul Welch, Ian Boyce, Arlene Tompkins, Marla Maxwell, Katie Beach, Jim Irvine, Sue Grant, Pieter Van Will, David Willis, Mike Staley, Michelle Walsh, Joel Sawada, Jamie Scroggie et Elinor McGrath (2013SAL05). Réunion des 6 et 7 novembre 2014.

La covariable de la survie en mer a amélioré l'ajustement du modèle pour le ruisseau Black dans le détroit de Georgia. On a utilisé l'indice du taux de survie en mer des poissons d'écloserie (dérivé des données des écloseries de Quinsam et de Big Qualicum), au lieu de l'indice des poissons sauvages du ruisseau Black, en raison de l'incertitude continue du financement du programme du ruisseau Black. Des objectifs de conservation comparables (comme ceux qui sont disponibles pour la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur) n'ont pas été établis pour la zone de gestion du détroit de Georgia, et on a donc plutôt fourni un ensemble d'indices de référence fréquemment présentés concernant l'abondance des reproducteurs (p. ex. S_{gen} , S_{RMD}).

Les incertitudes (lacunes dans les données et survie des poissons d'écloserie comme substitut du saumon d'origine naturelle) et les problèmes de mise en œuvre (biais de déclaration des micromarques magnétisées codées et des taux d'exploitation cibles) sont abordés. Les auteurs remercient leurs collaborateurs qui ont fourni des données, des méthodes et les examens.

DEMANDES DE PRÉCISION APRÈS LA PRÉSENTATION

- Un participant remet en question la définition des catégories d'état de l'abondance et des années d'éclosion incluses dans les taux cumulatifs de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte. Le groupe convient de discuter plus tard des catégories d'abondance et des données sous-jacentes.
- Le titre mentionne des points de référence, qui comprennent des considérations sociales et économiques; cependant, des indices de référence biologiques ont été utilisés tout au long du document et des objectifs. On demande une modification du titre et de la clarté dans tout le document de travail.
- La source des taux d'exploitation est remise en question : modèle d'évaluation des pêches selon la réglementation, modèle Decay, survie en mer ou estimations des micromarques magnétisées codées. Les participants décident de discuter des sources de données après les examens.

PRÉSENTATION DES EXAMENS ÉCRITS

MIKE BRADFORD

Veuillez consulter l'examen écrit complet à l'annexe E.1.

L'examineur félicite les auteurs et approuve l'approche générale adoptée, mais il faut plus d'information sur les points suivants :

- Décrire plus en détail l'approche (hypothèses/incertitudes), définir les catégories de productivité en fonction de critères biologiques/de gestion, définir et discuter le choix des mesures du rendement (conservation/exploitation), choisir l'indicateur/le prédicteur de la productivité et évaluer le rendement du système de gestion.
- Discuter des risques liés à l'utilisation des méthodes S-R sur les métapopulations ou les populations agrégées : les composantes peu productives pourraient diminuer sans que l'on remarque leur déclin, les différentes petites populations pourraient ne pas être conservées adéquatement lorsqu'elles sont regroupées, ce qui accroît les risques pour la diversité (population et utilisation de l'habitat), la dynamique des métapopulations et les objectifs de gestion à plus petite échelle (objectifs du bassin hydrographique local).

- Le choix de la forme du modèle S-R est remis en question. L'examinateur n'a vu aucune preuve de surcompensation chez le saumon coho et le modèle de Ricker influe sur le rendement dans la simulation.
- L'utilisation de la survie des poissons d'écloserie comme indicateur doit être examinée de manière plus approfondie et un autre cadre est discuté (tableau 1). Les données sur la survie des poissons d'écloserie n'étaient pas une série chronologique cohérente et ont été moyennées sur trois UC, avec des lacunes dans les données. Serait-il mieux d'avoir un seul indice de survie des poissons d'écloserie? De combien de données des micromarques magnétisées codées avez-vous besoin pour mettre en œuvre ce système de gestion?
- L'examinateur préférerait que la survie de la population de saumon sauvage soit alignée sur l'indice de la survie des poissons d'écloserie. Cette relation est-elle constante dans le temps? Comment l'indice de la survie des poissons d'écloserie serait-il mis en œuvre? Dans un souci de cohérence, l'examinateur recommande d'utiliser une moyenne sur trois ans.
- Des problèmes semblables se posent pour le détroit de Georgia. En outre, il n'est pas certain que le ruisseau Black représente avec exactitude l'ensemble de la zone de gestion du détroit de Georgia. Pourrait-on inclure des données des rivières Salmon, Langley ou Keogh?

Tableau 1. Autre cadre de gestion du TSP proposé par M. Bradford pendant sa présentation.

Catégorie d'état	Productivité R-S, moyenne sur 3 ans	Taux d'exploitation	Risque pour la conservation	Indicateur de la survie des poissons d'écloserie
A (faible)	< 2	< x %	% d'années où R-S < 1 % d'années sans atteindre les objectifs de conservation Faible résilience	< 2 %
B (modéré)	2-4	> x % < y %	Objectifs de conservation habituellement atteints	> 2 %, < 4 %
C (abondant)	> 4	> y % < z %	Objectifs de conservation régulièrement atteints, résilience élevée	> 4 %

Demands de précisions

- Un auteur demande des précisions sur les définitions des catégories d'indices pour les poissons d'écloserie. M. Bradford propose trois options fondées sur les caractéristiques des stocks (la survie des poissons d'écloserie est classée en trois groupes, divisée par des valeurs absolues ou liée à des indices de référence fondés sur la productivité de la population sauvage).
- Un participant s'interroge sur le choix du modèle S-R de Ricker par rapport au modèle S-R de Beverton-Holt. Il convient avec l'examinateur qu'il n'y a aucune preuve biologique de mortalité dépendante de la densité chez le saumon coho. Les faibles valeurs des échappées signifient que les géniteurs ont de la difficulté à trouver un partenaire.

MIKE STALEY

Veillez consulter l'examen écrit complet à l'annexe E.2.

L'examineur reconnaît que les auteurs ont présenté un modèle à la fine pointe de la technologie qui sera utile; toutefois, il y a des problèmes de qualité des données et un biais potentiel des estimations de la survie en mer.

- M. Staley affirme que les résultats sont prématurés, car ils devraient inclure ceux des processus précédents incomplets du SCCS sur la survie en mer et l'évaluation du saumon coho (voir la section sur les processus inédits; MPO 2015a, 2015b).
- La méthode pour la survie en mer est limitée par les données : les taux d'exploitation sont rares pour cette période, les mortalités par pêche sont en grande partie inconnues, les données des micromarques magnétisées codées et sur le détroit de Georgia sont limitées. Bien que les limites des données ne soient pas la faute des auteurs, elles ont une incidence sur les résultats du document de travail. De plus, il y a un problème de transparence des données dans le document de travail.
- Un résultat important de ce document de travail, qui devrait être inclus dans l'avis scientifique, est que l'objectif de conservation à long terme dans le canyon du Fraser n'est peut-être pas possible, même avec une exploitation nulle, aux niveaux actuels de survie en mer.
- Le document de travail suggère de recourir à une prescription de gestion pour les taux d'exploitation, mais nous disposons de peu de données fiables sur les taux d'exploitation admissibles.
- Il serait utile de voir les facteurs auxquels la mortalité par pêche est sensible et d'utiliser cette information pour évaluer les risques afin de dégager les tendances du biais.

Demandes de précisions

- Les auteurs conviennent qu'il serait bon de décrire plus en détail les sources de données du document de travail dans une annexe. L'analyse rétrospective montre que le saumon coho est plus productif qu'on ne le pensait au départ, bien que les incertitudes entourant les taux d'exploitation rendent les projections difficiles.
- L'examineur pense que la mortalité par pêche pourrait avoir augmenté de façon spectaculaire avec la réduction de la pêche dirigée (c.-à-d. la mortalité associée au rejet de poissons non ciblés ou non marqués), de sorte que l'analyse rétrospective pourrait être biaisée. Le modèle pourrait être le plus utile pour cerner les lacunes dans les données.
- Les participants conviennent avec l'examineur que la qualité des données est un problème dans le document de travail, y compris dans les taux d'exploitation donnés et les estimations des micromarques magnétisées codées associées à l'exploitation limitée dans les pêches (c.-à-d. récupération insuffisante des micromarques magnétisées codées).

DISCUSSION GÉNÉRALE

DONNÉES

- Les participants conviennent qu'il faut mieux documenter les sources de données utilisées dans le document de travail (taux d'exploitation et estimations de la survie). Cela est particulièrement important étant donné que les données ont été tirées de sources et

d'années différentes. Les auteurs acceptent de fournir ces informations sous forme de tableau ou d'annexe dans leurs révisions.

- Les données sont limitées sur l'exploitation du saumon coho canadien depuis 1998, année où les pêches ont été considérablement réduites. En particulier, le tableau 1 du document de travail révèle un faible nombre de saumons marqués dans les estimations des taux d'exploitation dérivées des micromarques magnétisées codées pour le saumon coho du Fraser intérieur après 1998.
- Les pêches sélectives des poissons marqués ont été mises en œuvre graduellement après 1998, jusqu'en 2004. La mortalité par pêche aurait eu une influence différente sur la survie en mer pendant cette période de changement. Un document de recherche connexe, mais inédit, pourrait fournir plus de renseignements sur les pêches sélectives des poissons marqués (MPO 2015b).
- Les micromarques magnétisées codées ont été conçues pour des régimes de pêche active. Il faudrait peut-être envisager d'autres cadres d'évaluation, comme l'étiquetage fondé sur la filiation.
- Le Groupe de travail technique sur le saumon coho de la mer des Salish a reconstitué les taux d'exploitation et constaté que les estimations tirées des micromarques magnétisées codées étaient semblables à celles du modèle d'évaluation des pêches selon la réglementation au cours des dernières années. Les différences entre les régions géographiques semblent s'annuler (Zimmerman *et al.* 2015).
- Les micromarques magnétisées codées du saumon coho du Fraser intérieur ont été récupérées et étendues pour calculer des estimations. Pour le ruisseau Black, on a utilisé les taux d'exploitation projetés à partir du modèle fondé sur l'effort marin (de 2000 à aujourd'hui) pour les estimations des saumons sans entaille de nageoire qui sont tirées des micromarques magnétisées codées.
- Les expansions des micromarques magnétisées codées proviennent de l'estimation des prises et du taux de prise de poissons marqués provenant des enquêtes par interrogation des pêcheurs. Les enquêtes par interrogation des pêcheurs portaient autrefois sur la saison de pêche complète, mais maintenant les calculs sont projetés à partir d'enquêtes plus courtes. Ces facteurs d'expansion accroissent les incertitudes.
- Comment une meilleure déclaration des prises de poissons porteurs de micromarques magnétisées codées ou des changements du régime de pêche influeraient-ils sur le modèle? Il est contre-productif d'avoir de meilleures informations qui se traduisent par une réduction de la pêche.
- Ce modèle exige une quantité considérable de données d'entrée souvent coûteuses. Si nous n'avons pas de bonnes données sur les échappées ou les prises, comment pouvons-nous garantir l'utilité de ce modèle?
- Les séries chronologiques de données de Beamish/Neville (Beamish *et al.* 2010) sur le saumon coho juvénile dans le détroit de Georgia pourraient-elles être corrélées avec la survie en mer ou le recrutement?
- Il manque des données sur les échappées dans la zone de gestion du bas Fraser dans cette analyse, car aucune donnée n'est disponible à l'heure actuelle. Il existe des données sur les échappées dans la rivière Salmon, mais elles sont opportunistes, de qualité douteuse et discontinues, et il n'est donc pas possible de les utiliser dans le cadre de ce

projet. Dans l'ensemble, il faut plus de données pour pouvoir évaluer la zone de gestion du bas Fraser.

- On ne sait pas exactement dans quelle mesure le ruisseau Black représente l'ensemble de la zone de gestion du détroit de Georgia, bien qu'il ait été considéré comme représentatif de la « moyenne » des réseaux hydrographiques bien surveillés. Quels sont les risques si nous gérons au niveau de la rivière « moyenne »? D'autres sources de données sont suggérées, comme la rivière Keogh (qui ne fait pas partie de la zone de gestion du détroit de Georgia) et le ruisseau Merle (taille limitée). Les données de ces autres réseaux hydrographiques pourraient-elles être corrélées avec celles du ruisseau Black? D'autres préoccupations entourent les données sur le ruisseau Black en raison des poissons errants venus d'autres réseaux hydrographiques (p. ex. rivière Oyster).
- À la fin des discussions sur les données disponibles, la présidente confirme aux participants que les auteurs ont utilisé les meilleures données disponibles des sources indiquées. Des travaux futurs pourraient évaluer l'utilité de l'intégration d'autres sources de données ou du remplacement par d'autres sources de données. Les auteurs fourniront des documents supplémentaires dans le document de travail révisé.

SURVIE EN MER

- Il faut uniformiser la terminologie; remplacer « survie en mer » par « survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte » pour être plus précis. (Ces expressions sont utilisées de façon interchangeable dans le document de travail.)
- Un indice de la survie des poissons d'éclosion représente-t-il correctement les échappées de poissons sauvages? La survie en mer suppose que le milieu d'eau douce est constant, tandis que les échappées englobent cette variabilité. Les statistiques appuient l'inclusion de la survie en mer (R^2 plus élevé du modèle, y compris la covariable). En l'absence d'information, la survie en mer fonctionnera, mais il est préférable d'utiliser à la fois les échappées et la survie en mer.
- On recommande d'utiliser les paramètres biologiques de la population, comme les recrues par géniteur, puis d'évaluer la corrélation entre les recrues par géniteur et les données sur la survie en mer des poissons d'éclosion.
- L'exemple de cadre de gestion du TSP proposé par un examinateur présente un autre cadre utilisant les recrues par géniteur comme mesure de la productivité (figure 1). Si des données sur les échappées sont disponibles, il pourrait être préférable d'utiliser un tel cadre plutôt que l'indice de la survie des poissons d'éclosion.
- Le ratio des recrues par rapport aux géniteurs fonctionne dans le régime actuel de faible survie en mer, mais pourrait être trompeur dans les populations abondantes qui pourraient avoir un état faible.
- On peut voir sur la figure 14 du document de travail que les taux de survie en mer sont plus élevés pour certaines zones de gestion, mais que le modèle en fait la moyenne et qu'elles ne sont donc pas représentées.
- Les participants demandent de démontrer la relation entre la survie des poissons d'éclosion et celle des poissons sauvages. Il se peut que des données existent pour la mer des Salish et qu'elles aient déjà été analysées (Zimmerman *et al.* 2015). Les données sur la survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte dans ruisseau Black pourraient également être utilisées à cette fin, bien que le maintien du financement du programme du ruisseau Black soit incertain.

-
- Une analyse temporelle des corrélations entre les indices de la survie des poissons d'écloserie serait intéressante.
 - Les indices de la survie des poissons d'écloserie devraient fournir des intervalles de confiance; cependant, avec le saumon coho, nous ne pouvons obtenir qu'une précision au niveau du nombre entier. Les données ne sont pas suffisantes pour produire des intervalles de confiance raisonnables.

DÉPENDANCE À LA DENSITÉ

- La dépendance à la densité survient peu après l'émergence chez d'autres espèces de saumon, mais les saumons cohos sont emportés par les courants et dispersés. Les populations d'élevage de saumon coho du bas Fraser sont peu fidèles aux cours d'eau d'un bassin hydrographique. Les biologistes chargés du stock-recrutement et de la biologie devraient travailler ensemble pour voir si la dépendance à la densité existe chez le saumon coho et à quelle étape du cycle biologique.
- La dépendance à la densité est possible dans les populations qui hivernent ou se reproduisent dans des habitats restreints, bien qu'aucune preuve n'en ait été trouvée jusqu'à présent. Les recherches sur le ruisseau Mann, dans l'UC de la rivière Thompson Nord, ont peut-être montré une dépendance à la densité, mais il s'agissait d'un chenal latéral et non d'une grande population.
- Les auteurs devraient inclure un paragraphe dans le document de travail au sujet de la dépendance à la densité et examiner si elle se produit chez les populations de reproducteurs plus faibles dans la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur.

MODÈLES DE STOCK-RECRUTEMENT

- Les examinateurs et les participants remettent en question le choix du modèle stock-recrutement (S-R) de Ricker par rapport aux autres formes possibles. On demande d'évaluer les modèles de Beverton-Holt et de la courbe logistique en bâton de hockey et de choisir le plus prudent. Le modèle de Beverton-Holt offre peu de contraste à faible productivité et le modèle de la courbe logistique en bâton de hockey peut être plus prudent.
- Les auteurs acceptent de refaire les analyses de simulation à l'aide d'un modèle de la courbe logistique en bâton de hockey pour trois séries de données sur le saumon coho du Fraser intérieur : i) sans contrainte, ii) avec des valeurs *a priori* informatives pour limiter les effets de la surcompensation et iii) avec des valeurs *a priori* informatives pour limiter la surcompensation et un point d'inflexion à une abondance plus faible des géniteurs pour tenir compte de l'effet dépensatoire. Les résultats de la nouvelle analyse seront examinés par un comité de rédaction composé d'un sous-ensemble de participants à l'examen régional par les pairs.
- Le groupe discute longuement du choix de l'entrée des séries chronologiques dans le modèle rétrospectif et des effets des séries chronologiques, en raison de l'inclusion de valeurs antérieures à 1992 (pendant la période de productivité plus élevée) ou des effets des années où la survie en mer est extrêmement mauvaise depuis 2002. Les analyses devraient être limitées par la survie réelle en mer (saumon coho du Fraser intérieur : 6 % et ruisseau Black < 13 %). Une nouvelle analyse avec des séries chronologiques plus longues pour voir la variation de gamma est examinée, mais elle pose des problèmes de qualité des données.

-
- Les petites populations courent un risque plus élevé de l'effet dépensatoire et de perte de diversité génétique (selon les UC). Ce travail a peut-être été fait de façon empirique pour le lac Cultus. Les auteurs devraient inclure un examen des coûts des effets d'Allee ou des éventuelles fosses aux prédateurs pour les UC où les échappées sont petites.
 - Les auteurs acceptent de fournir de la documentation supplémentaire pour le modèle : les populations et les sous-populations, les années d'éclosion par rapport aux cycles de l'année civile, définir le taux d'exploitation comme celui du TSP et non le taux d'exploitation national, et fournir le code source R pour les analyses, si possible.
 - Une deuxième analyse rétrospective du saumon coho du Fraser intérieur a été effectuée à l'aide d'un modèle déterministe par le personnel du secteur du Fraser (données inédites). Ce modèle déterministe a produit des rendements plus faibles que le modèle du document de travail. Les auteurs vont travailler avec les analystes du secteur afin de déterminer pourquoi les résultats différaient entre eux.
 - Le modèle a utilisé le même gamma et une seule valeur de la survie en mer, mais il a pu choisir de les faire varier en fonction de chaque UC. Cela complique la mise en œuvre, si les UC ont des valeurs différentes ou pas de données.
 - Il faut reparamétriser la structure de corrélation entre les UC du saumon coho du Fraser intérieur pour refléter avec précision l'interdépendance entre les UC.

MESURES DU RENDEMENT POUR LA CONSERVATION

- Les participants demandent plus d'information sur l'évaluation des objectifs de conservation ou des mesures du rendement (objectifs de conservation 1 et 2 de l'ERCFI, S_{gen} , analyse empirique de la répartition, S_{RMD} , autres indicateurs). Les auteurs devraient évaluer quel est l'indice de référence biologique le plus approprié, et pourquoi.
- Les évaluations de la Politique concernant le saumon sauvage comportent plusieurs indicateurs et il faut justifier les indicateurs choisis ici. La survie est proposée pour caractériser l'état de l'abondance, mais l'état des stocks est fondé sur l'examen et l'interprétation de plusieurs types d'information (p. ex. tableaux de bord de la Politique concernant le saumon sauvage utilisés pour évaluer l'état du saumon coho du Fraser intérieur, inédits).
- Il est difficile que toutes les UC atteignent l'indice de référence de la conservation à court terme la même année. Il faudrait modéliser la covariance entre les stocks afin de mieux harmoniser les objectifs de conservation à court et à long terme. On pourrait aussi utiliser les enregistrements historiques pour voir quand les deux objectifs de conservation ont été atteints.
- S_{gen} est plus utile pour une seule population, convient donc pour la zone de gestion du détroit de Georgia, mais pas pour le saumon coho du Fraser intérieur. Il faudrait élaborer des objectifs de conservation examinés par les pairs, similaires aux objectifs de conservation du saumon coho du Fraser intérieur de l'ERCFI (2006), pour les zones de gestion du détroit de Georgia et du bas Fraser.
- Holt et ses collaborateurs (2009) n'ont pas recommandé U_{gen} comme indice de référence inférieur pour la mortalité par pêche, suggérant plutôt U_{RMD} compte tenu des risques de surestimation de la productivité lorsque les géniteurs sont peu abondants et des répercussions des surestimations de U_{gen} . Compte tenu de l'incertitude associée aux estimations de la mortalité par pêche, il serait facile de dépasser U_{RMD} , de sorte qu'il serait

peut-être plus approprié d'avoir un paramètre comportant une plus grande marge de précaution.

CATÉGORIES D'ÉTAT DU TSP

- Le consensus final sur la définition des catégories du TSP est de fournir une série de tableaux (semblables aux tableaux 7 et 11 du document de travail) d'après les isoplèthes du taux de survie en mer et du taux d'exploitation, comportant jusqu'à dix catégories pour la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur, et de décrire comment on pourrait utiliser ces tableaux pour déterminer les catégories du TSP dans le cadre d'un processus de consultation. Il n'était pas possible d'évaluer totalement les catégories sans les résultats de l'analyse proposée. Voici les points saillants de ces discussions :
- Les participants ne s'entendent pas sur la série chronologique à utiliser pour créer les catégories du TSP et sur la question de savoir si elle devrait être limitée à la récente période de faible survie en mer ou inclure la plus longue série chronologique possible, y compris les périodes de productivité plus élevée. Les catégories du TSP seront différentes selon la série chronologique choisie.
- Les données récentes sur le saumon coho ne représentent peut-être que deux productivités, et il n'est peut-être pas biologiquement possible d'en dériver trois catégories d'état. Il est toujours utile d'avoir une étape intermédiaire pour la gestion; de plus, le TSP prescrit trois catégories d'état, donc la fourniture de seulement deux n'est pas une option.
- La catégorie faible du TSP dans le document de travail pourrait être trop étroite pour être utile. Certaines populations de saumon coho du Fraser intérieur passent en dessous de cette limite, même sans pêche.
- La différence entre les catégories « faible » et « modéré » est assez petite, mais elle a de grandes répercussions. Les auteurs devraient inclure un texte décrivant le risque potentiel d'une mauvaise identification de l'état modéré dans le document de travail.
- Un participant préfère donner aux catégories « faible », « moyen » et « élevé » une autre appellation qui comporte moins de jugement. Le document de travail doit suivre les noms des catégories du TSP : faible, modéré et abondant.
- Il est recommandé d'utiliser des fourchettes de catégories plutôt que des points médians afin de donner une mesure de l'incertitude pour chaque catégorie. Présenter des intervalles de crédibilité pour chaque probabilité plutôt que des points médians. Il est également possible d'attribuer des catégories avec des écarts-types autour des points médians.
- Le groupe discute de l'utilisation des objectifs de conservation de l'ERCFI de 20 000 reproducteurs (zone de gestion à état faible) et de 40 000 reproducteurs (zone de gestion à état élevé) en tant que limites des catégories du TSP. On pourrait calculer rétrospectivement la survie en mer à partir de ces valeurs pour le saumon coho du Fraser intérieur. L'abondance ou le stock des géniteurs seront-ils incorporés? Les variations des taux d'exploitation entraîneront des changements de catégorie.
- Le groupe examine des suggestions de points de rupture découlant de la survie des poissons d'écloserie (figure 1) : faible : < 2 %; modéré : 2 à 4 %; et élevé : > 4 %. Les valeurs sont quelque peu arbitraires et devraient être justifiées.
- Une autre suggestion consiste à fournir une fourchette continue de 0 à 15 % pour la survie en mer avec des tranches de 0,5 à 2 %, ainsi que des interactions avec les taux d'exploitation pour atteindre les objectifs de conservation à court ou à long terme. Les

extrants bruts seraient fournis en annexe ou sous forme électronique à titre d'information supplémentaire.

- Les isoplèthes dont le taux de survie en mer se situe entre 1 et 5 % présentent une forte baisse et sont très sensibles. La résolution du tableau donnera probablement des résultats à un niveau de précision qui n'est pas mesurable en réalité (p. ex. il ne serait pas possible de distinguer la différence entre 0,025 et 0,05 % de survie à partir des données).
- L'utilisation de plusieurs taux d'exploitation et taux de survie en mer sous forme de tableau fournit essentiellement une analyse de sensibilité du modèle.
- On pourrait utiliser une analyse de sensibilité des années incluses dans le modèle S-R pour voir si le terme gamma change. Dans les données historiques des années 1980, les taux d'exploitation étaient plus précis et les échappées, moins précises. Cependant, les données historiques donnaient l'impression que le stock était plus productif et faussaient le terme gamma.
- L'incertitude entourant la productivité et les taux d'exploitation peut signifier que les catégories du TSP sont insuffisantes pour la gestion.
- Il est difficile d'inclure l'incertitude de la survie en mer dans le modèle de simulation. Un participant aimerait que les règles de mise en œuvre soient mises à l'essai, mais ce n'est pas possible tant que les catégories ne sont pas choisies.
- Quel est l'avis sur les taux d'exploitation dans une zone d'état? La grande diversité des taux d'exploitation dans les zones d'état du document de travail est préoccupante.

MISE EN ŒUVRE DU CADRE

- Le consensus est que, une fois la réanalyse supplémentaire terminée, on pourrait fournir un avis sur la mise en œuvre (comme l'utilisation d'une moyenne mobile sur trois ans) et des déclencheurs potentiels de la réévaluation (p. ex. un changement de la méthode d'estimation des taux d'exploitation, des changements apportés aux règles de conservation du coho, une mise à jour du modèle d'évaluation des pêches selon la réglementation ou un changement de régime de productivité). Des consultations subséquentes, notamment de la Direction des sciences et de Direction de la gestion des pêches du MPO, pourraient ensuite recommander des points de référence et fournir des renseignements sur les incertitudes.
- Il est recommandé que la Direction des sciences du MPO fournisse des orientations sur les exigences en matière de collecte de données afin d'améliorer l'harmonisation des programmes de surveillance actuels pour appuyer la réponse de la gestion des pêches. Les changements apportés à la gestion des pêches entraînent des changements de coûts (le marquage de masse nécessite un échantillonnage électronique direct) et ont une incidence sur la capacité de la Direction des sciences du MPO de fournir des données. Ces changements entraînent des retards dans la surveillance à la suite des changements de politique.
- Si la mise en œuvre relève de la portée du document de travail, le texte couvrant certains aspects des simulations et les données disponibles devraient guider la gestion des pêches.
- Il est important de donner aux gestionnaires le choix dans une fourchette possible. Le fait de mettre en évidence des valeurs précises, par exemple, porte à confusion. Si on pratique la mise en évidence dans le texte, le tableau et les figures, il faut utiliser un éventail de scénarios possibles (à 25 %, 50 % et 75 %, au lieu de seulement 50 %). Cela n'est

peut-être pas nécessaire compte tenu de l'utilisation de tableaux plutôt que de figures isopléthiques, mais il faudra réviser le texte.

- Ce document étai(e) les indices de référence et les taux d'exploitation durables implicites sont des avantages du document de travail. Un passage à des taux d'exploitation plus élevés nécessiterait une réévaluation.
- Ce modèle ne devrait pas étayer des changements annuels et les stocks devraient demeurer dans la catégorie « faible » jusqu'à preuve du contraire. Il faut faire preuve de prudence lorsque l'indice change, comme les estimations améliorées de la mortalité du saumon coho, sans qu'il y ait de changements réels dans le réseau hydrographique.
- Travaux futurs : Il pourrait être utile de tester les règles de mise en œuvre dans des scénarios historiques.
- En quoi la production d'après-saison, comme l'indice de la survie en mer, faciliterait-elle la planification avant la saison? Un participant explique comment, pour le bas Columbia, on utilise les données sur l'empoisonnement à l'aide de saumons cohos sauvages et sur la montaison des saumons mâles matures d'écloserie pour prévoir la survie en mer. Le saumon coho du Fraser intérieur compte peu ou pas de saumons mâles matures et on ne peut donc pas utiliser cette méthode. Pour la zone côtière, l'Oregon utilise les niveaux d'ensemencement et les conditions environnementales.
- Des travaux futurs devront évaluer si cette approche pourrait s'appliquer à d'autres zones de gestion. Cette approche peut-elle être appliquée au bas Fraser? Cette approche s'applique-t-elle à d'autres UC, comme celle de la côte ouest de l'île de Vancouver, dont le taux de survie en mer peut atteindre 10 %?

RENSEIGNEMENTS PROVENANT D'AUTRES PROCESSUS DU SCCS

Les participants demandent d'inclure dans cette analyse des renseignements tirés de trois documents de recherche connexes du SCCS :

Korman, J., Sawada, J., Bradford, M.J. 2019. [Evaluation framework for assessing potential Pacific Salmon Commission reference points for population status and associated allowable exploitation rates for Strait of Georgia and Fraser River Coho Salmon Management Units](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2019/001. vii + 81 p.

Parken, C.K., Ritchie, L., Macdonald, B., Bailey, R., Nicklin, P., Bradford, M., Ward, H., Welch, P., Boyce, I., Tompkins, A., Maxwell, M., Beach, K., Irvine, J., Grant, S., Van Will, P., Willis, D., Staley, M., Walsh, M., Sawada, J., Scroggie, J., and McGrath, E. Wild Salmon Policy Biological Status Assessment for Conservation Units of Interior Fraser River Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) (CSAS Peer Review 2014/15SAL12, November 6-7, 2014). Unpublished CSAS Research Document. See DFO 2016.

Van Will, P., Luedke, W., and Dobson, D. Interior Fraser River Coho Marine Fishery Planning Model and Updated Exploitation Rates (CSAS Peer Review 2013SAL005a/ 2014SAL13, March 3-5, 2015). (Unpublished CSAS Research Document). See DFO 2015.

INCERTITUDES

- Les limites des données ont introduit des incertitudes. Les auteurs devraient élargir leur analyse en tenant compte de l'influence des incertitudes des différentes sources de données sur les résultats du modèle. Decker et ses collaborateurs (2014) présentent un tableau des incertitudes (tableau 3) qu'il faudrait mettre à jour pour les autres zones de gestion et inclure dans le document de travail.

-
- Il y a des risques associés à l'application de l'analyse S-R à une métapopulation ou à un agrégat (zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur) plutôt qu'à des populations/UC plus distinctes.
 - Il n'y a pas suffisamment d'information sur la mortalité accidentelle liée à la pêche et les répercussions des pêches sélectives des poissons marqués.
 - Les changements climatiques pourraient engendrer d'autres incertitudes (p. ex. débits ou niveaux d'eau dans les frayères).

COMMENTAIRES DIVERS

- Le document de travail doit comporter une section sur les conclusions et les recommandations.
- On précise que le TSP n'est pas renégocié, mais que le chapitre 5 de l'annexe IV sera renouvelé en 2019.
- On parle des données sur les prises à la senne de 2 millions de saumons cohos en 1966 et de 1 million en 1970 dans le détroit de Juan de Fuca. L'accord initial sur le saumon coho dans le TSP plafonnait le saumon coho canadien à 5 millions de poissons. Ces valeurs illustrent à quel point les choses ont changé depuis l'époque où l'abondance du saumon coho était plus élevée sous un régime de productivité plus forte.

EXAMEN PAR LE COMITÉ DE RÉDACTION

Le document de travail est accepté avec des révisions, sous réserve de l'examen des analyses supplémentaires que les auteurs doivent effectuer. L'examen supplémentaire a été mené par un comité de rédaction composé de Richard Bailey, Mike Bradford, Jeff Grout, Mike Hawkshaw, Carrie Holt, Jim Irvine, Wilf Luedke, Gary Morishima, Mike Staley et Lynda Ritchie. L'examen du comité de rédaction a eu lieu par WebEx le 6 novembre 2017 à la Station biologique du Pacifique. Mike Bradford, Jim Irvine et Richard Bailey ont reçu les examens écrits avant la réunion (fournis à l'annexe E).

Les auteurs sont chargés de fournir des analyses supplémentaires au comité de rédaction, fondées sur quatre éléments du document de travail :

ÉLÉMENT 1 DE L'EXAMEN

Refaire l'analyse S-R avec un modèle de la courbe logistique en bâton de hockey pour trois passages des données sur la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur : résultats au niveau de la zone de gestion fondés sur des estimations par UC avec une structure de corrélation appropriée, au niveau de la zone de gestion (comme étape de vérification du modèle) et au niveau de la zone de gestion avec un point dépensatoire ajouté (à une faible abondance des géniteurs, c.-à-d. à 1 000 géniteurs).

Réponse

Bien que les auteurs aient convenu, durant l'examen par les pairs, d'inclure des modèles de la courbe logistique en bâton de hockey comme modèles potentiels de S-R, il n'est pas possible de les ajuster à l'aide d'approches bayésiennes, de sorte qu'ils n'ont pas été examinés davantage. Les auteurs ont plutôt essayé différents modèles pour répondre à des préoccupations précises au sujet de la dynamique S-R (pour tenir compte de l'effet dépensatoire platikurtique, on a ajusté les modèles Deriso et de puissance aux propriétés de

capacité asymptotique plate ou pour refléter la mortalité dépendante). Les modèles de Beverton-Holt présentait une faible capacité et une pente initiale abrupte (productivité), suggérant des taux d'exploitation encore plus élevés et moins d'effets sur la survie en mer. Le tableau 3 du document de travail montre l'ajustement du critère d'information fondé sur la somme des carrés du modèle de Ricker initial (où des valeurs plus faibles indiquent un meilleur ajustement), comparativement aux autres modèles testés. Les modèles 4 et 5 représentent des hypothèses au sujet de la relation S-R, sous forme de valeurs *a priori* informatives sur les paramètres du modèle, comme α et β (simulant la mortalité dépendante et réduisant les effets dus à la surcompensation). En fin de compte, le choix du modèle S-R dépend des hypothèses formulées au sujet de la véritable dynamique S-R et de la représentativité des données S-R observées.

Les examinateurs ont souligné qu'il y a peu de données disponibles à de faibles niveaux d'échappées et que, par conséquent, la capacité d'estimer avec précision la productivité est réduite. Les auteurs ont reconnu que le manque de données près de l'origine crée une plus grande incertitude dans les estimations de la productivité. On a également admis que les échappées observées ont été estimées avec erreur (et avec un biais qui n'est pas constant d'une année à l'autre), mais sans données directes pour estimer l'erreur ou corriger le biais, elles n'ont pas été intégrées au modèle.

ÉLÉMENT 2 DE L'EXAMEN

Refaire l'analyse S-R avec un modèle de la courbe logistique en bâton de hockey pour la zone de gestion du détroit de Georgia.

Réponse

Les mêmes modèles utilisés pour la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur ont été ajustés à la zone de gestion du détroit de Georgia, avec des sommaires comparables fournis.

ÉLÉMENT 3 DE L'EXAMEN

Fournir un tableau des isoplèthes du taux de survie en mer et du taux d'exploitation avec un maximum de dix catégories dans une annexe et décrire comment ces valeurs peuvent déterminer les catégories du TSP dans le cadre d'un processus de consultation.

Réponse

Les tableaux 8 et 9 du document de travail ont été fournis, pour présenter les probabilités moyennes de rendement pour la conservation et les intervalles de crédibilité à 80 % pour une fourchette de taux d'exploitation (0 à 0,7) et de taux de survie (0,0025 à 0,1), ainsi que trois différents modèles S-R.

Il a fallu ajouter des rangées et des colonnes au tableau pour bien indiquer l'inclinaison de la pente par rapport à de petits changements de la survie en mer à l'extrémité inférieure (c.-à-d. la sensibilité des résultats à de petits changements de la survie en mer lorsqu'elle est faible). Les auteurs soulignent que l'échelle est trop fine pour des taux d'exploitation en mer mesurables pendant les périodes de survie en mer faibles (c.-à-d. que les estimations disponibles de l'exploitation en mer et de la survie en mer sont trop grossières pour résoudre les différences de rendement pour la conservation, comme illustré). Les tableaux présentés dans le document de travail utiliseront probablement des tranches inégales pour tenter de refléter le plus de détails possible à l'extrémité inférieure.

Une annexe sera incluse dans l'avis scientifique pour illustrer comment les tableaux peuvent être utilisés pour établir les points de référence de la catégorie d'état du TSP.

ÉLÉMENT 4 DE L'EXAMEN

Les auteurs doivent travailler avec les analystes du secteur du Fraser pour rapprocher les différences entre les résultats du document de travail et ceux du secteur.

Réponse

Ce problème a été résolu lorsqu'une erreur dans une formule de calcul a été découverte.

DISCUSSION SUPPLÉMENTAIRE DU COMITÉ DE RÉDACTION

Le comité de rédaction a examiné en détail les commentaires des examinateurs et a noté les endroits où des révisions au document de travail s'imposaient (voir l'annexe E). On a demandé aux auteurs de s'assurer que le biais de la transformation rétrospective était conforme aux processus antérieurs (c.-à-d. MPO 2015a).

Les auteurs et Mike Bradford ont résolu un problème dans la simulation rétrospective après la réunion du Comité de rédaction. La révision des méthodes utilisées pour tenir compte de la variation de l'estimation de la composition selon l'âge d'une année à l'autre est résumée à l'annexe E.1.3. À la suite de ce changement, Mike Bradford a été ajouté comme coauteur du document de travail/de recherche.

CONCLUSIONS

Le document de travail est accepté avec des révisions à la fin de l'examen régional par les pairs. Un comité de rédaction est formé pour examiner les mises à jour apportées à la modélisation des données et aux résultats. Le comité de rédaction a approuvé les résultats mis à jour. La liste initiale des révisions du document de travail a été mise à jour à la fin de l'examen par le comité de rédaction. Une liste des travaux futurs visant à résoudre certaines des nombreuses limites et incertitudes des données relevées à toutes les étapes de l'examen est dressée.

Malgré les limites importantes des données relevées durant cet examen, l'approche proposée offre une méthode de rechange fondée sur la survie en mer pour déterminer l'état et les taux d'exploitation admissibles correspondants dans la pêche, en fonction des objectifs de conservation établis. L'analyse S-R a montré que les taux d'exploitation dans les UC du saumon coho de l'intérieur du Fraser sont durables pour les faibles taux de survie en mer qui persistent depuis 1998. En revanche, les taux d'exploitation doivent être beaucoup plus faibles pour respecter constamment les indices de référence de la conservation établis précédemment (telles qu'elles sont énoncées dans le document de l'ERCFI (IFCRT 2006).

RECOMMANDATIONS ET AVIS

La présente analyse vise à évaluer les répercussions possibles des approches de rechange pour l'établissement de points de référence de gestion afin d'établir des zones à état faible, modéré et abondant en vertu du TSP et des taux d'exploitation admissibles correspondants dans la pêche.

Les méthodes de S-R et de simulation décrites dans la présente évaluation constituent un moyen utile d'informer les décideurs des relations entre la productivité, les taux d'exploitation et la capacité d'atteindre les objectifs de gestion de la pêche découlant des politiques pour la zone

de gestion du saumon coho du Fraser intérieur. Compte tenu des limites des données disponibles, les méthodes sont suffisamment solides pour examiner les effets de l'incertitude et produire des informations qui faciliteront l'évaluation des répercussions dans l'examen d'autres taux d'exploitation dans la pêche et des risques pour l'atteinte des objectifs de conservation. À l'heure actuelle, aucune méthode d'analyse n'a été établie pour définir les points de référence de la gestion du taux de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte afin de délimiter les catégories d'état faible, modéré et abondant du TSP, bien que les données suggèrent visuellement des points de rupture à 2 % et à 4 % entre les trois niveaux d'état. De plus, aucune recommandation n'est fournie sur la sélection des taux d'exploitation dans la pêche associés à chaque catégorie d'état du TSP.

La probabilité d'atteindre un ensemble d'objectifs de conservation pour différents taux de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte et taux d'exploitation dans la pêche pour le saumon coho du Fraser intérieur est fournie dans une série de tableaux (un tableau pour chaque combinaison de dynamique S-R présumée et d'objectif de conservation). En sélectionnant un modèle dynamique S-R approprié (version du tableau), le taux de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte pour les poissons d'écloserie (rangée du tableau) et le niveau de rendement acceptable pour la conservation (valeur de la cellule), il est possible de déterminer le taux d'exploitation correspondant (colonne du tableau). Il est essentiel de noter que cette évaluation du rendement pour la conservation est particulièrement sensible aux changements du taux d'exploitation à de faibles taux de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte, et que les incertitudes inhérentes aux données sont probablement trop grandes pour que l'on puisse bien comprendre ces sensibilités à l'heure actuelle (c.-à-d. lorsque les taux de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte sont inférieurs à 1 %).

Compte tenu des incertitudes associées aux données S-R, on pourrait utiliser plusieurs formes de modèles S-R pour représenter la véritable dynamique sous-jacente de la population de saumon coho (annexe A, Figure 3). Dans le contexte de cette analyse, le choix du modèle S-R influence l'estimation des taux d'exploitation et de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte, ainsi que les simulations prospectives du rendement potentiel pour la conservation qui en découlent. De ce fait, il n'est pas possible de déterminer des points de référence de gestion et des taux d'exploitation admissibles dans la pêche uniquement à partir de l'avis scientifique présenté ici. En fin de compte, pour choisir les points de référence pour la gestion et les taux d'exploitation admissibles correspondants dans la pêche, il faudra obtenir l'avis du gouvernement, des Premières Nations et des intervenants sur les probabilités acceptables d'atteindre les résultats en matière de conservation compte tenu des lacunes connues dans les données et des incertitudes.

À l'heure actuelle, il n'est pas possible d'utiliser l'outil de simulation prospective sur les zones de gestion dont les données sont limitées (p. ex. zones de gestion du détroit de Georgia et du bas Fraser), et il faudrait investir beaucoup de temps et de fonds de programme pour réinstaurer ou établir des stocks indicateurs et des indices de la survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte appropriés. À court terme, des travaux supplémentaires sont recommandés pour déterminer dans quelle mesure on pourrait utiliser des UC du saumon coho du Fraser intérieur ayant des productivités similaires pour représenter les zones de gestion dont les données sont limitées. De plus, une analyse de sensibilité exhaustive est recommandée afin de mieux comprendre la sensibilité des paramètres S-R aux changements de la dynamique sous-jacente de la population.

D'autres sources de données ont été suggérées pour cette analyse au cours de l'examen par les pairs, mais il a finalement été déterminé que cette analyse utilise déjà les meilleures données disponibles. Un certain nombre de limites des données et d'hypothèses ont été relevées. Les principales sources d'incertitude et de biais sont les suivantes :

-
- Taux d'exploitation : incertitude entourant la représentativité de la période de référence par rapport à la période actuelle, compte tenu des changements importants intervenus dans les pêches (p. ex. passage de la pêche dirigée du saumon coho à la remise à l'eau des poissons sauvages dans la plupart des zones); la mortalité due aux prises non déclarées, au décrochage et après la remise à l'eau n'est pas entièrement prise en compte.
 - Données sur les échappées : les qualités des relevés varient dans le temps et l'espace; seules des mesures relatives de l'abondance (plutôt que la véritable abondance) sont disponibles pour certains cours d'eau.
 - Survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte pour les poissons d'écloserie : la taille de l'échantillon des poissons marqués récupérés est insuffisante pour donner des estimations exactes de la proportion de poissons d'écloserie présents; possibilité que les poissons d'écloserie remontent dans des cours d'eau non visés par la mise en valeur des salmonidés; représentativité des indices de la survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte pour les stocks sauvages; nombre incertain de poissons porteurs d'une micromarque magnétisée codée relâchés, en raison de la prédation intervenant après le marquage, mais avant leur rejet.
 - Relation stock-recrutement : les biais dans les séries chronologiques des échappées et des taux d'exploitation se reportent dans l'analyse S-R, ce qui a une incidence sur la capacité d'ajuster et de sélectionner un modèle approprié.

On soupçonne également que le sens et l'ampleur de ces sources d'incertitude varient d'une population à l'autre et d'une année à l'autre. Il est donc recommandé de réévaluer les hypothèses et les conclusions de cette évaluation à mesure que de nouvelles recherches seront disponibles, en particulier en ce qui concerne l'estimation des taux d'exploitation dans les rivières et en mer et des indices de la survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte.

RECOMMANDATIONS POUR LES TRAVAUX FUTURS

- Il faudrait réévaluer les hypothèses et les conclusions de cette évaluation à mesure que de nouvelles recherches ou de nouvelles données deviendront disponibles, en particulier en ce qui concerne l'estimation des taux d'exploitation dans les rivières et en mer et l'inclusion possible de la covariable de la survie en eau douce.
- Il est recommandé de rétablir un stock indicateur dans le bas Fraser. Il faudra comparer les données obtenues aux populations de saumon coho de l'intérieur du fleuve Fraser et du détroit de Georgia.
- Il est recommandé de mener une étude pour déterminer si cette approche de la survie en mer s'applique à d'autres UC, comme celle de l'ouest de l'île de Vancouver, où les taux de survie en mer sont plus élevés.
- D'autres analyses sont nécessaires pour étayer la mise en œuvre de ce cadre d'évaluation, y compris l'élaboration de points de référence pour l'évaluation de l'état.
- En cas de changements dans les régimes de pêche ou de productivité, il faudrait réexaminer ce cadre pour vérifier que les résultats demeurent applicables.
- D'autres orientations sont nécessaires pour mieux harmoniser la surveillance et l'analyse des stocks et des pêches, ainsi que les avis scientifiques, avec les objectifs et les stratégies de gestion des pêches. Il est recommandé d'élaborer un cadre pour bien étayer la réponse de la gestion (approche fondée sur le risque).

-
- On pourrait utiliser des simulations de Monte Carlo pour effectuer une analyse de sensibilité afin d'évaluer les effets du biais variable entre les années dans les estimations des échappées.

REMERCIEMENTS

La présidente remercie les auteurs (Josh Korman et Joel Sawada) d'avoir préparé le document de travail et réalisé les réévaluations et révisions subséquentes dans des délais difficiles; Mike Bradford, Mike Staley, Jim Irvine et Richard Bailey de leurs précieux examens; Erika Anderson de son appui à titre de rapporteuse, à la fois pendant l'examen par les pairs et l'examen de suivi du comité de rédaction; tous les participants du temps qu'ils ont consacré au processus de l'examen par les pairs; et enfin, le bureau du SCCS (Lesley MacDougall, Lisa Christensen, Kiran Dhesi et Jillian Campbell) de son aide pour coordonner la réunion et produire les documents finaux.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Beamish, R.J., Sweeting, R.M., Lange, K. L., Noakes, D.J., Preikshot, D. and Neville, C. M. 2010. Early Marine Survival of Coho Salmon in the Strait of Georgia Declines to Very Low Levels. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science* 2:424–439.
- Decker, A.S., Hawkshaw, M.A., Patten, B.A., Sawada, J., and Jantz, A.L. 2014. [Assessment of the Interior Fraser Coho Salmon \(*Oncorhynchus kisutch*\) Management Unit Relative to the 2006 Conservation Strategy Recovery Objectives](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/086. xi + 64 p.
- DFO. 2015. [Proceedings of the Pacific Regional Peer Review on the Evaluation of Marine Recreational Coho Mark Selective Fisheries in British Columbia, including and evaluation of the Canadian marine fishery exploitation model for Interior Fraser Coho](#); March 3-5, 2015. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2015/066.
- DFO. 2016. [Proceedings of the Pacific regional peer review of the Assessment of Interior Fraser River Coho Salmon Conservation Units' Benchmarks and Status](#); November 6-7, 2014. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2016/055.
- Holt, C., Cass, A., Holtby, B., and Riddell, B. 2009. [Indicators of status and benchmarks for conservation units in Canada's Wild Salmon Policy](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/058. viii + 74 p.
- IFCRT (Interior Fraser Coho Recovery Team). 2006. [Conservation strategy for Coho Salmon \(*Oncorhynchus kisutch*\), interior Fraser River populations](#). Fisheries and Oceans Canada, Ottawa, Ont. 132 p.
- Zimmerman, M.S., Irvine, J.R., O'Neill, M., Anderson, J.H., Greene, C.M., Weinheimer, J., Marc Trudel, M., and Rawson, K. 2015. [Spatial and Temporal Patterns in Smolt Survival of Wild and Hatchery Coho Salmon in the Salish Sea](#). *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 7:1, 116-134, DOI:10.1080/19425120.2015.1012246

ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE

DETERMINATION DES POINTS DE REFERENCE POUR DETERMINER L'ETAT ET LES TAUX D'EXPLOITATION ADMISSIBLES CONNEXES POUR LES UNITES DE GESTION CANADIENNES DU SAUMON COHO DU SUD COUVERTES PAR LE TRAITE SUR LE SAUMON DU PACIFIQUE (TSP)

Processus d'examen régional par les pairs – Région du Pacifique

Du 20 au 21 septembre 2017

Nanaimo (Colombie-Britannique)

Présidente : Mary Thiess

Contexte

Le Traité actuel sur le saumon du Pacifique (TSP) désigne quatre unités de gestion (UG) de saumon coho du sud de la Colombie-Britannique : le Fraser intérieur (y compris la rivière Thompson), le bas Fraser, le détroit de Georgia (continent) et le détroit de Georgia (île de Vancouver). Le plan de gestion bilatéral canado-américain pour la gestion du saumon coho du sud, qui est décrit à l'annexe IV du chapitre 5 du Traité, vise à gérer l'exploitation totale pour permettre aux UG d'atteindre la production maximale équilibrée à long terme tout en conservant la diversité génétique et écologique des populations. Il vise également à améliorer les perspectives à long terme pour maintenir la santé du secteur des activités de pêche dans les deux pays. Pour chaque UG, le chapitre actuel sur le saumon coho exige l'élaboration de points de référence utilisés pour la gestion afin de déterminer trois catégories d'état, soit population faible, population modérée et population abondante, ainsi que les taux d'exploitation connexes pour chaque état correspondant aux objectifs établis dans l'annexe IV du chapitre 5.

Le saumon coho du Fraser intérieur est la seule UG canadienne pour laquelle des données informatives sur les échappées ont été recueillies (MPO 2014) et pour laquelle des points de référence biologiques basés sur l'abondance ont été établis (MPO 2015a). Toutefois, le TSP exige que toutes les UG du Traité aient des points de référence pour la gestion et des plafonds de taux d'exploitation connexes pour chaque état. Pour les UG où les renseignements sur les échappées sont insuffisants, des points de référence basés sur les échappées ne seraient pas très utiles.

Les efforts déployés précédemment en vue de répondre à ces exigences, financés par le Fonds de dotation du sud de la Commission du saumon du Pacifique (CSP), comprennent l'élaboration, par Ecometric Research Inc., d'un modèle d'optimisation de la récolte de saumon coho (Korman *et al.* 2014), en collaboration avec le Comité technique sur le saumon coho de la CSP, ainsi que les travaux entrepris par LGL Ltd. et Ecometric Research en 2014, lesquels examinaient une méthode fondée sur l'habitat pour obtenir les taux d'exploitation admissibles et les points de référence souhaités (MPO 2015b). Ces deux projets ont permis de déterminer que le manque de données sur les échappées a empêché la détermination des points de référence des échappées, lesquels peuvent ensuite servir à établir d'autres points de référence.

La Gestion des pêches du MPO a demandé à la Direction des sciences de fournir des points de référence et d'autres points de référence connexes pour toutes les UG de saumon coho du sud de la C.-B.

Le projet actuel s'appuie sur ces travaux antérieurs en étudiant les différentes méthodes d'évaluation qui utilisent des taux de survie en mer ou des tendances de productivité isolés ou en combinaison avec d'autres paramètres pour établir des points de référence visant à

déterminer le statut biologique et les points de référence connexes établis pour la gestion des UG du Canada dont les données sont insuffisantes. En outre, des outils d'analyse seront élaborés afin de permettre l'évaluation d'un éventail de plafonds de taux d'exploitation, en fonction des différentes hypothèses concernant les futurs taux de survie en mer ou la productivité.

L'évaluation et les conseils découlant du présent examen régional par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) seront utilisés pour orienter les consultations et la prise de décisions concernant les points de référence pour la gestion et les plafonds de taux d'exploitation connexes pour trois UG canadiennes : celle du Fraser intérieur, celle du bas Fraser et celle du détroit de Georgia, qui est une combinaison des UG actuelles de l'île de Vancouver et du continent.

Objectifs

Le document de travail suivant sera examiné et servira de fondement aux discussions et aux avis sur les différents objectifs énumérés ci-après.

Korman J. and Sawada, J. Determination of Reference Points for Status Determination and Associated Allowable Exploitation Rates for Canadian PST Southern Coho Management Units [Détermination des points de référence pour déterminer l'état et les taux d'exploitation admissibles connexes pour les unités de gestion canadiennes du saumon coho du sud couvertes par le TSP] Document de travail du CASP 2014SAL03.

Les objectifs de cet examen sont les suivants :

1. Élaborer et examiner les méthodes visant à déterminer les points de référence de l'UG du Fraser intérieur du TSP dans les catégories d'état de populations faibles, modérées et abondantes (stock-recrutement et survie en mer), et évaluer la façon dont elles respectent les objectifs de la Politique concernant le saumon sauvage et de l'équipe chargée du rétablissement du saumon coho du Fraser intérieur (ERCFI).
2. À l'aide de simulations, déterminer la probabilité de réalisation des taux de survie et des points de référence supérieurs et inférieurs de la répartition pour une gamme de taux de survie en mer et de mesures de gestion de la pêche (taux d'exploitation) pour le saumon coho du Fraser intérieur.
3. Examiner les catégories d'état établies à partir de la méthode de calcul de la survie en mer et évaluer leur applicabilité aux UG qui manquent de données pour le saumon coho du sud de la C.-B. (c.-à-d., le bas Fraser et le détroit de Georgia).
4. Relever et examiner les incertitudes, les contraintes et les risques dans les données et les méthodes, et proposer des approches possibles pour leur atténuation.

Publications prévues

- Avis scientifique
- Compte rendu
- Document de recherche

Participation prévue

- Pêches et Océans Canada (Division de la recherche et de l'évaluation des ressources aquatiques, Gestion des écosystèmes et des pêches)

-
- Milieu universitaire
 - Premières Nations
 - Représentants de la pêche récréative et commerciale
 - Comité technique sur le saumon coho de la CSP
 - Groupe de travail sur le coho, comité canadien du sud
 - Représentants du Comité de la conservation de la ressource maritime

Références

MPO. 2014. [Évaluation de la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2014/032.

MPO. 2015a. [Politique concernant le saumon sauvage – évaluations de l'état biologique pour les unités de conservation du saumon coho du Fraser intérieur \(*Oncorhynchus kisutch*\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2015/022.

MPO. 2015. [Points de référence de l'échappée fondés sur l'habitat du saumon coho dans les zones de gestion du détroit de Georgie \(continent\), du détroit de Georgie \(île de Vancouver\) et du bas Fraser](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2015/045.

Korman, J., and Tompkins, A. 2014. [Comparison of the Fishery and Conservation Performance of Fixed- and Abundance-Based Exploitation Regimes for Coho Salmon in Southern British Columbia](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/090. viii +39 p.

ANNEXE B : RÉSUMÉ DU DOCUMENT DE TRAVAIL

Les travaux présentés ici poursuivent l'élaboration et la mise en œuvre d'une méthodologie examinée bilatéralement en vue d'établir les points de référence et les taux d'exploitation admissibles correspondants pour les zones de gestion du saumon coho décrites dans le plan de gestion du saumon coho du sud qui figure dans le Traité sur le saumon du Pacifique (TSP) (annexe IV, chapitre 5). La survie en mer a été déterminée comme étant un facteur majeur des échappées. Cependant, les estimations exactes des échappées sont limitées pour de nombreuses populations de saumon coho de la Colombie-Britannique. Ce projet porte par conséquent sur l'évaluation des effets du taux d'exploitation sur différents taux de survie en mer qui peuvent être utilisés pour définir les catégories d'abondance dans le TSP. Nous adaptons différents modèles stock-recrutement avec une covariable de la survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte pour les poissons d'écloserie aux données des cinq unités de conservation (UC) qui se trouvent dans la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur (ZG du CFI) (années d'éclosion 1998-2012) et de celle du ruisseau Black (1986-2012), la seule population surveillée qui représente la ZG du détroit de Georgia. Nous avons utilisé un cadre de simulation fondé sur les distributions *a posteriori* des paramètres stock-recrutement pour déterminer la probabilité d'atteindre les indices de référence de la conservation établis précédemment pour divers taux d'exploitation et taux de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte.

D'après les modèles de Ricker les mieux ajustés, la productivité (recrues adultes/géniteur pour un stock de petite taille) des UC du saumon coho du Fraser intérieur était comprise entre 2,2 et 2,6 recrues/géniteur à la moyenne géométrique du taux de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte pour les poissons d'écloserie depuis 1998 (1,1 %). Les taux d'exploitation qui ont permis de maximiser les rendements (U_{RMD}) à ces productivités allaient de 0,36 à 0,42. La fourchette de U_{RMD} a diminué à 0,27-0,32 avec un modèle de Ricker utilisant une capacité de charge présumée plus élevée, qui éliminait la dynamique surcompensatoire pour toute la gamme des effectifs du stock, mais réduisait la productivité du stock. La productivité du ruisseau Black, d'après la survie moyenne de l'état de saumoneau à l'état d'adulte pour le stock indicateur de l'écloserie du détroit de Georgia (0,84 %), était de 2,3 recrues/géniteur depuis 1998, ce qui donnait un U_{RMD} de 0,37; ces valeurs ont été réduites à 2,0 et 0,32, respectivement, lorsque nous avons utilisé un modèle de Ricker avec une capacité de charge plus élevée.

Une analyse de simulation rétrospective des données stock-recrutement du saumon coho du Fraser intérieur a montré que la variation des échappées dans les UC du saumon coho du Fraser intérieur depuis 1998 était en majorité due à celle du taux de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte. Des simulations passées ont indiqué qu'une augmentation de l'exploitation (la moyenne géométrique depuis 1998 était de 11 %) de 10 à 30 % réduisait la probabilité d'atteindre l'indice de référence de la conservation de la zone de gestion à court terme (20 000 reproducteurs) de 71 à 43 %. Cependant, un taux d'exploitation fixe de 20 % donnait une probabilité de 50 % de dépasser l'indice de référence à court terme, qui était semblable à la probabilité observée lorsque l'on n'inclut pas les poissons d'écloserie dans les statistiques sur la conservation. Les effets modestes des légères augmentations du taux d'exploitation se produisaient parce que l'augmentation des échappées associée à une exploitation moins forte n'entraînait pas de hausse proportionnelle du recrutement dans la génération suivante en raison de la dépendance à la densité. Des simulations prospectives ont quantifié le rendement pour la conservation en fonction de nombreux taux d'exploitation et taux de survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte et tenaient compte de l'erreur de mise en œuvre du taux de récolte. Les décideurs peuvent utiliser cette information pour fixer les taux d'exploitation pour la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur pour les catégories d'état définies dans le TSP qui sont fondées sur la survie en mer. L'information n'est toutefois

pas suffisante pour procéder à ces déterminations pour les zones de gestion du détroit de Georgia et du bas Fraser.

ANNEXE C : ORDRE DU JOUR

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Centre des avis scientifiques du Pacific

Réunion régionale d'examen par les pairs

Points de référence pour l'état de la population et taux d'exploitation admissibles connexes pour les zones de gestion du saumon coho du sud du Canada

Les 20 et 21 septembre 2017

Centre de conférences de l'île de Vancouver – salle Dodd Narrows
Nanaimo (Colombie-Britannique)

Présidente : Mary Thiess

Jour 1 : Mercredi 20 septembre 2017

Heure	Sujet	Présentateur
9 h	Présentations Examen de l'ordre du jour et gestion interne Aperçu et procédure du SCCS	Mary Thiess
9 h 15	Examen du mandat	Mary Thiess
9 h 30	Présentation du document de travail	Auteurs
10 h 30	Pause-santé	
10 h 50	Suite de la présentation du document de travail	Auteurs
12 h	Déjeuner	
13 h	Présentation des examens écrits	Mike Bradford Mike Staley
14 h	Discussion générale <ul style="list-style-type: none">• Problèmes techniques (données, modèle, approche)• Résultats et conclusions	Participants à l'examen régional par les pairs
14 h 45	Pause-santé	
15 h	Discussion générale <ul style="list-style-type: none">• Déterminer les principaux points d'accord• Examiner les points à discuter	Participants à l'examen régional par les pairs
16 h 45	Élaborer un plan pour la deuxième journée	Mary Thiess
17 h	Levée de la réunion pour la journée	

Jour 2 : Jeudi 21 septembre 2017

Heure	Sujet	Présentateur
9 h	Présentations Examen de l'ordre du jour et gestion interne Récapitulation du jour 1	Mary Thiess
9 h 15	Discussion générale et résolution des problèmes techniques	Participants à l'examen régional par les pairs
10 h 30	Pause-santé	
10 h 50	Discussion générale et résolution des résultats et conclusions	Participants à l'examen régional par les pairs
11 h 45	Établir un consensus sur l'acceptabilité du document et sur les révisions convenues	Participants à l'examen régional par les pairs
12 h	Pause-déjeuner	
13 h	Ébauche de l'avis scientifique Établir un consensus sur les points suivants : <ul style="list-style-type: none">• Sources d'incertitude• Résultats et conclusions• Avis supplémentaire pour les gestionnaires (au besoin)	Participants à l'examen régional par les pairs
14 h 30	Pause-santé	
14 h 50	Suite des travaux sur l'avis scientifique	Participants à l'examen régional par les pairs
15 h 50	Prochaines étapes et mot de la fin <ul style="list-style-type: none">• Processus d'examen et d'approbation de l'avis scientifique et échéanciers• Délais pour les autres documents• Autres suivis ou engagements requis• Résumé de toute autre question découlant de l'examen	Présidente et participants à l'examen régional par les pairs
16 h	Levée de la réunion	

ANNEXE D : PARTICIPANTS À LA RÉUNION

Nom	Prénom	Organisme d'appartenance
Anderson*	Erika	Direction sciences du MPO
Bailey*	Richard	Direction des sciences du MPO, fleuve Fraser
Baillie	Steve	Retraité, Direction des sciences du MPO, côte sud
Beach	Katie	Évaluation des stocks du MPO
Bradford*	Mike	Direction des sciences du MPO, eaux douces
Carr-Harris	Charmaine	Évaluation des stocks du MPO
Christensen	Lisa	CSAP du MPO
Cook-Tabor	Carrie	U.S. Fish & Wildlife Service, Comité technique du saumon coho du TSP
Cox-Rogers	Steve	Direction des sciences du MPO, côte nord
Davies	Shaun	Évaluation des stocks du MPO
Dobson	Diana	Direction des sciences du MPO
Fraser	Kathy	Direction des sciences du MPO
Freshwater	Cameron	Direction des sciences du MPO
Grant	Sue	Direction des sciences du MPO
Grout*	Jeff	Direction de la gestion des pêches du MPO
Hawkshaw*	Mike	Direction des sciences du MPO
Holt	Kendra	Direction des sciences du MPO
Holt*	Carrie	Direction des sciences du MPO, SAFE Core
Huang	Ann-Marie	Direction des sciences du MPO
Irvine*	Jim	Direction des sciences du MPO
Jenewein	Brittany	Évaluation des stocks du MPO, fleuve Fraser
Johnstone	Cynthia	Direction des sciences du MPO
Kadowaki*	Ron	Direction des sciences du MPO
Komick	Nick	Direction des sciences du MPO
Korman*	Josh	Consultant, coauteur
Luedke*	Wilf	Direction des sciences du MPO, côte sud
Lynch	Cheryl	Programme de mise en valeur des salmonidés du MPO
MacDonald	Bronwyn	Direction des sciences du MPO
MacDougall	Lesley	Direction des sciences du MPO, Centre des avis scientifiques du Pacifique
Maxwell	Marla	Direction de la gestion des pêches du MPO, fleuve Fraser
Maynard	Jeremy	Comité du Sud
Morishima*	Gary	Nation Quinault, Comité technique du saumon coho du TSP
Neill	Aidan	Fraser River Aboriginal Fisheries Secretariat
Nicklin	Pete	Upper Fraser Fisheries Conservation Alliance et Comité technique du saumon coho du TSP
Parken	Chuck	Direction des sciences du MPO, fleuve Fraser
Rankis	Andy	Équipe technique du saumon coho du TSP
Ritchie*	Lynda	Direction des sciences du MPO, fleuve Fraser, Comité technique du saumon coho du TSP
Sawada*	Joel	Direction des sciences du MPO, coauteur, Comité technique du saumon coho du TSP
Scroggie	Jamie	Direction de la gestion des pêches du MPO, fleuve Fraser
Staley*	Mike	Fraser River Aboriginal Fisheries Secretariat
Taylor	Greg	Comité de la conservation de la ressource maritime

Nom	Prénom	Organisme d'appartenance
Thiess*	Mary	Direction des sciences du MPO, présidente
Van Will	Pieter	Direction des sciences du MPO, côte sud
Weitkamp	Laurie	National Marine Fisheries Service, Comité technique du saumon coho du TSP

*Membre du comité de rédaction

ANNEXE E : EXAMENS DU DOCUMENT DE TRAVAIL

EXAMENS DE MIKE BRADFORD

Examen initial : Korman et Sawada, Points de référence pour l'état de la population et taux d'exploitation admissibles connexes pour les zones de gestion du saumon coho du sud du Canada.

Le présent document de travail analyse les données du saumon coho du Fraser intérieur et du ruisseau Black dans le but de créer un système de référence fondé sur la productivité qui pourrait être utilisé au lieu des outils de gestion fondés sur l'abondance, en fonction des exigences du Traité sur le saumon du Pacifique. Les objectifs énoncés pour le document et l'examen du SCCS sont les suivants :

1. Élaborer et examiner les méthodes permettant de déterminer les indices de référence des zones de gestion du saumon coho du Fraser intérieur conformément au TSP, aux catégories d'état « faible », « modéré » et « abondant » du TSP (stock-recrutement et survie en mer), et évaluer la façon dont ils répondent aux objectifs de la Politique concernant le saumon sauvage et de l'ERCFI.
2. À l'aide de simulations, déterminer la probabilité d'atteindre les indices de référence inférieur et supérieur du S-R et de la répartition pour différents taux de survie en mer et différentes mesures de gestion de la récolte (les taux d'exploitation cibles) pour le saumon coho du Fraser intérieur.
3. Examiner les catégories d'état élaborées à partir de la méthode fondée sur la survie en mer et évaluer leur applicabilité aux zones de gestion pour lesquelles on manque de données pour le saumon coho du sud de la Colombie-Britannique (bas Fraser et détroit de Georgia).
4. Examiner et cerner les incertitudes, les limites et les risques des données et des méthodes et proposer des approches possibles pour les atténuer.

Le document de travail contient certaines des analyses nécessaires pour atteindre ces objectifs, bien qu'il ne soit pas organisé de manière à permettre au lecteur de relier facilement les résultats à ces objectifs. Certains travaux supplémentaires pourraient être nécessaires, particulièrement en ce qui concerne les objectifs 3 et 4.

Mon examen commence par trois préoccupations de nature générale pour l'analyse des populations de saumon coho et se poursuit par des commentaires précis sur le document.

Clarification des buts et des indicateurs de gestion

Le cadre de référence de ce projet s'inscrit dans le contexte du TSP, et l'objectif 1 du cadre de référence indique également qu'il faut tenir compte aussi des objectifs de la Politique concernant le saumon sauvage et de l'ERCFI dans l'analyse.

Tel qu'il est indiqué dans le cadre de référence, le Traité établit l'objectif de gestion de « limiter l'exploitation totale pour permettre aux UG d'atteindre la production maximale équilibrée à long terme tout en conservant la diversité génétique et écologique des populations » [TSP, annexe IV, chap. 7, paragr. 7(a)]. La Politique concernant le saumon sauvage comporte trois objectifs liés à la diversité, à l'habitat et à l'exploitation durable, et l'ERCFI a établi des objectifs de rétablissement précis pour le coho du Fraser intérieur. Des indicateurs appropriés pour ces objectifs sont nécessaires pour évaluer le rendement du cadre de gestion, particulièrement en ce qui a trait aux composantes de la diversité.

La productivité des populations de saumon coho du détroit de Georgia et du Fraser a fortement baissé au cours des trois dernières décennies et ces populations, qui soutenaient directement de grandes pêches, sont devenues préoccupantes sur le plan de la conservation, de sorte que les mesures de gestion sont en grande partie conçues pour éviter la mortalité dans les pêches pour d'autres zones de gestion ou espèces. Lorsque l'abondance et la productivité sont élevées, des paramètres comme S_{RMD} et U_{RMD} sont appropriés, car l'abondance des reproducteurs est suffisante, de sorte que les risques de déclin prolongé à des niveaux qui pourraient nuire à la diversité ou à d'autres objectifs sont faibles.

Cependant, à mesure que la productivité diminue, les paramètres habituels de gestion du stock-recrutement sont de moins bons indicateurs du risque pour les aspects de la diversité exprimés dans les objectifs du Traité, de la Politique et de l'ERCFI. Lorsqu'un complexe de populations est modélisé comme un ensemble homogène à l'aide d'une relation S-R, S_{RMD} diminue avec la productivité jusqu'à ce que la productivité tombe en dessous de l'unité. Toutefois, cette approche simpliste nie les risques pour la diversité de la population qui découlent de la gestion des agrégats dont l'abondance est très faible. Avec la faible productivité actuelle, l'établissement de paramètres comme S_{RMD} ou U_{RMD} ne guide pas les objectifs de gestion en vigueur pour réduire le risque pour les zones de gestion du saumon coho lorsque ces poissons sont exposés à des pêches ciblant d'autres espèces.

Bien que cela soit reconnu dans le document comme un conflit entre les paramètres de gestion fondés sur le rendement maximal soutenu et ceux associés à la « conservation », mon interprétation du libellé du Traité est qu'il n'y a pas d'objectifs liés au rendement maximal soutenu à proprement parler, mais que l'objectif est plutôt de trouver des taux d'exploitation qui permettent la récolte tout en maintenant la diversité et la viabilité des populations touchées. L'analyse présentée dans le document laisse entendre que les paramètres de gestion fondés sur le rendement maximal soutenu pourraient être inappropriés pour la gestion en fonction des objectifs du Traité et autres. D'autres travaux sont nécessaires pour établir la relation entre la productivité et les paramètres de gestion dérivés du S-R (y compris ceux calculés pour les évaluations de la Politique) et les risques pour la diversité.

Analyses stock-recrutement et complexes de populations

Les modèles de stock-recrutement conviennent à l'analyse de la dynamique de populations « fermées » uniques, mais il peut y avoir des risques pour les objectifs de gestion lorsque ces modèles sont appliqués à de grands complexes de populations parfois composés d'un certain nombre de populations indépendantes ou à des métapopulations non indépendantes. La composition des UC du Fraser intérieur varie considérablement, de l'UC du canyon du Fraser qui contient une seule population à celle du haut Fraser qui compte un certain nombre de populations indépendantes sur le plan démographique et aux métapopulations qui se trouvent probablement dans les réseaux de cours d'eau des UC de la Thompson Nord et Sud. La taille et la productivité des populations des UC varient et la contribution des différentes composantes à l'abondance globale fluctue probablement lorsque l'abondance et la productivité de l'UC sont faibles par rapport aux périodes où la productivité est élevée. De même, les zones de gestion du détroit de Georgia sont composées de cours d'eau côtiers dont la productivité et l'abondance varient. Comme l'a d'abord démontré Ricker (1958 JFRBC 15:991) et comme indiqué dans le document de travail, il faudra équilibrer la maximisation du rendement et le maintien de la diversité lorsqu'il y a un groupe diversifié de populations dans le même régime d'analyse ou de gestion.

Cette préoccupation découle de l'observation selon laquelle les paramètres dérivés (S_{gen} , S_{RMD}) pour les UC du saumon coho du Fraser intérieur sont faibles par rapport aux abondances observées depuis le changement de productivité au début des années 1990; la somme de S_{gen}

pour toutes les UC est de 6 400 et S_{RMD} est de 16 800. L'ERCFI a déjà déterminé que des abondances totales à ces niveaux présentent des risques pour les objectifs de diversité, notamment des risques démographiques et génétiques pour les différentes populations isolées dans une UC lorsque les abondances au niveau de l'UC approchent de S_{gen} , et la réduction de l'utilisation de l'habitat et de la diversité du cycle biologique qui résulte de la contraction de l'aire de répartition des métapopulations pendant les périodes de faible abondance (Decker *et al.* 2014). On ne comprend pas les conséquences de ces changements, mais il faut les considérer comme des risques en l'absence de compréhension.

Une évaluation plus approfondie de ces risques est nécessaire, mais dépasse la portée des travaux actuels. Pour l'instant, il est important de reconnaître qu'ils existent si l'on utilise des paramètres de gestion fondés sur des modèles de stock-recrutement qui regroupent les populations pour établir le régime de gestion.

Choix du modèle

Bien que l'estimation des paramètres dans le document de travail soit moderne et appropriée, le choix du modèle utilisé n'est pas suffisamment justifié. Souvent, les renseignements sur le stock-recrutement ne sont pas informatifs en ce qui concerne le choix du modèle; il faut prêter attention à la biologie sous-jacente de l'espèce au moment de sélectionner le modèle, car ce choix peut être plus important que les procédures d'estimation des paramètres pour influencer sur les résultats de l'analyse.

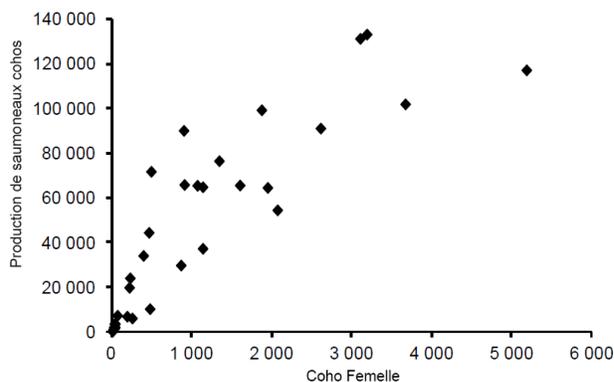


Figure 1. Production de saumoneaux cohos en fonction des femelles reproductrices dans la rivière Deschutes, Washington, année de ponte 1987-2010.

Plus précisément, dans des examens antérieurs des évaluations du saumon coho, j'ai remis en question l'utilisation du modèle de Ricker lorsqu'il n'y a aucune preuve de surcompensation pour cette espèce. De nombreuses études détaillées ont montré que, dans les petits bassins hydrographiques côtiers, la production de saumoneaux est limitée par la disponibilité d'un habitat convenable pour les juvéniles, et que cette limitation sert à maintenir la densité des géniteurs en deçà des niveaux où les mécanismes qui causent la surcompensation dans les frayères (superposition des nids, appauvrissement en oxygène, etc.) ou les zones d'alevinage (appauvrissement alimentaire). De plus, il y a une production d'adultes à partir des juvéniles qui migrent ou qui sont forcés de quitter les cours d'eau natals, sous forme de juvéniles qui utilisent les estuaires et les zones côtières ou qui se déplacent dans d'autres habitats en aval comme les lacs et les zones hors chenal des réseaux fluviaux plus grands. Ce type de dispersion dépendante de la densité crée probablement une légère courbe de stock-recrutement où la dispersion des juvéniles les années de forte abondance continuera de contribuer à la production, bien qu'à un taux réduit où la migration vers d'autres emplacements se traduit

vraisemblablement par des coûts sur le plan de la survie. Un exemple de ce type de relation est illustré pour la rivière Deschutes, dans l'État de Washington (selon les prévisions du Washington Department of Fish and Wildlife de 2017 concernant le coho sauvage) et pour le ruisseau Black :

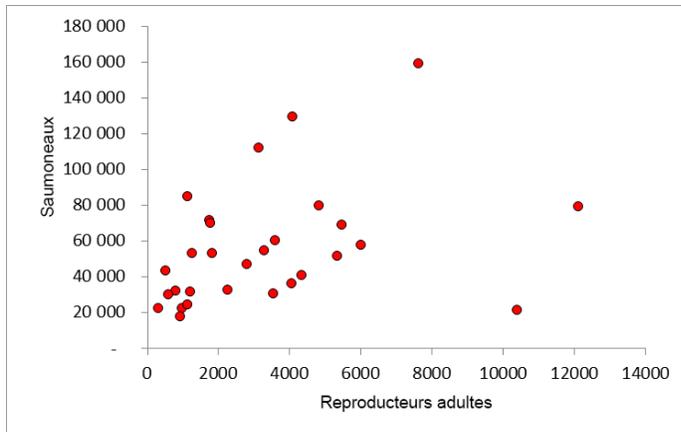


Figure 2. Selon les prévisions du Washington Department of Fish and Wildlife de 2017 concernant le coho sauvage, pour le ruisseau Black et la rivière Deschutes, dans l'État de Washington.

Le modèle de Ricker est pratique et familier et lorsqu'il est ajusté, il a tendance à produire des estimations des paramètres de productivité plus faibles que le modèle de Beverton-Holt, qui est prudent lorsque l'accent est mis sur la dynamique des populations épuisées. Cependant, il présente le défaut pathologique de générer une forte surcompensation lorsqu'il est ajusté à des données non informatives sur le stock-recrutement. Dans l'application actuelle, la surcompensation semble avoir un impact sur certaines des simulations en produisant une réduction du recrutement à des niveaux de géniteurs peu susceptibles d'être assez importants pour entraîner une surcompensation.

Je suggère de noter dans la discussion des résultats des simulations le biais dans les résultats causé par l'utilisation d'un modèle qui pourrait ne pas correspondre à la biologie de l'espèce, particulièrement dans les cas où l'abondance des UC augmente jusqu'au point de surcompensation.

Commentaires sur le document

Introduction/méthodes

Le premier objectif du cadre de référence est d'élaborer et d'examiner des méthodes pour les indices de référence. Bien que l'approche proposée soit brièvement examinée, une description plus complète de la méthode et, en particulier, des hypothèses s'imposent. En particulier, pour pouvoir utiliser un indice de la survie des saumoneaux indépendant pour décrire les indices de référence de la gestion, un certain nombre d'hypothèses doivent se vérifier :

- La relation S-R qui n'est pas expliquée par l'indice de la survie (probablement la phase en eau douce) est stationnaire et les écarts annuels sont aléatoires. Cette hypothèse peut être raisonnable dans de nombreux contextes, mais le rôle potentiel des changements climatiques sur les débits et les températures des cours d'eau pourrait s'accélérer et avoir un impact sur la productivité en eau douce. Les tendances de la survie en eau douce fausseront l'indice des poissons d'écloserie. Les écarts négatifs très importants observés pour la plupart des UC au cours des deux dernières années de l'analyse (figure 3) m'intriguent.

-
- La relation entre l'indice des poissons d'écloserie et la survie des saumoneaux sauvages demeure constante. Pour ce faire, il faut que les pratiques en écloserie (et les efforts de marquage et d'estimation de la survie) demeurent constantes, et il n'y a pas de tendance à long terme de la valeur adaptative des poissons d'écloserie associée à la domestication.
 - L'indice des poissons d'écloserie affiche un certain degré de prévisibilité et de stabilité. L'état assigné à une zone de gestion de saumon coho dépendra de la survie actuelle des poissons d'écloserie qui fournira une prédiction raisonnablement exacte pour une ou plusieurs années suivantes. Il existe des preuves dans ce sens, car la survie des poissons d'écloserie a montré des tendances et une autocorrélation sérielle (du taux de survie élevé à faible).
 - Pour la zone de gestion du détroit de Georgia, la répartition de la productivité des populations non échantillonnées par rapport au ruisseau Black ou à d'autres sites sur lesquels on dispose de données démographiques détaillées, est caractérisée par la base de données et peut être utilisée dans un contexte fondé sur le risque.

Comme il a été mentionné ci-dessus, il faut décrire les mesures du rendement (indicateurs) utilisées pour évaluer le rendement du régime de gestion qui reflètent les objectifs établis dans le cadre de référence.

2.1 Données

Il serait possible d'effectuer une analyse plus poussée des données sur la survie des poissons d'écloserie. Selon Parken et ses collaborateurs, il semble que l'indice du Fraser intérieur soit la moyenne simple de trois séries de données, mais une seule (rivière Coldwater) est raisonnablement complète. La survie moyenne des trois séries semble différente, ce qui peut avoir une incidence sur l'indice de la survie lorsque différentes valeurs manquantes sont en cause. Une approche plus élaborée du calcul de la moyenne historique pourrait être appropriée pour tenir compte des données manquantes. Il peut également être utile de considérer la série de la rivière Coldwater seule pour évaluer l'utilité relative d'avoir des données intermittentes provenant de deux autres réseaux hydrographiques. Les comparaisons entre cette série et les données plus anciennes de la rivière Salmon (Langley) pour le saumon coho sauvage (et Inch) sont également utiles.

Certains commentaires sur la qualité et la stabilité des estimations du taux d'exploitation sont nécessaires. Je crois comprendre que l'on attend les examens des modèles utilisés pour produire les estimations, en réponse aux préoccupations au sujet des estimations.

2.2 Analyse stock-recrutement

Je ne sais pas trop pourquoi on utilise les données depuis 1998 pour l'analyse S-R. Bien que la disponibilité et la qualité des données aient changé au fil du temps, les différences de productivité sont tellement frappantes entre les périodes que cela semblerait informatif pour la modélisation. Comme apparemment, on utilise les données sur la survie des saumoneaux d'écloserie avant 1998 pour élaborer les catégories de référence, il semble important de mettre ces valeurs à l'essai dans le modèle, puisque toutes les données postérieures à 1998 concernent le régime de faible productivité.

Ligne 94 : Il n'est pas tout à fait vrai que la survie en mer a une incidence sur la productivité lorsque la population est peu nombreuse seulement, bien que l'effet soit plus marqué à une abondance faible que lorsqu'elle est plus élevée et que les effets de la densité se font sentir.

2.3.2 Analyses du taux d'exploitation

Il convient de noter que les objectifs de conservation définis dans le plan de rétablissement du saumon coho du Fraser intérieur sont légèrement différents de ceux énoncés ici. L'objectif 1 original se situe au niveau de la zone de gestion (toutes les UC) et le niveau d'abondance globale (~ 20 000) est conçu pour atteindre l'objectif de répartition au niveau de la sous-population. L'uniformité du lien initial entre l'abondance totale et la répartition a été confirmée par Decker et ses collaborateurs (2014). Comme les auteurs l'ont indiqué, l'objectif initial (échappées totales > 20 000) est probablement plus facile à mettre en œuvre dans un cadre de modélisation ou d'analyse que les indicateurs propres aux UC.

L'objectif de conservation 2 est l'un des six objectifs à long terme possibles définis dans le plan pour le saumon coho du Fraser intérieur et l'équipe de rétablissement n'a pas indiqué de préférence pour l'un ou l'autre. Étant donné que le régime de faible productivité se poursuit depuis deux décennies, il faut peut-être revoir cette liste. Il convient également de noter que l'objectif de conservation 2 n'est pas l'objectif 2 du plan de rétablissement.

3.1 Stock-recrutement du saumon coho du Fraser intérieur

Cette section présente les résultats de l'analyse stock-recrutement et décrit divers paramètres et estimations dérivés. Toutefois, l'objet principal de cette section devrait être d'établir qu'un indice de la survie des poissons d'écloserie est un substitut utile de la productivité moyenne de la zone de gestion, conformément à l'objectif 1 du cadre de référence, ce qui justifie son utilisation dans l'établissement des indices de référence. Cela pourrait être renforcé avec des graphiques des diagnostics comprenant un graphique de R-S (ou résiduels) au niveau de la zone de gestion par rapport à l'indice de la survie ainsi que des graphiques des séries chronologiques.

L'estimation de γ pour le saumon coho du Fraser intérieur est d'environ 0,5. Cela signifie que les résiduels de R-S (effets indépendants de la densité) varient de façon non linéaire, la survie des poissons d'écloserie se rapprochant d'une fonction de racine carrée. Il serait utile d'examiner cette relation plus en détail, particulièrement en ce qui a trait aux tendances temporelles dans la relation, ainsi que l'utilisation de valeurs plus élevées associées aux données antérieures à 1998 et d'autres modèles de S-R.

La prochaine étape de l'objectif 1 consiste à décrire une méthode pour diviser l'indice des poissons d'écloserie en trois catégories, selon les exigences du Traité. Cela figure plus loin, à la ligne 418. Les auteurs ont effectivement choisi de diviser la série historique sur la survie des poissons d'écloserie en trois groupes de taille égale et d'utiliser les points médians des catégories pour définir les indices de référence. Les catégories seraient très différentes si l'analyse avait été effectuée en 1996, alors que peu d'années de faible productivité étaient disponibles. À mon avis, il serait préférable d'adopter une approche plus biologique pour établir les points de rupture des catégories, car la méthode choisie dépend entièrement des données disponibles. Par exemple, la catégorie « élevé » peut refléter les conditions antérieures à 1990 qui ont donné des valeurs de R-S plus élevées permettant des pêches dirigées, tandis que la catégorie « faible » pourrait être une fourchette où les objectifs de conservation pourraient être difficiles à atteindre, même avec les taux d'exploitation les plus faibles (< 20 %) réalisables.

Une certaine analyse de la faisabilité de la mise en œuvre est nécessaire. Par exemple, l'état est-il fondé sur l'indice des poissons d'écloserie de l'année précédente ou sur une moyenne mobile sur 3 ans (ou plus)? À quelle fréquence un changement de catégorie interviendra-t-il? Si les catégories sont trop étroites, l'état pourrait être sensible aux événements fortuits qui influent sur l'indice des poissons d'écloserie (ou à des erreurs de mesure). Les changements fréquents

d'état (sans changement correspondant de l'état biologique significatif) ne sont pas souhaitables.

Le tableau 7a est utile pour étayer la dernière partie de l'objectif 1 du cadre de référence, qui vise à déterminer le rendement des catégories proposées d'exploitation et d'indice des poissons d'écloserie par rapport à l'objectif 1 de rétablissement du saumon coho du Fraser intérieur. La mise en évidence du 50^e centile présuppose un niveau de tolérance au risque et n'est pas nécessaire puisque le tableau permet de tenir compte de toutes les tolérances au risque.

Il est sous-entendu que l'indice des poissons d'écloserie reçoit une valeur fixe fondée sur les points médians de la catégorie puisqu'il entre dans l'équation 1 pour les simulations. On se demande immédiatement si la simulation d'une fourchette de valeurs de l'indice de la survie dans la catégorie (p. ex. l'auto-amorçage des données empiriques) produirait des résultats très différents.

La corrélation entre les résiduels de S-R est très forte (figure 3), mais n'est pas intégrée dans le modèle. Des commentaires sont nécessaires sur la façon dont les résultats pourraient être touchés.

On ne sait pas clairement ce que les centiles du tableau 7 représentent (variation entre les montaisons?).

Il faut présenter les résultats pour S_{gen} et 80 % de S_{RMD} dans un tableau semblable au tableau 7a pour répondre aux objectifs 1 et 2 du cadre de référence.

S_{gen}

Les valeurs de S_{gen} pour chaque UC sont très faibles par rapport aux abondances décrites par l'objectif 1 de l'ERCFI, et elles semblent inférieures à la moyenne générationnelle la plus faible observée pour chaque UC. Il est important de noter que les évaluations de la Politique concernant le saumon sauvage intègrent habituellement des renseignements provenant d'un certain nombre de paramètres de l'abondance et de la répartition plutôt que d'un seul. Bien qu'il puisse être utile de modéliser S_{gen} pour évaluer son rendement en tant que mesure du rendement dans le système de référence proposé, il n'est pas possible de tirer des inférences relatives à l'état selon le TSP. Il est difficile d'imaginer que l'abondance totale déduite par la somme des S_{gen} propres aux UC (6 423) est un indice de référence de l'abondance pour la zone de gestion qui « donne une zone tampon substantielle entre ce niveau et un autre niveau d'abondance qui pourrait mener à une inscription en tant qu'espèce en voie de disparition par le COSEPAC.

Une analyse semblable à celle de l'objectif 1 de l'ERCFI qui a donné lieu à l'objectif d'échappées totales pourrait être utile pour S_{gen} . C'est-à-dire que la probabilité qu'une fraction des UC tombe en deçà de S_{gen} à différents niveaux d'abondance totale pourrait mener à un niveau d'échappées qui atteint le niveau de rendement souhaité pour ce paramètre. Malheureusement, cela ne peut pas être déterminé de façon empirique, car les abondances sont largement supérieures à S_{gen} . La simulation nécessitera la modélisation de la structure de corrélation des résiduels.

3.3 S-R du détroit de Georgia

445 : Il faut faire preuve d'une certaine prudence lorsqu'on laisse entendre que le ruisseau Black est typique des cours d'eau fréquentés par le saumon coho du détroit de Georgia, car certains des cours d'eau du tableau 8 ont été choisis comme lieux de recherche ou de surveillance parce qu'on les considérait comme de bonnes rivières pour le saumon coho.

471 : Zimmerman et ses collaborateurs (2015; Marine and Coastal Fisheries 7:116) présentent un résumé des données probantes indiquant que les taux de survie du saumon coho d'écloserie

sont habituellement plus faibles que ceux des saumons sauvages, bien que des analyses semblables soient disponibles dans des documents d'évaluation antérieurs du Comité d'examen des évaluations scientifiques du Pacifique et du SCCS pour le saumon coho.

474 : Le calcul rétrospectif de la production de saumoneaux à partir des montaisons des adultes est particulièrement dangereux, car il existe d'autres variantes du cycle biologique pour les saumoneaux d'un an. En particulier, les montaisons d'adultes issus de juvéniles qui migrent sous la barrière des saumoneaux en dehors de la période d'échantillonnage printanière fausseront l'analyse, bien qu'il soit possible de les trier en examinant les taux de marquage par micromarques magnétisées codées.

3.4 Simulations

496 : Comme pour le saumon coho du Fraser intérieur, on pourrait réaliser une analyse plus poussée qui confirmerait l'utilité de l'indice de survie des poissons d'écloserie comme paramètre pour définir les indices de référence établis par les objectifs du cadre de référence. Dans le cas du détroit de Georgia, on dispose des données de l'écloserie de Inch et des taux de survie des saumons sauvages des rivières Black et Salmon. Il faudrait évaluer les caractéristiques, les corrélations et les tendances temporelles de chacun, de même que la relation entre la productivité du ruisseau Black et l'indice. Comme par le passé, une évaluation biologique des indices de référence potentiels pour l'indice de la survie en mer est nécessaire pour le contraste avec l'approche purement axée sur les données.

Une analyse utile consisterait à n'utiliser qu'un seul indice de survie des poissons d'écloserie et les indices de référence pour les zones de gestion du Fraser intérieur et du détroit de Georgia.

Si le ruisseau Black est un cours d'eau moyen de saumon coho du détroit de Georgia, une gestion à son niveau fera qu'environ la moitié des autres populations n'atteindront pas les objectifs, car elles auront une productivité plus faible. Cela pourrait compromettre le but de diversité énoncé dans le Traité. Une certaine analyse des compromis associés à une approche moins tolérante au risque serait utile.

Figures

Pour éviter toute confusion, la mention « taux de survie en mer » dans les titres des figures devrait être remplacée par « indice de survie des poissons d'écloserie » ou une formulation semblable. Il faudrait apporter le même changement dans tout le texte, car il n'existe pas d'estimations de la survie en mer pour la plupart des populations cibles.

E.1.2. Examen présenté au Comité de rédaction (2 novembre) Commentaires sur Korman et Sawada, version 2

J'ai quelques réserves au sujet de certains résultats et quelques commentaires sur la révision.

Simulations rétrospectives

À mon avis, les simulations rétrospectives devraient cartographier exactement les données historiques, car il n'y a pas de sources inexplicables de mortalité dans l'analyse rétrospective – les résiduels et les taux d'exploitation de l'année sont utilisés avec une courbe de S-R et les échappées pour générer la série du recrutement. Cependant, l'examen de la figure 11 révèle que, la plupart des années, il y a un biais positif dans les valeurs de recrutement rétrospectives qui, lorsqu'on les additionne, donnent des différences marquées entre les abondances observées et simulées au niveau de la zone de gestion. Ces différences sont expliquées comme étant le résultat de la mortalité non déclarée (pêche du stock de géniteurs/pêche en estuaire), mais elles sont beaucoup plus importantes que prévu d'après les conversations avec Lynda Ritchie et un examen des taux d'exploitation par UC dans la feuille de calcul des

données. De ce fait, il y a une grande différence dans le rendement pour la conservation (zone de gestion > 20 000) pour les géniteurs observés par rapport aux géniteurs reconstitués rétrospectivement lorsqu'on utilise la série des taux d'exploitation historiques. Le but de conservation est atteint 64 % des années de la série empirique comparativement aux valeurs de plus de 90 % de la série simulée (tableau 7, en utilisant le modèle d'exploitation de 10 % et l'observation fondée sur la figure 11). Ce biais influe sur les conclusions découlant de l'analyse rétrospective et peut avoir des répercussions sur les simulations prospectives.

En inspectant le code, je remarque que les résiduels utilisés dans les simulations rétrospectives ne sont pas les résiduels déterministes résultant de l'utilisation du meilleur ajustement du modèle aux données empiriques, mais apparemment les résiduels moyens des cycles de simulation MCMC. Je me demande si, certaines années, la moyenne des essais MCMC est plus élevée que le résiduel déterministe en raison d'une certaine asymétrie dans les valeurs MCMC. Il faudrait l'évaluer.

Si c'est le cas, il faut refaire l'analyse et remplir de nouveau le tableau 7. De plus, aux fins des résultats, il devrait y avoir un énoncé aux lignes 469 pour préciser que l'augmentation du taux d'exploitation à 30 % a entraîné un changement du rendement de x %, plutôt que d'employer de vagues expressions comme « très semblable ». À en juger par la différence d'abondance entre les analyses rétrospectives de 10 et 30 %, je soupçonne qu'une fois que les résiduels non biaisés sont mis en œuvre, le rendement pour la conservation se détériorera sensiblement à un taux d'exploitation de 30 % par rapport au rendement historique. Il faut peut-être réviser le texte des lignes 470 et 691.

Simulations prospectives

Pour ce qui est des simulations prospectives, les résultats à la ligne 520 donnent à penser que le modèle, en moyenne, présente le même biais que les simulations rétrospectives. C'est-à-dire que la moyenne générationnelle des géniteurs dans le modèle avec l'exploitation moyenne historique dépasse le but de 20 000 avec une probabilité de plus de 95 %, alors que le résultat empirique est de 64 %. Bien que cette différence soit considérée comme non préoccupante (ligne 524), si la différence de 30 points de pourcentage s'étend à d'autres résultats des simulations, elle aura un effet important sur les tableaux et les figures utilisés pour déterminer les taux d'exploitation de référence.

En examinant le code, je me demande s'il y a un biais généré par l'utilisation de la moyenne des résiduels par année (MU_mu), (CU_mu); ces paramètres devraient être de 0, mais peut-être qu'un certain biais est généré par une distribution inhabituelle des résiduels ou une certaine interaction entre les paramètres S-R et l'ensemble de résiduels qui en résulte.

Une autre différence subtile pourrait être le risque de double comptage dans la génération des écarts DEV. Dans cette ligne de code (la dernière à la page 69), les écarts entre les zones de gestion et les UC sont additionnés. Étant donné que MUdev et CUdev sont générés à l'aide de la moyenne et de la variation des écarts, la moyenne des écarts propres à l'UC est également incluse dans le calcul des écarts de la zone de gestion. Est-il possible que ce processus génère un biais positif plus important dans ces écarts? Je m'attendrais à ce que CU-mu et MU-mu soient proches de 0; je me demande si MU-mu devrait être réglé à zéro. Dans tous les cas, une analyse diagnostique est nécessaire pour déterminer s'il existe un biais positif dans les écarts utilisés pour la modélisation.

Discussion

Ligne 744 : Comme je l'ai mentionné dans mon examen précédent, il faut indiquer l'hypothèse ou la limite selon laquelle pour 4 des 5 UC, une seule relation SR peut caractériser toutes les dimensions comprises dans les buts de l'ERCFI et de la Politique. Ces UC sont des

regroupements de populations indépendantes et de métapopulations, et il y a probablement des risques pour certains facteurs de la diversité lorsque l'on modélise l'UC comme une seule population homogène. Les buts de rétablissement du Fraser intérieur étaient une première tentative d'intégrer ces risques. Je ne pense pas qu'il faille qualifier cela de conflit entre le S-R et la « biologie de la conservation », mais plutôt reconnaître que le S-R ne tient compte que d'une dimension des facteurs de l'abondance et de la diversité du plan du saumon coho du Fraser intérieur et de la Politique concernant le saumon sauvage.

Commentaires divers

Section 2.2 – Tel qu'elles sont écrites, les équations S-R doivent comporter un terme d'erreur ou il faut définir un \hat{R} comme la médiane (?) des valeurs simulées (ce n'est pas ce qui est prévu).

Ligne 308 – Il n'y a pas d'objectif à long terme recommandé pour le saumon coho du Fraser intérieur, mais le plan a présenté un certain nombre de possibilités, dont 40 000 géniteurs. Il faut préciser que l'utilisation des 40 000 géniteurs est un choix fait par les auteurs pour cette analyse.

Ligne 373 – Il est vrai que les résiduels reflètent la variation non représentée par le modèle. Il convient également de noter que cette variation peut aussi inclure la variation de l'exploitation en raison d'inexactitudes dans le taux d'exploitation modélisé. Et comme les mêmes valeurs sont appliquées à toutes les UC, les erreurs dans les taux d'exploitation peuvent contribuer à la covariation entre les UC (tout comme l'indice de la survie des poissons d'éclosion) (cela s'applique également au texte de la ligne 395).

Ligne 411 – À mon avis, le recalcul des buts pour le saumon coho du Fraser intérieur sort de la portée de ce travail. Il faudrait utiliser les buts existants (et ceux examinés par le SCCS). Une revalidation des buts pour le saumon coho du Fraser intérieur devrait comprendre un bon examen de tout, compte tenu des années de données disponibles. De meilleures approches, permettant d'atteindre les buts de conservation et les objectifs de la Politique concernant le saumon sauvage, pourraient se faire jour, surtout compte tenu de tout le travail sur la Politique concernant le saumon sauvage réalisé depuis que l'équipe de rétablissement du saumon coho du Fraser intérieur a mené ses travaux.

Ligne 537 – Une probabilité de 0,25 (ou même 0,5) d'atteindre un but de conservation n'est sans doute pas pertinente pour la gestion; je dirais d'élargir la fourchette entre 0,5 et un peu plus près de 1.

Ligne 619 – Il est bien établi que le taux de survie des poissons d'éclosion est inférieur à celui des poissons sauvages, et le document de Zimmerman en fait un bon examen récent. Pourquoi ne pas citer les travaux existants sur ce point?

Ligne 648 – Que signifie « support »? Mon intuition, fondée sur les commentaires ci-dessus, serait qu'une exploitation prolongée à 40 % et plus entraînerait un rendement médiocre par rapport au but de conservation ou à d'autres mesures liées à la diversité. L'énoncé repose sur l'hypothèse de population unitaire implicite dans l'analyse S-R au niveau de l'UC. Il faudrait le réviser une fois les simulations vérifiées à nouveau.

Ligne 652 – Il n'est pas vrai que le recrutement est la somme des prises et des échappées; le recrutement est fondé sur des estimations observées des échappées gonflées par des estimations du taux d'exploitation tirées de diverses sources (pour la plupart modélisées).

La figure 12C est le mauvais ensemble de graphiques, car elle semble identique à la figure 12A.

Figure 23 – Inclure le ruisseau Black (si c'est correct) dans la légende.

Diverses coquilles aux lignes suivantes : 554 277 285

Enfin, par curiosité, je me demande s'il y a un avantage à traiter la série des taux d'exploitation de la même façon que l'indice de la survie des poissons d'écloserie, surtout si le principal extrant d'intérêt est les géniteurs, et non le recrutement. C'est-à-dire pour le modèle de Ricker :

$$S_{t+3} = S_t e^{\alpha + \gamma \log(M) + \varepsilon \text{Log}(1-ER) - \beta S_t}$$

(sans tenir compte des poissons d'âge 4 pour le moment). Il est intéressant de noter que γ prend une valeur proche de 0,5 dans le modèle; une certaine souplesse dans le paramètre du taux d'exploitation pourrait améliorer l'ajustement du modèle (en fait, on suppose actuellement que c'est 1).

E.1.3. Sommaire des révisions apportées au traitement de la composition selon l'âge dans l'analyse rétrospective du saumon coho du Fraser intérieur (17 novembre 2017)

En examinant le document de travail révisé pour l'examen du Comité de rédaction du 6 novembre, on a relevé certains problèmes concernant l'analyse rétrospective. Les écarts entre les échappées observées et modélisées étaient plus importants que prévu, compte tenu de l'explication selon laquelle ils étaient attribuables à de faibles prélèvements pour le stock de géniteurs ou les prises locales. Après quelques recherches, on a découvert que les différences étaient dues à la façon dont la structure selon l'âge de ces populations était gérée. Korman et Sawada ont suivi la même approche que celle utilisée dans Parken *et al.*, en ce sens qu'ils ont appliqué la composition moyenne selon l'âge (~90 % de poissons d'âge 3, 10 % d'âge 4) aux données sur les montaisons pour générer le tableau des géniteurs. Les simulations sont effectuées par année d'éclosion, et non par année de montaison, et les compositions selon l'âge des stocks de géniteurs diffèrent de celles des années de montaison en grande partie du fait des différences dans l'effectif de chaque cohorte. Cet effet génère également un biais qui entraîne une surestimation de la productivité parce qu'il y a souvent un biais positif dans l'abondance reconstituée des stocks de géniteurs plus petits.

On a également découvert que les poissons d'écloserie étaient inclus par inadvertance dans les estimations du recrutement, de sorte que les estimations de la productivité diminueront pour les UC ayant une production d'écloserie importante.

Un ensemble de données révisé sur le stock-recrutement a été produit pour répondre aux questions soulevées dans l'examen. Une méthode de calcul de la composition selon l'âge par année d'éclosion a été élaborée et sera présentée dans une annexe du document de travail. Les analyses dans le document seront réexécutées avec les données révisées.

Je m'attends à une légère réduction de la productivité pour toutes les UC et à une réduction plus importante pour l'UC de la basse Thompson, qui compte la plus grande proportion de poissons d'écloserie. Cela aura une certaine incidence sur le rendement en ce qui a trait aux objectifs de conservation et pourrait réduire les taux d'exploitation afin de respecter certaines tolérances au risque dans le cadre de la Commission du saumon du Pacifique (CSP).

EXAMEN INITIAL DE MIKE STALEY

Objectifs de l'examen par les pairs

Les objectifs de cet examen sont les suivants :

1. Élaborer et examiner les méthodes permettant de déterminer les points de référence des zones de gestion du saumon coho du Fraser intérieur prévus dans le TSP aux catégories d'état « faible », « modéré » et « abondant » du TSP (stock-recrutement et survie en mer), et évaluer la façon dont ils répondent aux objectifs de la Politique concernant le saumon sauvage et de l'ERCFI.
2. À l'aide de simulations, déterminer la probabilité d'atteindre les indices de référence inférieur et supérieur du S-R et de la répartition pour différents taux de survie en mer et différentes mesures de gestion de la récolte (les taux d'exploitation cibles) pour le saumon coho du Fraser intérieur.
3. Examiner les catégories d'état élaborées à partir de la méthode fondée sur la survie en mer et évaluer leur applicabilité aux zones de gestion pour lesquelles on manque de données pour le saumon coho du sud de la Colombie-Britannique (bas Fraser et détroit de Georgia).
4. Examiner et cerner les incertitudes, les limites et les risques des données et des méthodes et proposer des approches possibles pour les atténuer.

Commentaires généraux

- Le présent document de travail vise à élaborer une méthode pour déterminer des indices de référence pour la zone de gestion du saumon coho du Fraser intérieur conformément au TSP. La technologie d'ajustement du modèle et l'analyse de simulation sont à la fine pointe de la technologie. Je ne doute absolument pas de l'excellence de la qualité, mais tout résultat scientifique doit être reproduit et vérifié.
- Ce qui manque dans le présent document, c'est l'examen des données et l'indication de leurs incertitudes et limites, particulièrement en ce qui concerne les taux d'exploitation et de mortalité liés aux pêches. Les erreurs et les biais dans les projections des impacts des pêches (pouvant présenter des tendances temporelles) peuvent masquer d'autres tendances et fausser les estimations de l'exploitation et de la survie en mer.
- Bien que les estimations des frayères pour le saumon coho du Fraser intérieur semblent adéquates, elles ne sont qu'une partie du casse-tête. Les taux d'exploitation en mer et, dans une certaine mesure, dans les rivières et les taux de mortalité associés aux pêches ne sont pas bien déterminés et analysés.
- Ce travail vise à fournir des conseils aux gestionnaires sur la façon de prescrire des taux de mortalité appropriés par pêche et exploitation. Cependant, il n'existe pas d'observations directes sur les prises et les mortalités liées à la pêche de ces stocks de saumon au cours des deux dernières décennies pour la plupart des pêches. Ce document, comme d'autres, tels que ceux de Decker et ses collaborateurs et de Parkin et ses collaborateurs, s'appuie sur des projections des changements par rapport aux tendances historiques antérieures à la période analysée. Les mortalités liées à la pêche en mer sont projetées par des moyens indirects comme l'effort et les impacts hypothétiques de la réglementation, comme les limites de prises et les fermetures ponctuelles de zones.
- On n'a pas encore donné de description acceptable ou d'acceptation d'une méthode d'évaluation des impacts des pêches en mer et dans les rivières. De plus, le traitement des mortalités induites par les pêches doit être effectué conformément à (SCCS, Gestion des

pêches, Paterson *et al.*?). Par conséquent, les résultats de l'analyse présentés dans le présent document feront l'objet d'autres travaux sur les données de base sur le nombre de poissons capturés et tués.

- À tout le moins, ce document aurait dû effectuer un examen et une évaluation approfondis de la qualité de ces données. De plus, les méthodes de simulation et d'ajustement du modèle pourraient aider à examiner et à définir les risques de ces incertitudes (point 4 dans Objectifs).
- Même l'hypothèse de base de la survie en mer (utilisée comme covariable) est entachée par les incertitudes entourant ces taux d'exploitation.
- Il n'est pas acceptable de prescrire des indices de référence de taux d'exploitation fondés sur des données d'exploitation non fiables et les doutes concernant ces données. Il faut faire preuve d'une extrême prudence et d'une grande transparence.

EXAMEN PAR LE COMITÉ DE RÉDACTION – JIM IRVINE

Préambule

Le rapport est amélioré grâce au travail de révision des auteurs.

Les auteurs déclarent (lignes 723 et 724) que les décideurs doivent déterminer le modèle de stock-recrutement et les objectifs de rétablissement à utiliser, ainsi que la probabilité de conservation minimale acceptable pour l'établissement des taux d'exploitation. Il est probable que la plupart des décideurs liront (tout au plus) le résumé et l'avis scientifique. Il est d'une importance capitale que ces documents présentent un point de vue équilibré.

À mon avis, le résumé et la majeure partie de l'avis tel qu'il est rédigé actuellement ne sont pas suffisamment équilibrés, et certaines parties du texte ne sont pas appropriées pour un document scientifique. Il sera important que l'avis scientifique soit complet et équilibré, surtout parce qu'il pourrait avoir des répercussions importantes sur la gestion du saumon dans le nord-ouest du Pacifique à l'avenir.

Voici quelques de mes principales préoccupations, suivies de commentaires mineurs, parfois d'ordre rédactionnel. Je pense que ces principales préoccupations devraient être reflétées dans l'avis scientifique si elles ne sont pas traitées adéquatement par les auteurs. N'hésitez pas à les transmettre aux auteurs.

Principales préoccupations

1. Titre – insérer « Pacific Salmon Commission » entre « potential » et « reference ».
 - C'est important parce que les « points de référence » ne sont pas des points de référence de la Politique concernant le saumon sauvage du MPO, mais plutôt des indices de référence de la Politique concernant le saumon sauvage du MPO. Il s'agit d'un document du SCCS du MPO, et non d'un document de la Commission du saumon du Pacifique. Idéalement, les auteurs incluraient dans l'introduction un paragraphe expliquant la différence entre les indices de référence et les points de référence en ce qui concerne le saumon dans la région du Pacifique, peut-être en citant Holt et Irvine (2013).
2. Résumé, surtout le paragraphe 3 – À mon avis, ce paragraphe n'est pas équilibré. Pour assurer un meilleur équilibre, je suggère aux auteurs d'insérer l'énoncé commençant par « In contrast... » à la ligne 750. De plus :
 - Ligne 1 – Supprimer « very ».
 - Ligne 3 – Ajouter « recent (1998 à 2014) » avant « historical ».
 - Ligne 4 – Les données stock-recrutement sont très incertaines. Dans quelle mesure les deux points qui font fléchir la courbe sont-ils fiables? Peut-être supprimer « owing to density-dependence ».
3. Manuscrit
 - Lignes 85 à 88, phrase commençant par « We did not use... ». À mon avis, il s'agit là de spéculations qui ne devraient pas figurer dans un rapport scientifique.
 - Lignes 297 à 307. Confirmer que les essais des objectifs de conservation 1 et 2 ont été effectués au niveau de la sous-population, et non au niveau de l'UC, puis clarifier la formulation.
 - Lignes 308 et 309. Le document cite IFCRT (2006) comme indiquant que les objectifs de rétablissement à court et à long terme étaient de 20 000 et de 40 000. L'objectif « à court

terme » dans le document de l'ERCFI était en fait de 20 000 à 25 000 géniteurs sauvages. Il y avait divers objectifs à plus long terme dans le document de l'ERCFI, notamment : Ramener chacune des cinq populations dans la zone verte et rétablir chacune des cinq populations à leur niveau d'abondance historique maximal. Le document du SCCS devrait fournir une meilleure documentation.

- Ligne 493 – définir « overexploit ». Comment cet avis se compare-t-il à l'analyse ou au rapport récent du COSEPAC qui n'a pas été mentionné – s'il s'en écarte, comment et pourquoi?
- Pour mettre les choses en perspective, il faut reconnaître que les exploitations dans cette zone de gestion ont atteint jusqu'à 75 % par le passé et que les abondances (prises plus échappées) dépassaient autrefois 200 000 saumons adultes (citer l'ERCFI).
- Lignes 463 à 474. Dans quelle mesure l'état est-il sensible à l'exploitation? Qu'arriverait-il si on réduisait l'exploitation de 12 à 0 % au lieu de l'augmenter à 30 %? L'état des stocks, tel que défini par les objectifs de conservation, serait-il encore « très » semblable?
- Lignes 515 et 516 – Le MPO devrait s'inquiéter de l'état des UC, même si ce n'est pas le cas de la CSP.
- Lignes 536 à 538 et figures 19 et 20. Ces résultats sont importants. Je recommande (figure 19) que les auteurs ajoutent une courbe pour la probabilité de 0,95 % et (figure 20) qu'ils remplacent par 75 % la probabilité de 50 % d'atteindre les indices de référence de la conservation. Citer ces résultats dans le texte et étoffer le résumé en conséquence.

Préoccupations mineures

- Ligne 36 – Ajouter « Pacific Salmon Commission » avant « reference ».
- Ligne 40 – Remplacer « South Coast » devrait se lire « Southern BC ».
- Lignes 41 et 42 – « The IFC MU has relatively reliable stock recruitment data for all its CU's ». Je ne pense pas que ce soit correct, je suggère de supprimer la phrase.
- Ligne 46 – « benchmarks » mal orthographié.
- Ligne 49 – Ajouter « SoG » après « MU » à la fin de la phrase.
- Ligne 55 – Remplacer « no » par « limited ». Il **existe** des données sur le stock-recrutement pour le bas Fraser (p. ex. rivière Salmon). Les auteurs ont choisi de ne pas les examiner, ou peut-être qu'elles n'ont pas été fournies, probablement parce qu'elles sont un peu dépassées.
- Ligne 90 – « no wild indicator » : les indicateurs pour la rivière Salmon (Langley) et la haute Pitt étaient des indicateurs des poissons sauvages. On a coupé les fonds permettant de maintenir ces programmes. Il existe des publications. Pourquoi ne pas mentionner les études/données? Énoncé incorrect tel qu'il a été donné.
- Lignes 79 à 106. Dans leur récent article, Zimmerman et ses collaborateurs ont conclu que les taux de survie des populations de saumon coho dans la mer des Salish étaient covariables, y compris le ruisseau Black, et différaient de ceux des populations à l'extérieur de la mer des Salish (p. ex. COIV, côte de l'Oregon, fleuve Columbia). Cela s'explique par le fait que les « populations intérieures » entrent dans un milieu marin très différent de celui des « populations extérieures ». En quoi cela diffère-t-il de ce que Korman et Tompkins ont trouvé? Je ne comprends pas comment Josh et Joel peuvent conclure que le ruisseau Black n'est pas représentatif de la zone de gestion du détroit de Georgia.

-
- Ligne 267 – Insérer « recent » avant « historical ».
 - Lignes 275 et 276 – pourquoi seulement 4 années (2012 à 2015) pour alimenter la simulation? Est-ce que cela limitera la variabilité et pourrait biaiser les résultats de la simulation prospective?
 - Ligne 285 – Supprimer « many ».
 - Ligne 308 – Remplacer « long » par « longer » et fournir les unités. Les objectifs à long terme étaient beaucoup plus ambitieux que 40 000 géniteurs.
 - Lignes 463 à 474 – Les auteurs sont-ils convaincus que ce mécanisme était la mortalité compensatoire? Si 95 % des saumoneaux qui migrent en mer meurent et que vous réduisez l'exploitation des 5 % restants de 30 à 12 %, il sera difficile de voir les avantages pour la population, mais ils seront positifs.
 - Lignes 470 et 473 – Supprimer « similar ». À mon avis, il n'est pas approprié de dire que les résultats sont semblables à quelque chose qui n'a pas été publié ou examiné (Parken et Richie).
 - Ligne 513 – « long-term » devrait être « longer-term ».
 - Ligne 519 (et ailleurs, veuillez faire une recherche) – Insérer « recent » avant exploitation.
 - Ligne 524 – « not concerning ». Pour qui? Supprimer « not concerning ». Remplacer « upper » par « higher ». Le fait est qu'il y avait des buts plus ambitieux dans le document sur le rétablissement, de sorte que la sémantique est importante ici.
 - Ligne 554 – « a number » est un terme trop vague pour être utilisé dans la rédaction scientifique.
 - Ligne 635 et ailleurs (veuillez chercher) – Supprimer « very ».
 - Ligne 659 – Une exploitation de seulement 4,4 % pour le saumon coho du ruisseau Black n'est pas réaliste, à mon avis. Le chiffre doit être plus élevé. Peut-être que les mortalités des prises avec remise à l'eau n'ont pas été correctement estimées? Certains des ensembles de données que j'ai vus présentent les exploitations canadiennes comme des exploitations totales – je ne connais pas cet exemple, ni la source des données. Nous avons estimé l'exploitation du saumon coho du détroit de Georgia dans nos analyses pour les analyses de Zimmerman et elles étaient semblables (si je me souviens bien) aux stocks d'écloserie dans le détroit de Georgia.
 - Lignes 671 à 673. Phrase commençant par « It may be more ... ». Cela est inexact. La figure 13 montre que le déclin de la survie a commencé avec l'année d'éclosion 1991. La figure 17 dans ERCFI montre que les exploitations ont diminué en 1997. La documentation décrit bien que les taux de survie du saumon coho diminuaient bien avant que les exploitations soient réduites. En fait, nous avons été sévèrement critiqués pour avoir « agi trop lentement » en réponse aux déclin. La section Discussion comporte beaucoup de spéculations qui, à mon avis, ne sont pas justifiables dans un document examiné par les pairs.
 - Lignes 691 à 693. Que signifie « marginally »? Comme il a été mentionné précédemment, dans quelle mesure l'état est-il sensible à l'exploitation? Et si l'exploitation était réduite à 0 %? L'état changerait-il, alors?
 - Lignes 696 à 699. À mon avis, le fait que la plus grande partie de la variation des échappées depuis 1998 soit attribuable à celle de la survie de l'état de saumoneau à l'état

d'adulte est une « vision éblouissante de l'évidence même » plutôt qu'un résultat important et potentiellement controversé. Je ne crois pas qu'il soit approprié de dire que la fermeture coûteuse des pêches commerciales pendant près de 20 ans a procuré peu d'avantages sur le plan de la conservation. Si notre but est d'assurer la persistance de la zone de gestion, c'est probablement vrai. À mon avis, les auteurs s'écartent trop dans le domaine des politiques.

- Ligne 708 – Insérer « some » avant « conservation ».
- Ligne 709 (et ailleurs) – Éviter d'utiliser « a number » (trop vague).
- Lignes 707 à 729 – Pourquoi mettre l'accent sur l'objectif de conservation 1.5 (1^{er} paragr.) et 50 % de probabilité (2^e paragr.)? Comme il a été mentionné plus tôt, je propose de fournir une fourchette de probabilités qui comprendrait 95 %.
- Lignes 735 et 736 – Je pense qu'il « existe » des données disponibles, mais elles ne sont pas utilisées ici.
- Lignes 736 à 739 – « The only defensible conclusion ... ». Je ne pense pas que l'analyse ait été suffisante pour en arriver à cette conclusion. Les auteurs peuvent arriver à cette conclusion, mais la signification de « dommages » n'est pas claire.
- Ligne 747 – Remplacer « are sustainable » par « will persist ».
- Lignes 750 à 752. Énoncé commençant par « In contrast... ». Bon point – Pourquoi ce sentiment n'est-il pas exprimé dans le résumé?
- Ligne 782 – Bailie doit être Baillie.
- Références – Parken et ses collaborateurs ont-ils terminé leur article et peuvent-ils être cités? Pourquoi ne pas faire référence à l'analyse et au rapport récents du COSEPAC?

EXAMEN PAR LE COMITÉ DE RÉDACTION – RICHARD BAILEY

Commentaires généraux

Merci aux auteurs d'avoir entrepris une série complète de nouvelles analyses, dans le sens demandé par le petit groupe de rédaction convoqué à la réunion de septembre du SCCS à Nanaimo. Beaucoup d'efforts ont été faits pour répondre aux demandes d'harmonisation de l'approche de stock-recrutement avec la biologie du saumon coho du Fraser intérieur. En particulier, l'étude des modèles qui éliminaient la surcompensation et des modèles qui intégraient l'effet dépensatoire, bien qu'il soit intéressant de noter que les auteurs ont alors déployé des efforts considérables pour discréditer ces modèles parce qu'ils ne correspondaient pas aux observations aussi bien que les modèles de Ricker plus conventionnels. Les auteurs font remarquer que d'autres documents sur le S-R du saumon coho n'ont pas permis de trouver des preuves de la surcompensation. Encore une fois, il est peut-être bon de noter que les deux points de données qui font en sorte que les modèles appuient l'idée de la surcompensation se sont produits au cours d'années de productivité ultra-faible, ce qui, selon Hawkshaw et ses collaborateurs, pourrait représenter un 3^e régime de productivité « extra-faible ». Cette faible productivité n'était pas seulement dans le milieu marin, mais aussi dans l'eau douce, et n'était donc pas prise en compte par la covariable de la survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte pour les poissons d'écloserie.

Un autre commentaire sur le contraste entre la biologie de la conservation et la modélisation S-R a trait à la tentative de déterminer la probabilité d'atteindre divers objectifs de conservation définis par l'équipe chargée du rétablissement du saumon coho du Fraser intérieur (ERCFI). Les objectifs établis par l'ERCFI reflètent la nature dispersée des frayères disponibles pour chaque sous-population et population (=UC). Il peut être approprié ou non d'appliquer les principes du stock-recrutement à de grands groupes de poissons séparés dans l'espace lorsqu'il est très possible que les géniteurs ne réussissent pas à s'accoupler ou même à trouver des partenaires à des échappées plus faibles. La dispersion de moins de 1 000 poissons dans les milliers de kilomètres du Fraser et de ses affluents au-dessus des rapides de la rivière Bridge fera probablement en sorte que les poissons en montaison ne trouveront pas de partenaires réceptifs avant d'être eux-mêmes trouvés par leurs prédateurs. D'autres chercheurs ont documenté l'effet dépensatoire chez le saumon coho du Fraser intérieur, malgré les tentatives des auteurs de ne pas reconnaître qu'elle se produit (Chen, Irvine et Cass, CJFAS 2002).

Dans l'ordre des travaux énumérés dans la note de service de M. Thiess :

- À l'heure actuelle, l'analyse ne peut pas intégrer les produits des processus connexes du SCCS tant que ces processus ne sont pas terminés. Espérons que le code sera disponible pour réexécuter efficacement ces analyses une fois que l'on pourra intégrer ces produits.
- D'autres travaux sont proposés pour les ZPH dans l'EE de la limite sud de la CSP. On connaîtra les propositions retenues à la fin de l'hiver.
- Ce travail est censé guider d'éventuels changements aux régimes de pêche...
- Difficile de commenter la vraisemblance d'une approche liée à la survie en mer. Il est très difficile de mesurer la survie en mer avec une grande fiabilité et, à de si faibles niveaux de survie, de petits changements (+/- 0,1 %) peuvent avoir une influence profonde sur la disponibilité des surplus récoltables. En l'absence de prédicteurs solides de la survie en mer, une approche prudente pourrait être la seule option pour les gestionnaires. De plus, les deux points très bas sur le graphique de recrutement étaient probablement attribuables à une survie très faible en eau douce (et non à une forme quelconque de surcompensation

dépendante de la densité!), ainsi qu'à de mauvaises conditions marines. La productivité de nombreuses autres populations de saumoneaux d'un an (comme le saumon quinnat 4₂ et 5₂ du Fraser) a également été très faible productivité en eau douce ces mêmes années, et l'utilisation des poissons d'écloserie comme substitut pour refléter la survie en mer ne fournira aucune information pour analyser les conditions anormalement mauvaises (non moyennes) en eau douce qui sont au moins en partie attribuables à des phénomènes climatiques marins. Par conséquent, une approche fondée uniquement sur la survie en mer pourrait ne pas reconnaître ces types d'événements, mais cela peut être sans importance si le taux d'exploitation fixé est très faible pour les deux catégories inférieures.

- Changement dans le titre : Effectué conformément à la demande.
- Le tableau des incertitudes relatives aux données et les descriptions doivent encore être mis à jour pour le détroit de Georgia. Le tableau des incertitudes du saumon coho du Fraser intérieur est maintenant en place. Il est encore difficile de déterminer dans quelle mesure on peut faire confiance aveuglément aux analyses S-R compte tenu des incertitudes énumérées, y compris la manière dont les données sur le recrutement sont dérivées et les problèmes inhérents aux données des micromarques magnétisées codées utilisées pour estimer la survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte.
- La documentation de l'exercice de modélisation de la simulation et les résultats ont été améliorés. Les résultats sur le plan de la conservation étaient-ils vraiment tellement semblables entre les trois modèles de Ricker que seul le modèle standard avec la covariable de la survie en mer a été utilisé? Il est certain que l'on avait beaucoup plus de chance d'atteindre l'indice de référence supérieur avec les modèles sans surcompensation, surtout que l'état d'équilibre du stock pour ces modèles est d'environ 60 000. Aucun tableau n'est présenté pour comparer les résultats des modèles avec l'objectif supérieur de conservation 2. De même, étant donné que l'effet dépensatoire a été documenté, les auteurs ne devraient-ils pas examiner le rendement pour la conservation à l'aide du modèle de l'effet dépensatoire?
- Il y a une différence entre les objectifs de conservation, les indices de référence pour délimiter les fourchettes des états et les points de référence de gestion pour gérer les pêches de la CSP. Même s'ils sont apparentés, ils sont différents. L'ERCFI a défini leur limite inférieure (objectif de conservation) à >50 % des sous-populations de chaque population comptant plus de 1 000 géniteurs. C'est tout. Pas comme atteindre cet objectif 50 ou 75 % du temps. C'est ainsi qu'elle a défini la limite inférieure. Si vous utilisez une méthode de régression logistique, déterminez le taux d'exploitation qui respecte la limite inférieure de l'ERCFI 95 % du temps. De même, bien que les résultats de la simulation décrits indiquent qu'il n'est pas possible d'atteindre de façon fiable la limite supérieure (toutes les sous-populations >1 000 ou zone de gestion > 40 000), ce n'est pas vrai en réalité. Nous avons atteint la limite supérieure à plusieurs reprises, et l'exécution des simulations à l'aide du modèle de Ricker sans surcompensation peut permettre de comprendre que c'est possible. Si ce n'est pas le cas, le modèle ne représente pas ce qui se passe réellement dans la vraie vie! Il doit y avoir une raison pour laquelle nous voyons une lignée persistante avec des échappées de plus de 50 000. Encore une fois, aucun tableau n'est présenté pour mettre en contraste le rendement du modèle dans l'atteinte de l'objectif supérieur, probablement parce qu'elle n'est réalisable qu'avec des modèles qui sont discrédités!
- De même, si vous utilisez un modèle fondé sur la surcompensation, il est peu probable d'atteindre 16 000 géniteurs dans la Thompson Sud, mais si vous éliminez la surcompensation, cela devient certainement très probable!

ANNEXE F : RÉVISIONS DU DOCUMENT DE RECHERCHE

Les auteurs ont accepté d'apporter les révisions suivantes avant la publication du document de recherche :

1. Changement dans le titre : Cadre d'évaluation de possibles points de référence de la **Commission du saumon du Pacifique** pour l'état de la population et les taux d'exploitation autorisés correspondants pour les unités de gestion du saumon coho du détroit de Georgia et du fleuve Fraser.
2. Inclure une description plus détaillée des données utilisées dans le tableau 1 : les sources de données, les années couvertes, les mesures directes ou indirectes, les références et les changements dans la qualité ou les méthodes des données au fil du temps. Envisager une annexe avec les données brutes utilisées dans l'analyse, comme les taux d'exploitation, les taux de survie et les données ayant servi pour le tableau 8.
3. Ajouter les tableaux XXa (saumon coho du Fraser intérieur) et XXb (détroit de Georgia) décrivant les sources d'incertitude et de biais (d'après Decker *et al.* 2014). Les responsables des données du secteur devront fournir des renseignements et des mises à jour au besoin (les mises à jour pour le détroit de Georgia seront fournies par Pieter VanWill).
4. Améliorer l'uniformité de la terminologie :
 - a. Survie de l'état de saumoneau à l'état d'adulte et non-survie « en mer » [Fait]
 - b. « Exploitation » et non « récolte » (que faire pour la récolte maximale durable?)
 - c. Changer les catégories d'état « faible/moyen/élevé » en « faible/modéré/abondant ».
5. Ajout de texte :
 - a. Inclure une explication supplémentaire de l'exercice de modélisation de la simulation (dans le cadre du travail de nouvelle analyse).
 - b. Inclure une discussion supplémentaire sur le choix de l'objectif de conservation/de la mesure du rendement. Évaluer quel est l'indice de référence biologique le plus approprié, et pourquoi. [Suggestion d'utiliser URMD au lieu de Ugen, comme dans Holt *et al.* 2009].
 - c. Démontrer la corrélation entre les indices de la survie des poissons sauvages et d'écloserie en mer.
 - d. Étoffer la section sur l'incertitude : Souligner l'incertitude considérable aux niveaux faibles d'échappées en raison de données insuffisantes.
 - e. Inclure une section de conclusion et de recommandations, en harmonisant les principaux points avec l'avis scientifique.
 - f. Reformuler le texte (autour de la ligne 767) au sujet de la « lacune » dans les catégories d'état du TSP dans le document de recherche.
 - g. Tenir compte des révisions supplémentaires notées dans l'examen de Jim Irvine pour le comité de rédaction.
 - h. Inclure des sous-titres dans la section de discussion, y compris « Considérations relatives à la mise en œuvre ».
 - i. Texte sur la surveillance et l'évaluation nécessaires pour guider adéquatement les travaux futurs, comme dans Decker *et al.*

-
6. Analyses/présentation graphique :
- a. Nouveaux tableaux 8 et 9 ajoutés (trois sous-tableaux chacun; un tableau pour chaque combinaison de modèle S-R et d'objectif de conservation); indications fournies sur la résolution, l'échelle et la présentation.
 - b. Ajouter un exemple d'utilisation des tableaux 8 et 9 dans le document de recherche en utilisant 75 % comme exemple, envisager un ombrage ou des lignes de séparation en gras.
 - c. À des fins d'exhaustivité, il faudrait ajouter un tableau équivalent aux tableaux 8/9 pour l'objectif de conservation à long terme de 40 000 de l'ERCFI dans le document de recherche et l'avis scientifique.
 - d. Étiqueter les points avec les années sur la figure 14.