



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 2022/018**

**Région du Pacifique**

**Compte rendu de l'examen par les pairs de la région du Pacifique sur les estimations de points de référence biologiques pour le stock de saumon chinook du cours principal du fleuve Yukon d'origine canadienne**

**Du 18 au 20 janvier 2022**  
**Réunion virtuelle**

**Présidente : Erika Anderson**  
**Rapporteuse : Jill Campbell**

Pêches et Océans Canada  
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 978-0-660-43020-1 N° cat. Fs70-4/2022-018F-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 les estimations de points de référence biologiques pour le stock de saumon chinook du cours principal du fleuve Yukon d'origine canadienne; du 18 au 20 janvier 2022. Secr. can. des avis sci. du MPO. Compte rendu 2022/018.

### **Also available in English:**

DFO. 2022. *Proceedings of the Pacific regional peer review on Estimates of Biological Benchmarks for the Canadian-origin Yukon River mainstem Chinook Salmon Stock Aggregate; January 18-20, 2022. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2022/018.*

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE .....	iv
INTRODUCTION .....	1
DISCUSSION GÉNÉRALE .....	2
THÈMES LIÉS À L'OBJECTIF 1 DU CADRE DE RÉFÉRENCE .....	2
THÈMES LIÉS À L'OBJECTIF 2 DU CADRE DE RÉFÉRENCE .....	6
THÈMES LIÉS À L'OBJECTIF 3 DU CADRE DE RÉFÉRENCE .....	6
THÈMES LIÉS À L'OBJECTIF 5 DU CADRE DE RÉFÉRENCE .....	8
SUJETS DE DISCUSSION GÉNÉRALE .....	10
CONCLUSIONS.....	11
REMERCIEMENTS .....	11
RÉFÉRENCES .....	11
ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE .....	12
ESTIMATIONS DE POINTS DE RÉFÉRENCE BIOLOGIQUES POUR LE REGROUPEMENT DE STOCKS DE SAUMON CHINOOK DU COURS PRINCIPAL DU FLEUVE YUKON D'ORIGINE CANADIENNE .....	12
ANNEXE B : RÉSUMÉ DU DOCUMENT DE TRAVAIL .....	16
ANNEXE C : ORDRE DU JOUR.....	18
ANNEXE D : LISTE DES PARTICIPANTS .....	20
ANNEXE E : EXAMENS .....	21
EXAMINATEUR OFFICIEL : MATT CATALANO (UNIVERSITÉ AUBURN, ALABAMA, ÉTATS-UNIS).....	21
EXAMINATEUR OFFICIEL : BEN STATON (EXPERT-CONSEIL INDÉPENDANT) .....	24
EXAMINATEUR OFFICIEL : JOEL HARDING (PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES SALMONIDÉS DU MPO).....	32
RÉSUMÉ DES EXAMENS DES PARTICIPANTS .....	35
ANNEXE F : TABLEAU DES RÉVISIONS.....	37

---

## SOMMAIRE

Le présent compte rendu résume les discussions pertinentes et les principales conclusions de la réunion d'examen régional par les pairs organisée par le Secrétariat canadien des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO), qui a eu lieu du 18 au 20 janvier 2022 en vidéoconférence. Le document de travail portant sur les estimations de points de référence biologiques pour le regroupement des stocks de saumon chinook du cours principal du fleuve Yukon d'origine canadienne a été présenté pour examen par les pairs.

En raison de la pandémie de COVID-19, les rencontres en présentiel ont été limitées et un format virtuel pour cette réunion a été adopté. Y ont participé des membres du personnel de la Direction des sciences et de la Direction générale de la gestion des pêches du MPO, ainsi que des représentants du Conseil des Premières Nations du Yukon, des Premières Nations de Selkirk, de la Yukon First Nations Salmon Stewardship Alliance, de la National Oceanic and Atmospheric Administration, du Fish and Wildlife Service des États-Unis, du ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska, de la Fondation du saumon du Pacifique, de l'Université Auburn et de l'Université de l'Alaska.

Les conclusions et avis découlant de cet examen seront présentés sous la forme d'un avis scientifique fournissant des avis à l'intention du Secteur du Yukon et des cours d'eau transfrontaliers de l'Unité des traités et des pêches du MPO, et serviront à orienter les recommandations subséquentes sur la gestion des pêches pour satisfaire aux obligations des traités ou obligations internationales et aux engagements relatifs à l'approche de précaution.

Cet avis scientifique et le document de recherche à l'appui seront publiés sur le site Web du [Secrétariat canadien des avis scientifiques](#).

---

## INTRODUCTION

Une réunion d'examen régional par les pairs du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) de Pêches et Océans Canada (MPO) a eu lieu du 18 au 20 janvier 2022 via une plateforme de réunion en ligne (Zoom) afin de passer en revue le document de travail sur les estimations de points de référence biologiques pour le regroupement des stocks de saumon chinook du cours principal du fleuve Yukon d'origine canadienne.

Le cadre de référence de cet examen scientifique (annexe A) a été élaboré en réponse à une demande d'avis émanant du Secteur du Yukon et des cours d'eau transfrontaliers de l'Unité des traités et des pêches du MPO. L'avis d'examen scientifique et les conditions de participation ont été envoyés au personnel de la Direction des sciences et de la Direction générale de la gestion des pêches du MPO ainsi qu'aux représentants possédant une expertise pertinente provenant du Conseil des Premières Nations du Yukon, des Premières Nations de Selkirk, de la Tanana Chiefs Conference, de la Yukon First Nations Salmon Stewardship Alliance, de la National Oceanic and Atmospheric Administration, du Fish and Wildlife Service des États-Unis, du ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska (Division des pêches commerciales), du ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska (Division des pêches récréatives), de la Bering Sea Fishermen's Association, de l'Association of Village Council Presidents, de la Sustainable Salmon Alliance, de la Fondation du saumon du Pacifique, de l'Université de l'Alaska et de l'Université Auburn.

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

Connors, B.M., Cunningham C., Bradley C.A., Hamazaki T. et Liller, Z.W. 2021. Estimates of biological benchmarks for the Canadian-origin Yukon River mainstem Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) stock aggregate. Document de travail du CASP 2013SAL02

La présidente de la réunion, Erika Anderson, souhaite la bienvenue aux participants, passe en revue le rôle du SCAS dans la prestation d'avis évalués par les pairs et donne un aperçu général du processus du SCAS. La présidente discute du rôle des participants, de l'objet des diverses publications qui seront issues de la présente réunion d'examen régional par les pairs (avis scientifique, compte rendu et document de recherche), définit ce que l'on entend par l'atteinte de décisions et d'avis consensuels, et présente le processus en vue d'atteindre ce consensus. Chaque personne est invitée à participer pleinement aux discussions et à faire part de ses connaissances tout au long du processus, dont le but est de formuler des conclusions et des avis qui sont défendables sur le plan scientifique. Tous les participants confirment qu'ils ont reçu des copies du cadre de référence, des documents de travail, des examens écrits et de l'ordre du jour.

La présidente passe en revue l'ordre du jour (annexe C) et le cadre de référence de la réunion, souligne les objectifs et nomme Jill Campbell comme rapporteuse. Elle passe ensuite en revue les règles de base et le processus de discussion de la réunion, en rappelant aux participants que cette réunion constitue un examen scientifique et non une consultation. La réunion s'est déroulée par vidéoconférence, où des conversations orales et écrites ont été menées. On rappelle que tous les participants à la réunion sont sur un pied d'égalité et que l'on s'attend à ce que chacun contribue pleinement au processus d'examen en faisant part de toute information ou question concernant le document de travail faisant l'objet des discussions. Au total, 26 personnes ont participé à la réunion (annexe D).

Des examens officiels détaillés ont été demandés à Matt Catalano (Université Auburn, Alabama, É.-U.), Ben Staton (expert-conseil indépendant) et Joel Harding (Programme de mise

---

en valeur des salmonidés du MPO). Ces examinateurs formuleront des commentaires pendant la réunion afin de faciliter le processus d'examen par les pairs. En outre, tous les participants devaient examiner le document de travail, et les principaux sujets qu'ils ont soulevés seront présentés au groupe (voir l'annexe E pour les trois examens officiels et un résumé des examens des participants).

Les conclusions et avis découlant de cet examen seront présentés sous la forme d'un avis scientifique à l'intention du Secteur du Yukon et des cours d'eau transfrontaliers de l'Unité des traités et des pêches du MPO, et serviront à orienter les recommandations subséquentes sur la gestion des pêches pour satisfaire aux obligations des traités ou obligations internationales et aux engagements relatifs à l'approche de précaution. L'avis scientifique et le document de recherche à l'appui seront publiés sur le site Web du [Secrétariat canadien des avis scientifiques](#).

## **DISCUSSION GÉNÉRALE**

Après une présentation des auteurs, la présidente fournit un résumé des examens des participants. Les trois examinateurs officiels — Matt Catalano (Université Auburn, Alabama, États-Unis), Ben Staton (expert-conseil indépendant) et Joel Harding (Programme de mise en valeur des salmonidés du MPO) — formulent des commentaires et posent des questions sur le document de travail. Un temps est accordé aux auteurs pour répondre aux examinateurs à tour de rôle avant que la discussion soit ouverte à tous les participants. Ce document de compte rendu résume les discussions qui se sont tenues par objectif du cadre de référence, les points d'éclaircissement présentés par les auteurs dans leurs présentations et les questions et commentaires soulevés par les examinateurs et les participants étant consignés dans les sujets appropriés.

## **THÈMES LIÉS À L'OBJECTIF 1 DU CADRE DE RÉFÉRENCE**

### **Diagnostic d'ajustement de modèle aux données**

Les examinateurs demandent aux auteurs de générer une représentation graphique des résidus d'ajustement de modèle aux données afin de déterminer s'il existe des tendances temporelles ou une covariance évidente entre les systèmes qui pourraient justifier une analyse plus approfondie ou une interférence de biais. Les auteurs présentent une série de graphiques des résidus et le groupe détermine qu'une autocorrélation pouvait se produire dans certains ensembles de données sur les affluents, mais cela n'est pas considéré comme une préoccupation majeure. Les déviations négatives semblent plus nombreuses à la fin de la série chronologique pour certains affluents, mais on ne pense pas que cela signifie une entorse à l'hypothèse de stationnarité du modèle. Un examinateur souligne que l'analyse de sensibilité selon une approche de type « leave one out » ne permet pas non plus de conclure qu'une série chronologique individuelle de données sur les géniteurs des affluents influence fortement les estimations de la taille de la remonte des saumons d'origine canadienne.

Ces représentations graphiques et le texte permettant d'interpréter les résultats qui en découlent seront inclus à l'annexe C du document de recherche.

### **Lacunes dans les données, biais et leurs conséquences**

Les auteurs présentent un tableau d'analyse qualitative de certains biais connus ou potentiels, indiquant le degré possible de biais, et si ce biais est susceptible d'entraîner une surestimation ou une sous-estimation de la taille de la remonte des saumons d'origine canadienne ou de la productivité géniteurs-recrues.

---

Les auteurs ajouteront ce tableau à l'annexe B du document de recherche et incluront des lignes sur la sous-estimation des captures des Premières Nations canadiennes et la mortalité pendant la montaison au Canada. Ils ajouteront également une colonne indiquant les répercussions de chaque biais sur  $G_{RMD}/G_{max}$ .

Un participant précise qu'aucune étude sur les captures des Premières Nations n'a été réalisée depuis le début des années 2000 et que d'autres travaux à ce sujet devraient être effectués, mais avec le soutien des communautés ou sous leur direction.

### **Hypothèses du modèle**

Un examinateur demande une définition plus explicite des hypothèses (p. ex., les erreurs d'observation sont indépendantes du temps, les erreurs d'observation sont indépendantes du projet) ainsi qu'une évaluation pour savoir si elles ont été respectées et, dans le cas contraire, ce que cela signifierait pour les extraits du modèle.

Les auteurs ajouteront une clarification dans le texte du document de recherche.

### **Intégration du modèle de reconstitution des montaisons et du modèle des relations géniteurs-recrues**

L'approche adoptée dans cette analyse pour intégrer ces deux modèles diffère de ce qui se fait habituellement. Certains examinateurs ne sont pas certains que l'approche adoptée ici soit vraiment « intégrée » et se demandent pourquoi les deux modèles estiment la taille de la remonte de saumons d'origine canadienne au lieu d'utiliser une seule estimation. Un examinateur déclare que la façon dont les auteurs ont expliqué l'intégration des modèles dans leur présentation a permis de répondre à leurs préoccupations et que, puisque les deux modèles suggèrent des estimations comparables de la taille de la remonte, cette approche semble efficace. Selon eux, une intégration complète des deux modèles représenterait un travail considérable, et n'est pas nécessaire.

Les auteurs ajouteront de l'information dans le document de recherche pour justifier leur approche et mieux expliquer comment les modèles s'intègrent.

### **Utilisation et traitement des données de dénombrement des poissons de l'écloserie de Whitehorse**

Un examinateur se questionne sur la raison pour laquelle cet ensemble de données a été inclus puisqu'il est influencé par la production de l'écloserie. On pourrait s'attendre à ce que la dynamique stock-recrutement ne soit pas comparable à celle des populations sauvages. Les auteurs répondent que l'ensemble de données a été pondéré dans cette optique, que les estimations d'abondance du modèle se sont vu attribuer des coefficients de variation élevés, que les tendances des estimations d'abondance sont semblables aux tendances des estimations d'abondance détectées à la station de surveillance Eagle, et que l'analyse de sensibilité selon une approche de type « leave one out » n'a pas soulevé d'inquiétude quant à l'inclusion de cet ensemble de données. Le rapport technique (Pestal *et al.* sous presse) contient plus d'information sur cet ensemble de données.

Les auteurs modifieront l'annexe B du document de recherche afin de discuter davantage de cet ensemble de données et des efforts entrepris pour s'assurer que son inclusion est justifiée.

### **Prise en compte de la mortalité pendant la montaison**

Le modèle ne tient pas compte directement de la mortalité pendant la montaison, ce qui préoccupe un participant étant donné que les stocks en question parcourent des distances

---

exceptionnellement longues. Ce participant constate des liens potentiels entre la mortalité pendant la montaison et la diminution de l'âge à la maturité, la réduction de la taille de la masse d'œufs des femelles, le biais lié au sexe et l'augmentation de la température des rivières. Deux composantes de la mortalité pendant la montaison sont discutées : la mortalité entre les sonars des stations Pilot et Eagle et la mortalité pendant la montaison ou avant la fraie au Canada qui a des répercussions sur les estimations des échappées. Comme la mortalité pendant la montaison n'est pas prise en compte, il est possible que les abondances globales des géniteurs soient surestimées, ce qui entraîne une sous-estimation de la productivité et des points de référence biologiques. Le groupe discute de la question de savoir s'il existe des données permettant de calculer des estimations de la mortalité pendant la montaison au Canada (p. ex., en voyant si les résidus des ajustements aux données sur les échappées sont corrélés aux températures des cours d'eau). Il a toutefois été déterminé que les ensembles de données des projets sur les échappées au Canada ne sont pas assez robustes ou d'une durée assez longue pour effectuer ces calculs. De plus, comme de nombreuses populations d'affluents sont de petite taille, des échantillons génétiques de plus grande taille devraient être prélevés lors de la pêche d'essai à la station de sonar Eagle pour déterminer toute différence d'abondance entre la station Eagle et les affluents. Un participant fait remarquer qu'au cours des années de stress élevé, il semble que le moment du retour dans certains des affluents canadiens soit retardé et que le nombre de poissons qui reviennent soit moins élevé. Ces facteurs pourraient aider les modélisateurs à explorer la mortalité pendant la montaison au Canada dans des travaux futurs.

Le groupe insiste sur la nécessité de disposer de données de surveillance à long terme pour toutes les questions de recherche hautement prioritaires, car les ensembles de données irréguliers ne donnent pas souvent les résultats requis pour comprendre pleinement ces systèmes.

Dans le document de recherche, les auteurs clarifieront la façon dont le modèle traite la mortalité pendant la montaison; celle-ci sera incluse dans le tableau de biais qui figurera à l'annexe B, et ce sujet sera défini comme un besoin de recherche futur. Elle pourrait également être définie comme une priorité importante dans une future évaluation des stratégies de gestion.

### **Considérations liées à l'habitat**

Certains des participants auraient aimé voir des *a priori* liés à l'habitat dans le modèle géniteurs-recrues, et signalent que Chuck Parken (MPO) a élaboré des modèles d'habitat basés sur des modèles géniteurs-recrues qui pourraient être appropriés. Un auteur précise que ces modèles sont basés sur la taille des bassins versants et les relations avec les estimations de  $G_{RMD}$ , et que les données ne sont probablement pas disponibles. Cependant, il s'agit là de travaux ultérieurs d'importance. D'autres ont soutenu l'auteur, affirmant qu'il est important de comprendre les productivités entre les unités de conservation (UC) au sein du regroupement des stocks canadiens, car cela entraîne des répercussions sur les décisions de gestion.

Les auteurs mentionneront que des recherches futures sur les mesures de la capacité de charge basées sur l'habitat de fraie seront menées afin de mieux informer la modélisation des relations géniteurs-recrues.

### **Correction du biais log-normal sur alpha**

Les corrections du biais log-normal sur le paramètre alpha sont couramment appliquées; cependant, ici, les auteurs ont effectué une analyse (annexe F), en utilisant un paramètre alpha non corrigé. Un participant affirme qu'il n'est pas nécessaire d'inclure l'analyse utilisant un alpha antérieur non corrigé, déclarant dans son commentaire écrit :

---

« Je ne pense pas que la distinction entre l'estimation selon une approche fréquentiste et l'estimation par la méthode de Baye justifie l'application de la correction du biais log-normal dans l'une et pas dans l'autre, malgré les arguments de Stow *et al.* (2006). L'algorithme de Bayes fournit la distribution prédictive des *a posteriori*, tandis que l'approche fréquentiste donne l'estimateur du maximum de vraisemblance de la valeur prédite; ils prédisent tous deux le même point. Pour l'approche bayésienne, lorsque les *a priori* ne sont pas informatifs, l'estimateur du maximum de vraisemblance correspond à la médiane des *a posteriori*; il n'y a donc pas vraiment de sens à appliquer un ajustement log-normal à l'une et pas à l'autre. Cependant, les évaluations des pêches ciblant des espèces autres que les saumons incluent la correction du biais directement dans la vraisemblance au lieu d'un ajustement *post-hoc* du paramètre alpha (références ci-dessus). Dans ce cas, l'équation 28 serait ajustée pour inclure le terme  $-\sigma^2/2(1-\phi^2)$ , de sorte que l'alpha qui est ensuite estimé dans l'algorithme d'estimation est un peu plus élevé que l'alpha original. C'est l'approche qui a été appliquée dans l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique. L'idéal serait d'utiliser cette approche plutôt que celle du *post-hoc*. »

Il est convenu que les auteurs retireront cette analyse du document de recherche et toute référence à Stow *et al.* 2006, et qu'ils supprimeront l'annexe F.

### **Corrélation des erreurs d'observation des échappées**

Deux types de corrélation des erreurs d'observation des échappées ont été relevés : la corrélation entre les affluents et l'autocorrélation au sein d'un affluent. Les participants indiquent qu'il serait utile d'approfondir la discussion sur ces erreurs et les facteurs qui peuvent entraîner ces corrélations dans le document. Parmi les exemples de facteurs évoqués par le groupe, citons les changements dans le temps qui pourraient influencer les observations des relevés aériens, comme la visibilité de l'eau ou la couverture des arbres, le moment des crues, le moment de la dévalaison des juvéniles, les débits élevés qui limitent l'utilisation de pièges à poissons, de pièges rotatifs ou de fascines, l'érosion des berges qui limite le placement de pièges rotatifs ou de fascines.

Dans le document de travail, les auteurs reconnaîtront que ces corrélations n'ont pas été explorées et fourniront une justification de cette omission; ils les définiront comme un domaine de travail ultérieur.

### **Justification de l'exclusion de données potentiellement informatives**

Un participant s'inquiète du fait que les données des projets sur les échappées des affluents Teslin, Pelly et Klondike n'ont pas été incluses dans cette analyse. Les auteurs indiquent que l'information sur ces ensembles de données se trouve dans le rapport technique (Pestal *et al.*, sous presse), et ils présentent des diapositives montrant ces ensembles de données. Les séries chronologiques de ces projets sont très courtes, c'est pourquoi leurs données n'ont pas été incluses dans l'analyse. Compte tenu de la qualité des données de la station de sonar Eagle et du fait que cette recherche se concentre sur le regroupement des stocks et non sur les affluents individuels ou les UC, ces ensembles de données n'ont pas fourni beaucoup d'information supplémentaire.

Les auteurs fourniront des éclaircissements sur les données utilisées, en faisant référence à Pestal *et al.* (sous presse), si nécessaire.

Cette discussion souligne également l'importance d'ensembles de données robustes et à long terme et leur remarquable valeur pour évaluer correctement les réseaux.

---

## **Inclusion des stocks américains**

Un participant demande pourquoi les données sur les stocks américains ont été conservées dans les modèles et si la suppression de cette information aurait une influence sur les valeurs de référence ou réduirait les intervalles de confiance, ce qui pourrait les rendre plus utiles. Les auteurs précisent que les données sur les stocks des cours inférieur et moyen ont permis de mieux prendre en compte d'autres ensembles de données qui renseignent sur la taille des stocks canadiens (comme le sonar de la station Pilot, les captures américaines et l'identification génétique des stocks). La suppression de ces projets peut réduire artificiellement les intervalles de confiance, alors que leur prise en compte fournit une représentation plus réaliste de l'incertitude.

## **L'ordre des captures et des échappées dans le cours moyen du fleuve**

Un examinateur se demande si l'ordre dans lequel le modèle tient compte des captures et des échappées dans le cours moyen du fleuve a une incidence sur les extrants du modèle. Il n'est pas clair dans le document si l'on suppose que toutes les captures ont lieu directement en mont de la station Pilot et que les échappées se font après ce point. Les auteurs répondent que l'ordre ne devrait pas avoir d'importance puisque le modèle permet un simple exercice comptable : les échappées propres au stock sont égales à l'abondance propre au stock moins les captures propres au stock. Cependant, les auteurs ne supposent pas que toutes les captures ont lieu directement en amont de la station Pilot, mais plutôt qu'elles ont lieu en amont de la station Pilot et en aval des projets d'échappée aux affluents.

Les auteurs fourniront des précisions sur la façon dont le modèle tient compte des captures et des échappées dans le cours moyen du fleuve. Les auteurs étudieront également la possibilité d'actualiser la carte pour mieux l'indiquer.

## **THÈMES LIÉS À L'OBJECTIF 2 DU CADRE DE RÉFÉRENCE**

### **L'utilisation de $G_{\text{gén}}$ n'est pas appropriée pour un regroupement de stocks**

Plusieurs participants affirment que le point de référence biologique  $G_{\text{gén}}$  reçoit une interprétation particulière dans la Politique concernant le saumon sauvage et que son estimation par rapport au regroupement des stocks est incompatible avec la signification de  $G_{\text{gén}}$ . Afin de pouvoir utiliser ce point de référence biologique, les auteurs voudraient s'assurer que toutes les composantes de population sont supérieures à  $G_{\text{gén}}$ , par exemple pour obtenir un point de référence limite. Cependant, cela dépasse largement le cadre de ces travaux et la disponibilité des données. Il a été déterminé que  $G_{\text{gén}}$  n'était pas une exigence du cadre de référence, car il n'est cité qu'à titre d'exemple d'un point de référence biologique qui pourrait être exploré. Il n'y a aucune conséquence à le retirer du document.

Toute mention de  $G_{\text{gén}}$  sera supprimée du document de recherche.

## **THÈMES LIÉS À L'OBJECTIF 3 DU CADRE DE RÉFÉRENCE**

### **Justification préalable, diagnostics et sensibilité**

Les examinateurs et les participants s'intéressent à la proximité de certaines estimations de paramètres de modèles par rapport aux limites de leurs *a priori*. Les auteurs indiquent que les distributions des *a priori* étaient un héritage de la façon dont ces modèles étaient définis dans le passé. Les auteurs présentent des histogrammes des *a priori* et *a posteriori* du paramètre K pour chaque affluent afin de démontrer cette préoccupation au groupe. La distribution asymétrique de certains des *a priori* du paramètre K pour les affluents peut indiquer que les

---

données du sonar Eagle et du filet rotatif ne renseignent pas les *a priori* ou, au contraire, que ces données indiquent que l'*a priori* est exact. Il est suggéré d'assouplir les limites de distribution et d'exécuter à nouveau le modèle pour déterminer si les extrants en sont modifiés. Toutefois, les auteurs précisent que cela pourrait entraîner des problèmes de convergence du modèle. Un examinateur souligne que l'examen des valeurs de vraisemblance pour les *a priori* pourrait permettre de savoir si les *a priori* et les données indiquent la même valeur, bien qu'il ne recommande pas aux auteurs de recourir à cette étape. Un auteur relève que les valeurs *a priori* ont été calculées sur une échelle logarithmique, ce qui peut affecter la façon dont elles paraissent sur les graphiques. Cependant, si les *a priori* suggéraient des valeurs différentes de celles des données, les prédictions du modèle n'auraient pas été en mesure de parcourir la série chronologique. Puisque le modèle a pu fonctionner tout au long de la série chronologique, cela indique que les échelles du paramètre K sont probablement appropriées, ce qui est confirmé par le fait que les prédictions du modèle sont effectuées au cœur des données. De même, l'analyse de sensibilité selon une approche de type « leave one out » n'a pas indiqué de problèmes d'ajustement du modèle aux données.

Les auteurs justifieront les limites de la distribution des paramètres du modèle et incluront la figure qu'ils ont présentée et qui montre comment les distributions *a priori* et *a posteriori* du paramètre K varient pour les affluents canadiens.

Un examinateur s'interroge sur le fait que la manière dont le paramètre K est incorporé dans le modèle fait en sorte qu'on lui accorde très peu de poids. On suggère d'utiliser un autre *a priori*,  $1/K_i \sim \text{uniforme}(0,1)$ , ce qui donnerait plus de poids à ce paramètre et répondrait également au problème des limites de la distribution dont on a discuté précédemment.

Les auteurs reconnaîtront cette autre méthode de calcul du paramètre K dans le document de recherche et fourniront une justification supplémentaire de son utilisation.

### **Taille effective d'échantillon — proportions de captures**

Un examinateur remarque qu'il semble y avoir un biais positif entre les données de composition selon l'âge et les ajustements du modèle de captures dans le cours inférieur du fleuve pendant la première partie de la série chronologique (voir les figures C5 et F2a), mais il ne voit aucune discussion à ce sujet dans le document. Les auteurs précisent qu'ils ont cherché à capturer les tendances chronologiques de la composition selon l'âge tout en ne forçant pas le modèle à s'adapter parfaitement à ces données étant donné leur manque de confiance dans les données historiques. En raison du manque de données antérieures à 1995, le modèle peut estimer des récoltes plus élevées pendant la partie la plus ancienne de la série chronologique, ce qui se traduirait alors par une augmentation de la taille des remontes antérieures. Les auteurs effectuent une analyse de sensibilité en examinant la taille des échantillons des données historiques par rapport aux données récentes afin d'étudier ces préoccupations. Ils expliquent également que dans le modèle, la taille effective d'échantillon de la composition des stocks de pêche sert uniquement à permettre l'estimation de la mortalité par pêche. Ce paramètre sans contrainte ne devrait pas avoir un effet important sur les extrants du modèle. L'examineur et les auteurs débattent des conséquences de la pondération de l'ensemble des données de composition selon l'âge des captures dans le cours inférieur du fleuve dans le modèle géniteurs-recrues sur les extrants du modèle, mais ils concluent qu'en fin de compte, cette question n'a pas de conséquence majeure sur les résultats du modèle.

Les auteurs fourniront un contexte dans le document de recherche pour indiquer que les effets de la taille effective d'échantillon pour la composition des stocks selon la pêche sur les extrants du modèle sont considérés comme minimes. Ils peuvent se référer à l'annexe D du rapport

---

technique (Pestal *et al.* sous presse) qui traite de l'historique de l'identification des stocks et de l'analyse selon l'âge pour fournir un contexte supplémentaire.

### **Forme structurelle du modèle sur les relations géniteurs-recrues**

Les participants craignent que la façon dont la dépendance à la densité est traitée dans le modèle géniteur-recrutement ne soit pas biologiquement pertinente pour ce regroupement de stocks. Il est noté que la longue durée de migration de ces stocks peut être un facteur limitant plus important que la survie des œufs et de la progéniture en raison des limitations de la dépendance à la densité dans les cours d'eau natals. Un examinateur fait remarquer que dans le fleuve Columbia, la dépendance à la densité entre les géniteurs et les juvéniles dans les cours d'eau natals n'est pas une préoccupation puisque les juvéniles peuvent se déplacer en aval. Un participant affirme qu'un effort futur pour définir la dynamique de recrutement des populations individuelles serait très utile pour comprendre la production totale et informer les analyses des objectifs d'échappée. Les auteurs relèvent ce même point et le soulignent dans le document de travail. Cette meilleure compréhension de l'écologie du réseau pourrait également avoir des répercussions sur la relation géniteurs-recrues et permettre de déterminer le meilleur modèle géniteurs-recrues à utiliser pour décrire le réseau. Un autre sujet soulevé concerne le fait que ce modèle regroupe de nombreuses populations, chacune ayant ses propres abondance et productivité, ce qui pourrait ne pas être précis à ce niveau de regroupement. Les auteurs ont relevé ce problème dans le document de travail et expliquent la raison pour laquelle il ne pouvait pas être abordé pour le moment ainsi que les exigences liées aux données nécessaires. Une discussion a eu lieu sur la façon dont les différents modèles géniteurs-recrues peuvent avoir une incidence sur les résultats, les modèles de Ricker, de Beverton-Holt et en bâton de hockey étant évoqués. Cependant, un auteur fait remarquer que la principale limite du modèle d'analyse du recrutement des stocks est le manque de données, et non le type de modèle géniteurs-recrues utilisé. Les participants notent qu'une éventuelle évaluation des stratégies de gestion pourrait explorer les effets des différents modèles géniteurs-recrues sur les abondances des projections prospectives.

Les auteurs indiqueront l'existence d'autres modèles géniteurs-recrues, mais qu'ils n'ont pas exploré d'autres formes de relation géniteurs-recrues que celles des modèles de Ricker et de Beverton-Holt. Ils reconnaîtront que l'exploration d'autres modèles géniteurs-recrues pourrait constituer des travaux ultérieurs d'importance dont les retombées se répercuteront sur les simulations prospectives de l'abondance des stocks.

## **THÈMES LIÉS À L'OBJECTIF 5 DU CADRE DE RÉFÉRENCE**

### **Contextualiser l'incertitude quant aux points de référence biologiques dans l'avis**

Les examinateurs et les participants estiment que la section de discussion ne met pas suffisamment en contexte les incertitudes liées au modèle et à l'analyse de sensibilité d'une manière qui pourrait mieux soutenir les décideurs. Plus précisément, les participants demandent plus de contexte concernant les lacunes dans les données, la façon dont les incertitudes cumulatives peuvent avoir une incidence sur les résultats du modèle, la signification de ces incertitudes pour les décideurs, et ce que ces résultats peuvent ou non aborder ou informer. Cependant, les participants ne considèrent pas que la discussion de ces incertitudes minerait la confiance dans les résultats globaux. Les auteurs précisent que ce travail n'est qu'une étape d'un ensemble plus vaste à venir, et que par conséquent, fournir un contexte dans l'introduction sur la place de cette recherche dans l'ensemble aiderait à situer les lecteurs.

Les auteurs ajouteront des renseignements contextuels sur les incertitudes et les mises en garde soulevées ainsi que le contexte global de cette recherche dans le cadre plus large.

---

## Diversité des sous-stocks

Tout au long de la réunion, il est question du fait que le regroupement des stocks canadiens est composé de populations distinctes aux écologies diverses et que ce point devrait être davantage souligné dans le document. Un participant note que le calcul de points de référence sur des stocks regroupés comporte fréquemment le risque de nuire à ces petites populations. Un participant conseille aux auteurs de fournir suffisamment de contexte aux gestionnaires dans la discussion en indiquant que ces points de référence ne tiennent pas compte de la diversité ou des préoccupations propres aux stocks, que certains stocks peuvent être moins en mesure de soutenir certains objectifs d'échappée que d'autres, et que les objectifs et les décisions de gestion gagneraient à inclure ceux qui seraient touchés par ces objectifs et ces décisions dans le processus décisionnel. Les auteurs déclarent qu'ils ont discuté du contexte des décisions de gestion dans le document de travail et qu'il n'est pas de leur ressort de faire intervenir toutes les parties qui peuvent être touchées dans le processus décisionnel.

Les auteurs fourniront des détails supplémentaires sur le cycle vital et la biologie des stocks regroupés dans l'introduction et peuvent mentionner que les particularités des populations individuelles ne sont pas prises en compte dans leur analyse. Toutefois, la modélisation propre à chaque population pourrait être définie comme des travaux ultérieurs d'importance.

## Paramètres de population variant dans le temps

Certains participants remettent en question l'hypothèse selon laquelle la productivité est un paramètre stationnaire. Les auteurs disent ne pas disposer d'indications claires pour choisir une période sur laquelle établir la moyenne des points de référence de la productivité. Ils signalent que les avis divergent sur la question de savoir s'il faut gérer en fonction de l'état moyen ou de l'état actuel, et si les stocks sont gérés en fonction de l'état actuel, à quelle fréquence les objectifs d'échappée doivent être réévalués. Un autre participant déclare que si les modèles variant dans le temps indiquent des changements potentiels dans la productivité, cela ne doit pas nécessairement se traduire par des changements dans les objectifs d'échappée, car il existe d'autres approches à long terme que les gestionnaires peuvent envisager. La productivité variant dans le temps et la meilleure façon de l'incorporer dans les modèles et les décisions de gestion ont été définies comme un domaine de travaux ultérieurs.

Les participants demandent aux auteurs s'ils ont envisagé de permettre une variation de la productivité dans le temps dans le modèle ou s'ils ont songé à tronquer les données. Les auteurs ont exploré l'estimation de la productivité variant dans le temps (comme un processus de marche aléatoire) sur les extrants du modèle de base. Les auteurs n'ont pas tronqué les données; cependant, pour déterminer les conséquences des changements dans la démographie du stock de géniteurs, ils ont examiné la première décennie, la dernière décennie et les estimations moyennes de la série chronologique du  $G_{RMD}$  et du  $G_{max}$  dans l'analyse de la qualité des échappées.

Certains participants étaient très préoccupés par le fait qu'il existe des preuves que le régime a récemment été modifié, potentiellement en raison du changement climatique, du stress migratoire ou des changements démographiques, ce qui pourrait également se répercuter sur la dynamique du recrutement. Plus précisément, les échappées de 2020 et 2021 étaient extrêmement faibles dans certains affluents canadiens, mais les données de ces années n'ont pas été incluses dans cette analyse. On craint que le passé ne soit plus un bon indicateur de l'avenir et qu'il faille faire preuve de prudence. Les participants s'inquiètent également du fait que les points de référence explorés ici ne sont peut-être pas les meilleurs pour gérer ces actions à l'avenir.

---

Les auteurs recommanderont que les processus de population variant dans le temps soient inclus dans les travaux ultérieurs (p. ex., extensions de la qualité des échappées, évaluation des stratégies de gestion).

## **SUJETS DE DISCUSSION GÉNÉRALE**

### **Renseignements complémentaires sur la biologie des stocks et les activités de pêche**

Un participant mentionne que certains lecteurs pourraient ne pas être familiers avec la biologie du saumon chinook du fleuve Yukon ou avec l'historique des travaux effectués sur ses populations. Il est recommandé aux auteurs d'aborder cette question dans l'introduction du document de recherche.

### **Définitions de la terminologie et utilisation cohérente**

**Cours principal** : Ce terme semble indiquer qu'il s'agit d'un groupe né dans le cours principal, ce qui n'est pas le cas. Les auteurs précisent que cette terminologie provient de l'Accord sur le saumon du fleuve Yukon et du Comité du fleuve Yukon. Ils clarifieront le terme et préciseront la façon dont les stocks sont représentés dans ce terme (p. ex., le stock de la rivière Porcupine).

**Population, remonte, stock** : Ces termes doivent être clairement définis, car ils semblent parfois être utilisés de manière interchangeable dans le document. Le terme « stock » est souvent utilisé pour désigner soit une population reproductrice individuelle, soit une unité de gestion (qui peut être un regroupement de plusieurs populations reproductrices). Par conséquent, l'utilisation du terme « regroupement » peut refléter davantage ce qui est modélisé que les termes « stock » ou « population ». Les auteurs définiront clairement les termes qu'ils utilisent dans l'introduction du document de recherche. Ils reconnaîtront également que les processus biologiques se déroulent à une échelle plus fine que celle que le modèle est en mesure de saisir.

**Objectif de passage transfrontalier contre objectif d'échappée** : Un examinateur déclare qu'il croit qu'en général, et pas nécessairement dans ce document, ces deux termes sont utilisés de manière interchangeable, mais qu'ils ne font pas référence à la même chose. Il précise que dans toutes les analyses antérieures, y compris celle-ci, on suppose que le passage transfrontalier moins les captures canadiennes correspond à l'échappée, ce qui constitue une simplification excessive. Aucune analyse (y compris celle-ci) ne prend en compte la mortalité pendant la montaison au Canada. L'effet recherché est toutefois une estimation plus prudente des points de référence. L'objectif d'échappée de géniteurs (fixé par le Comité du fleuve Yukon) et la partie de captures canadiennes (précisée dans le Traité sur le saumon du Pacifique) sont deux paramètres distincts. La partie de captures canadiennes n'est pas nécessairement toujours incluse dans la mesure de l'échappée à la frontière.

### **Intervalle de réévaluation des points de référence**

Une discussion a eu lieu sur la fréquence à laquelle cette analyse devrait être menée à nouveau. Des participants suggèrent une réévaluation sur une échelle de temps générationnelle (cinq à sept ans), dans les cas où l'abondance des échappées semble changer radicalement, lors de modifications de la méthodologie d'évaluation, d'améliorations des méthodologies statistiques d'évaluation des stocks de saumon ou de modifications des méthodologies de traitement des données. Le calendrier doit également tenir compte des raisons de gestion pour la réévaluation. Un participant signale que si les données sont disponibles, l'évaluation devrait être menée à l'échelle de la population ou de l'UC et additionnée plutôt qu'à l'échelle du

---

regroupement des stocks. Le groupe reconnaît que la détermination d'un calendrier n'entre pas dans le cadre des présents travaux, mais qu'il s'agit d'un travail ultérieur important. La fréquence de l'évaluation pourrait être étudiée dans le cadre d'un futur processus d'évaluation des stratégies de gestion.

Les auteurs ajoutent que l'Accord sur le saumon du fleuve Yukon précise la façon dont les réévaluations seront déterminées et que le Comité technique mixte examine cette question chaque année.

## **CONCLUSIONS**

Les participants à la réunion conviennent que le document de travail répond à tous les objectifs indiqués dans le cadre de référence. Le document de travail est accepté avec des révisions mineures (voir l'annexe E pour le tableau des révisions proposées, certaines révisions suggérées n'ont pas suscité de discussion et ne sont donc pas mentionnées ci-dessus).

## **REMERCIEMENTS**

Nous apprécions le temps que tous les participants ont consacré au processus de la réunion d'examen régional par les pairs. Nous remercions en particulier les examinateurs officiels, Matt Catalano (Université Auburn, Alabama, États-Unis), Ben Staton (expert-conseil indépendant) et Joel Harding (Programme de mise en valeur des salmonidés du MPO) pour leur temps et leur expertise. Nous remercions également Jill Campbell qui a agi en tant que rapporteuse.

## **RÉFÉRENCES**

Pestal, G., Mather, V., West, F., Liller, Z., and Smith, S. (In press). Review of available abundance, age, and stock composition data useful for reconstructing historical stock specific runs, harvest, and escapement of Yukon River Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*), 1981-2019. Fisheries and Oceans Canada Technical Report.

---

## ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE

### ESTIMATIONS DE POINTS DE RÉFÉRENCE BIOLOGIQUES POUR LE REGROUPEMENT DE STOCKS DE SAUMON CHINOOK DU COURS PRINCIPAL DU FLEUVE YUKON D'ORIGINE CANADIENNE

Examen par les pairs régional — Région du Pacifique

Du 18 au 20 janvier 2022

Réunion virtuelle

**Président(e) : Erika Anderson**

#### Contexte

En 2002, le Canada et les États-Unis ont confirmé le contenu du chapitre sur le fleuve Yukon du Traité sur le saumon du Pacifique (1985), dans lequel l'objectif d'échappée établi pour les saumons chinooks du fleuve Yukon d'origine canadienne était de 33 000 à 43 000 géniteurs. On avait établi cet objectif d'échappée en fonction de la compréhension de la dynamique du stock et des mesures d'évaluation précises de l'époque. Depuis, les mesures d'évaluation et les données connexes sont devenues plus informatives et plus exhaustives, ce qui a entraîné des variations de l'objectif d'échappée de géniteurs au cours des deux dernières décennies. On a toujours considéré que les objectifs d'échappée de géniteurs révisés étaient de nature provisoire jusqu'à ce qu'un examen exhaustif puisse être réalisé et que l'Accord sur le saumon du fleuve Yukon puisse être mis à jour pour refléter un nouvel objectif. On a mené diverses analyses de la dynamique du stock liées à des considérations sur l'objectif d'échappée (Sandone 2010; Jones *et al.* 2012; Bue et Hamazaki 2014; Hamazaki et Decovich 2014; Jones *et al.* 2018), mais aucun examen exhaustif n'a été effectué en entier dans le cadre des activités menées conjointement par le Canada et les États-Unis.

Le comité technique mixte est formé de diverses entités canadiennes et américaines (y compris Pêches et Océans Canada [MPO]); il fournit du soutien technique au Comité du fleuve Yukon. Le comité technique mixte est chargé d'examiner les techniques d'évaluation existantes, d'étudier de nouvelles façons de déterminer l'abondance totale de la remonte et de l'échappée, et de formuler des recommandations sur les meilleurs objectifs d'échappée de géniteurs. En outre, selon les recommandations du comité technique mixte, le Comité du fleuve Yukon pourrait recommander, de temps à autre, des objectifs d'échappée de géniteurs aux fins de mise en œuvre par les entités de gestion des gouvernements du Canada et des États-Unis (le MPO et le ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska), et il pourrait réviser les objectifs d'échappée de géniteurs concernant des stocks reconstitués.

En avril 2019, le comité technique mixte a communiqué sa décision d'entreprendre un examen quantitatif de l'objectif d'échappée pour le stock de saumon chinook d'origine canadienne parce que le Comité du fleuve Yukon avait exprimé son désir d'étudier la possibilité d'établir un objectif d'échappée fondé sur des données biologiques pour ce stock. À titre de première étape essentielle, le comité technique mixte a créé un groupe de travail bilatéral formé d'experts de l'évaluation et de la gestion du saumon chinook du fleuve Yukon, ainsi que de spécialistes de la modélisation de la dynamique des populations de saumons. Le groupe de travail a été chargé d'examiner les données disponibles, d'élaborer des modèles statistiques et d'estimer les points de référence biologiques clés dans le but d'orienter les recommandations liées aux objectifs d'échappée.

Au nom du comité technique mixte du Comité du fleuve Yukon, le Secteur du Yukon et des cours d'eau transfrontaliers de l'Unité des traités et des pêches du MPO a demandé à la

---

Direction des sciences du MPO de fournir un avis sur les estimations de points de référence biologiques pour le stock de saumon chinook du cours principal du fleuve Yukon d'origine canadienne. L'évaluation réalisée comprendra une analyse et un avis concernant ces points de référence biologiques. Les méthodes utilisées pour l'évaluation des points de référence biologiques feront référence aux approches et aux critères élaborés précédemment (voir Holt 2009a, Holt 2009b, Grant 2011, Fleischman et McKinley 2013). L'avis découlant de l'examen par les pairs régional du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) servira à orienter les recommandations subséquentes sur la gestion des pêches pour que les obligations internationales et liées à des traités ainsi que les engagements concernant l'[approche de précaution](#) soient respectés. Plus précisément, on a besoin d'un avis sur les points de référence biologiques afin de s'assurer que les estimations sont adéquates pour l'orientation des recommandations futures destinées au Comité du fleuve Yukon concernant des objectifs d'échappée conformes à l'approche de précaution du MPO (Pêches et Océans Canada 2009), aux nouvelles exigences découlant des modifications apportées à la *Loi sur les pêches* du Canada en 2019 (L.R.C. 1985, ch. F-14) et aux politiques sur la pêche durable du saumon (Policy for the Management of Sustainable Salmon Fisheries) et sur les objectifs d'échappée du saumon (Policy for Salmon Escapement goals) de l'État de l'Alaska.

## Objectifs

Le document de travail suivant sera examiné et servira de fondement aux discussions et à l'avis sur les objectifs précis décrits ci-dessous.

*Auteurs à déterminer.* Estimates of Biological Benchmarks for the Canadian-origin Yukon River Mainstem Chinook Salmon Stock Aggregate. *Document de travail du CASP 2013SAL02*

Voici les objectifs précis du document de travail concernant le stock de saumon chinook du fleuve Yukon d'origine canadienne.

1. Mettre au point un modèle bayésien intégré de type état-espace pour la reconstitution des montaisons qui présente les relations géniteurs-recrues, puis l'ajuster aux données disponibles.
2. Calculer les estimations de points de référence biologiques (p. ex.,  $G_{RMD}$ ,  $G_{eq}$ ,  $G_{max}$ ,  $G_{gen}$ ) ainsi que les profils connexes (p. ex., de rendement, de recrutement et de surpêche).
3. Consigner et examiner les conséquences d'hypothèses méthodologiques et de données clés liées à la pondération des données, aux biais associés aux données, aux distributions *a priori* et à la structure du modèle.
4. Étudier, dans la mesure du possible compte tenu des données disponibles, la sensibilité des points de référence biologiques aux changements de la qualité de l'échappée (p. ex., fécondité totale et masse des œufs) au fil du temps.
5. Fournir des lignes directrices sur les considérations clés pour les prochaines étapes afin de déterminer un objectif d'échappée ainsi que des recommandations pour les futures analyses et les projets de recherche visant à les approfondir davantage.

## Publications prévues

- Avis scientifique
- Compte rendu
- Document de recherche

---

## Participation prévue

- Comité du fleuve Yukon, comité technique mixte et organisations connexes
- Pêches et Océans Canada
- Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
- Fish and Wildlife Service des États-Unis
- Milieu universitaire
- Intervenants et collectivités ou organisations autochtones

## Références

- Alaska Board of Fisheries. 2000. [Policy for the Management of Sustainable Salmon Fisheries](#). 5 AAC 39.222.
- Alaska Board of Fisheries. 2001. [Policy for Statewide Salmon Escapement Goals](#). 5 AAC 39.223.
- Bue, B.G., and Hamazaki, T. 2014. Yukon river Chinook salmon run reconstruction. Final Report to the U.S. Fish and Wildlife Service Office of Subsistence Management Study 10-200, Anchorage.
- Fleischman, S.J., and McKinley, T.R. 2013. Run reconstruction, spawner-recruit analysis, and escapement goal recommendation for late-run Chinook salmon in the Kenai River. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Manuscript Series No. 13-02, Anchorage.
- Grant, S.C.H., MacDonald, B.L., Cone, T.E., Holt, C.A., Cass, A., Porszt, E.J., Hume, J.M.B., and Pon, L.B. 2011. [Evaluation of uncertainty in Fraser Sockeye \(\*Oncorhynchus nerka\*\) Wild Salmon Policy status using abundance and trends in abundance metrics](#). DFO. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/087. viii + 183 p.
- Hamazaki, T. and Decovich, N. 2014. Application of the Genetic Mark-Recapture Technique for Run Size Estimation of Yukon River Chinook Salmon. North American Journal of Fisheries Management 34:276-286.
- Holt, C.A. 2009a. [Evaluation of benchmarks for Conservation Units in Canada's Wild Salmon Policy: technical documentation](#). DFO. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/059. xii + 50 pp.
- Holt, C.A., Cass, A., Holtby, B., and Riddell, B. 2009b. [Indicators of status and benchmarks for Conservation Units in Canada's Wild Salmon Policy](#). DFO. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/058. vii + 74 pp.
- Jones M., Volk, E., Adkison, M., Bue, B., Fleischman, S., Munro, A., and Catalano, M. 2012. [AYK-SSI Escapement Goal Expert Panel: Phase 2](#). Final report submitted to: Arctic Yukon Kuskokwim Sustainable Salmon Initiative.
- Jones M.L., Truesdell, S., Syslo, J., Catalano, M.J., and Fleischman, S. 2018. [Developing tools to evaluate management strategies for sustainable exploitation of Yukon River Chinook Salmon](#). 2011 Arctic-Yukon-Kuskokwim Sustainable Salmon Initiative Project Final Product.
- Loi sur les pêches, [Lois révisées du Canada](#) (1985, c. F-14).
- Pêches et Océans Canada. 2005. [La politique du Canada pour la conservation du saumon sauvage du Pacifique](#). Vancouver, C.-B. 34 pp.

---

Pêches et Océans Canada. 2009. [Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution.](#)

Sandone G. J. 2010. Exploratory Analysis: Yukon River Canadian Origin Chinook Salmon Escapement Database Construction and Escapement Goal Development. University of Alaska Fairbanks, Rasmuson Library, call number SH167.C47 S36 2010 ALASKA

---

## ANNEXE B : RÉSUMÉ DU DOCUMENT DE TRAVAIL

Le bassin du fleuve Yukon est l'un des plus grands bassins de rivière à saumon au monde, et le saumon chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) du fleuve a historiquement alimenté les pêches commerciales, de subsistance et autochtones en Alaska et au Canada. En 2002, le Canada et les États-Unis ont finalisé le chapitre sur le fleuve Yukon du Traité sur le saumon du Pacifique, lequel fixe un objectif d'échappée de géniteurs du saumon chinook du fleuve Yukon d'origine canadienne. Cet objectif d'échappée a été révisé au fil du temps, mais a toujours été considéré comme étant de nature provisoire, jusqu'à ce qu'une analyse et un examen complets des données disponibles puissent être effectués, et que l'Accord sur le saumon du fleuve Yukon puisse être mis à jour.

Un modèle intégré de reconstitution des montaisons et des relations géniteurs-recrues, adapté aux données (1981-2019) de divers projets d'évaluation, qui évalue le passage dans le cours principal, les captures, les échappées dans les affluents, les proportions dans les stocks et la composition selon l'âge, a été élaboré dans un seul cadre d'estimation bayésien. La composante de la reconstitution des montaisons du modèle a permis de reconstituer les captures et les échappées historiques pour trois regroupements de stocks de saumons chinooks : ceux des cours inférieur, moyen et supérieur (Canada) du bassin du fleuve Yukon. Les principales quantités évaluées par la composante des relations géniteurs-recrues du modèle ne s'appliquaient qu'au stock canadien et comprenaient la productivité intrinsèque de la population et l'ampleur de la dépendance à la densité à l'intérieur du stock, à partir desquelles des points de référence biologiques et des inférences sur le rendement et le recrutement prévus pour une plage d'échappées futures de géniteurs ont été obtenus.

Nous avons constaté que le regroupement des stocks de saumons chinooks du Yukon d'origine canadienne est modérément productif, avec un taux de survie en corrélation positive d'une année à l'autre, qui était supérieur à la moyenne dans les années 1980, variable dans les années 1990, inférieur à la moyenne dans les années 2000, et qui a depuis augmenté pour revenir à la moyenne à long terme au cours de la dernière décennie. La taille du stock à l'équilibre ( $G_{\text{éq}}$ ) a été estimée à 111 131 (IC : 81 595 – 252 704), l'abondance des géniteurs prévue pour optimiser le rendement maximal durable ( $G_{\text{RMD}}$ ) a été estimée à 43 364 (29 764 – 97 664) et l'abondance des géniteurs prévue pour maximiser le recrutement ( $G_{\text{max}}$ ) a été estimée à 70 834 (40 638 – 192 642).

La composition selon l'âge des saumons chinooks femelles et, dans une moindre mesure, la proportion de femelles dans la population de géniteurs, ont diminué au fil du temps. Ces changements démographiques ont entraîné une baisse de la production reproductive par poisson, de sorte que pour le même nombre de géniteurs, les premières années (années 1980) ont produit un nombre d'œufs ou une masse totale d'œufs supérieurs à la moyenne, alors que les dernières années (années 2010) ont produit un nombre d'œufs et une masse totale d'œufs inférieurs à la moyenne. Nous avons adapté le modèle intégré de type état-espace pour la reconstitution des montaisons qui présente les relations géniteurs-recrues pour tenir compte de ces changements, et l'abondance des géniteurs prévue pour maximiser le rendement ou le recrutement a été estimée en moyenne 13 % et 18 % plus élevée, respectivement, au cours des dernières années que dans notre analyse de base qui ne tenait pas compte des changements démographiques dans les échappées.

Nos analyses fournissent une base quantitative sur laquelle on peut s'appuyer pour recommander un objectif d'échappée, mais elles n'en prescrivent pas. Par conséquent, nous décrivons les principales considérations à prendre en compte lors de l'élaboration d'un objectif d'échappée sur la base de l'information fournies notamment : la définition du contexte décisionnel et du ou des buts de l'objectif d'échappée, la détermination de l'ampleur du risque

---

acceptable (c.-à-d. la tolérance au risque) de ne pas atteindre les objectifs fixés, et la définition des principales incertitudes pour aider à fonder le degré de précaution à prendre lors de l'établissement d'un objectif d'échappée en présence d'information imparfaite.

Nous concluons par des recommandations pour les travaux ultérieurs. Il s'agit notamment d'un examen plus complet des conséquences des changements démographiques dans le stock de géniteurs et d'une réflexion explicite sur les compromis entre les taux de capture et les objectifs d'échappée, prévus pour maximiser le rendement global (ou le recrutement) et le risque pour les populations individuelles faibles (moins productives) au sein du regroupement des stocks canadiens. Nous recommandons également d'entreprendre une évaluation des stratégies de gestion qui quantifie les compromis entre un large éventail d'objectifs et évalue la capacité des nouvelles stratégies de gestion à les atteindre dans le cadre d'un processus de collaboration avec les participants à la pêche, les détenteurs du savoir traditionnel et les gestionnaires de ressources.

---

## ANNEXE C : ORDRE DU JOUR

Secrétariat canadien des avis scientifiques  
Centre des avis scientifiques du Pacifique  
Réunion d'examen régional par les pairs

### Estimations de points de référence biologiques pour le regroupement des stocks de saumon chinook d'origine canadienne du cours principal du fleuve Yukon

Du 18 au 20 janvier 2022  
Réunion virtuelle

Présidente : Erika Anderson

#### JOUR 1 – mardi 18 janvier

Heure (HNP)	Sujet	Présentateurs
13 hh	Présentations Examen de l'ordre du jour et gestion interne Aperçu et procédure du SCAS	Présidente
13 h 30	Présentation du document de travail (survol)	Auteurs
14 h 15	Demandes de précisions	Participants
14 h 30	<b>Pause</b>	
14 h 45	Résumé des examens des participants et officiels	Présidente et auteurs
15 h	Examens officiels et réponse des auteurs	Présidente, examineurs et auteurs
15 h 50	Résumé du jour 1	Présidente
16 h	<b>Levée de la séance</b>	

#### JOUR 2 – mercredi 19 janvier

Heure (HNP)	Sujet	Présentateurs
9 h	Examen de l'ordre du jour, gestion interne et récapitulation du jour 1	Présidente
9 h 15	Reprise des questions en suspens du jour 1	Participants
10 h 30	<b>Pause</b>	
10 h 45	Examens officiels et réponses (suite)	Examineurs et auteurs
12 h	<b>Pause repas</b>	
13 h	Discussion générale	Participants
14 h 45	<b>Pause</b>	
15 h	Discussion générale	Participants
15 h 50	Établir un consensus sur l'acceptabilité du document et sur les révisions convenues (objectifs du cadre de référence)	Présidente
16 h	<b>Levée de la séance</b>	

---

### JOUR 3 – jeudi 20 janvier 2022

Heure	Sujet	Présentateurs
9 h	Récapitulation des jours 1 et 2	Présidente
9 h 15	Reprise des questions en suspens des jours 1 et 2	Participants
10 h 30	<b>Pause</b>	
10 h 45	Discussion générale	Participants
11 h 15	Introduction de l'avis scientifique <ul style="list-style-type: none"><li>Liste préliminaire des conclusions (sous forme de points)</li></ul>	Présidente
12 h	<b>Pause repas</b>	
13 h	<i>Avis scientifique</i> Établir un consensus sur les éléments suivants en vue de leur inclusion : <ul style="list-style-type: none"><li>Points sommaires</li><li>Résultats et conclusions</li><li>Sources d'incertitude</li><li>Figures et tableaux</li></ul>	Participants
14 h 45	<b>Pause</b>	
15 h	Finalisation de l'avis scientifique <ul style="list-style-type: none"><li>Examen de l'avis scientifique, processus d'approbation et échéancier</li><li>Échéancier relatif au document de recherche et au compte rendu</li><li>Autres suivis ou engagements (au besoin)</li></ul> Autres questions découlant de l'examen	Présidente et participants
16 h	<b>Levée la réunion d'examen régional par les pairs</b>	

## ANNEXE D : LISTE DES PARTICIPANTS

<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Organisme d'appartenance</b>
Anderson	Erika	Pêches et Océans Canada, Sciences
Bradford	Mike	Pêches et Océans Canada, Sciences
Bradley	Catherine	Fish and Wildlife Service des États-Unis
Brazil	Charles	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Campbell	Jill	Pêches et Océans Canada, Centre des avis scientifiques du Pacifique
Catalano	Matt	Université Auburn, Alabama, États-Unis
Christensen	Lisa	Pêches et Océans Canada, Centre des avis scientifiques du Pacifique
Connors	Brendan	Pêches et Océans Canada, Sciences
Cunningham	Curry	Université de l'Alaska, Fairbanks
Hamazaki	Toshihide (Hamachan)	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Harding	Joel	Pêches et Océans Canada, Sciences
Holt	Carrie	Pêches et Océans Canada, Sciences
Jones	Mike	Conseil des Premières Nations du Yukon
Lea	Ellen	Pêches et Océans Canada, Gestion des pêches
Lee	Elizabeth	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Liller	Zachary	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
MacDonald	Elizabeth (BJ)	Yukon First Nations Salmon Stewardship Alliance
Mather	Vesta	Fondation du saumon du Pacifique
Murphy	Jim	National Oceanic Atmospheric Administration
Pestal	Gottfried	Expert-conseil indépendant
Pfisterer	Carl	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Savereide	James	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Smith	Steve	Pêches et Océans Canada, Gestion des pêches
Staton	Ben	Expert-conseil indépendant
Toews	Don	Premières Nations de Selkirk
West	Fred	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska

---

## ANNEXE E : EXAMENS

### EXAMINATEUR OFFICIEL : MATT CATALANO (UNIVERSITÉ AUBURN, ALABAMA, ÉTATS-UNIS)

J'ai examiné le document de travail intitulé « Estimates of biological benchmarks for the Canadian-origin Yukon River mainstem Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) stock aggregate » préparé par Connors et ses collaborateurs. Dans l'ensemble, il s'agit d'un travail impressionnant qui utilise des méthodes appropriées pour obtenir des estimations de points de référence biologiques pour les stocks en question. Les auteurs ont clairement atteint les objectifs indiqués dans le cadre de référence.

Le modèle est bien décrit, et l'objet du document et de l'analyse est très clair. L'un des grands avantages de l'approche analytique adoptée par les auteurs est qu'elle permet d'incorporer de multiples sources d'incertitude. Cette approche facilitera un processus décisionnel de gestion qui prend explicitement en compte l'incertitude et le risque. Les auteurs ont fait un bon travail en soulignant ce point dans la section 5. Ils ont également fourni une recommandation solide afin que leur travail soit utilisé dans le contexte d'un processus officiel d'évaluation des stratégies de gestion.

La structure du modèle semble appropriée pour le réseau en question et la nature des données. Je n'ai pu trouver aucune erreur fatale dans l'analyse qui remettrait en question la validité des estimations. J'ai quelques points à éclaircir et quelques suggestions d'ajouts que je vais maintenant présenter ci-dessous, grosso modo par ordre décroissant d'importance.

1. Il serait utile de disposer d'un peu plus d'information permettant de juger le modèle et son adéquation aux données. Les ajustements aux données semblent raisonnables dans l'ensemble, mais il est difficile d'évaluer les résidus sans les restituer explicitement. Je recommande d'ajouter une annexe avec des tracés de résidus pour chacune des sources de données.

Le seul ajustement qui semble faible est celui pour le sonar de la station Pilot avant 2002. Le modèle paraît avoir un biais élevé ici. J'en ai été étonné, car le modèle estime les coefficients de proportionnalité (qplt) pour la station Pilot. Ainsi, je m'attendrais à ce que les paramètres  $q$  puissent ajuster les prédictions de la station Pilot à la baisse pour une meilleure adéquation. Peut-être le code du tracé est-il incorrect? S'il ne s'agit pas d'un problème de codage, je pense que ces résidus doivent être examinés de plus près.

De plus, en ce qui concerne le sonar de la station Pilot, le texte aux lignes 453 à 455 indique que le modèle a permis un biais pour les années 1986-1994, et 1995-2001, mais a été supposé exact pour les années 2002 et suivantes. Cependant, dans le tableau C1, on trouve trois estimations du paramètre  $q$  de la station Pilot (c.-à-d. le qplt). Cela signifie-t-il que l'on a pu permettre un biais pour les trois périodes? Ou bien le troisième qplt est-il destiné au marquage-recapture? Si l'on permet un biais pour la station Pilot pour la période après 2001, cela pose-t-il un problème pour le modèle? Autrement dit, faut-il « verrouiller » au moins une des périodes de la station Pilot en supposant qu'elle est non biaisée? Je suppose que les données sur la proportion des stocks de la station Pilot, combinées au passage du sonar Eagle dont l'erreur d'observation est très faible, suffiraient à consolider le tout. Et les *a posteriori* ne montrent aucun signe indiquant que ces paramètres d'abondance ne sont pas identifiables.

2. Plusieurs des *a priori* portent sur des distributions uniformes avec des limites quelque peu étroites, ce qui pourrait fournir plus de contraintes sur les estimations qu'il n'est souhaitable. Par exemple, les médianes/moyennes *a posteriori* du paramètre  $K$  pour les relevés aériens

---

de Tincup, Tachun et Wolf sont assez proches de la limite supérieure de  $\exp(6) = 403$  (tableau 2). Les auteurs ont déployé d'énormes efforts pour fournir une montagne de tracés et de tableaux pour les diagnostics, je ne veux donc pas être trop gourmand. Mais un autre diagnostic qu'il serait agréable d'avoir est celui des distributions *a posteriori* pour chacun des paramètres. Je suis sûr que les auteurs les ont examinés, mais comme je ne les avais pas, je n'ai pas été en mesure d'évaluer dans quelle mesure l'un des paramètres se heurte à des limites. Le tableau des moyennes/médianes *a posteriori* et de l'IC de 95 % est très attrayant, mais il est difficile d'évaluer pleinement la question des limites avec ce seul tableau. Si les limites posent problème, assouplissez-les et relancez la procédure. Bien sûr, les paramètres de  $\sigma_{add}$  peuvent se rapprocher de 0, mais je pense que le reste des paramètres doit rester en dehors des limites, sauf pour les rares valeurs extrêmes qui entraîneraient une erreur de calcul du modèle.

3. Du point de vue de la structure du modèle, je n'ai pas bien compris la nécessité de l'estimation d'un ensemble supplémentaire de paramètres d'abondance annuelle pour les stocks canadiens. Les paramètres d'abondance de reconstitution des montaisons ne pourraient-ils pas être introduits directement dans le modèle géniteurs-recrues? Si l'on devait adopter cette approche plus directe, je pense alors que les principaux paramètres d'abondance pour les stocks du Canada dans la reconstitution des montaisons devraient être les variables d'état du recrutement de l'année d'éclosion plutôt que les paramètres d'abondance annuelle qui sont utilisés pour peupler les stocks des cours inférieur et moyen de la rivière. Essentiellement, l'estimation d'un nouvel ensemble de paramètres d'abondance principaux pour les stocks du Canada est quelque peu analogue à l'entrée des *a posteriori* de la reconstitution des montaisons dans le modèle géniteurs-recrues en tant qu'analyse séparée, mais pas réellement, car les corrélations des paramètres sont préservées dans l'approche intégrée que les auteurs ont adoptée. Je ne pense pas que l'approche des auteurs soit inappropriée; elle est juste différente de la façon dont je la voyais. Cela dit, je passe peut-être à côté de la raison pour laquelle l'approche des auteurs est en fait entièrement nécessaire pour que cela fonctionne. Le problème résiderait-il dans la pondération des données sur la composition selon l'âge? Comme les données sur l'âge proviennent de plusieurs composantes, elles doivent être pondérées pour obtenir une estimation globale de la composition selon l'âge afin de répartir les montaisons annuelles entre les cohortes. Pour autant que je sache, les facteurs de pondération sont des quantités calculées du modèle de reconstitution des montaisons et sont donc variables. Pour éviter toute référence circulaire, les abondances dans le modèle géniteurs-recrues doivent, je pense, être séparées du modèle de reconstitution des montaisons. Si c'est effectivement le cas, c'est très astucieux de la part des auteurs et c'est logique, car cela permet de pondérer les données d'âge de manière appropriée plutôt que d'en faire la moyenne en dehors du modèle et de les insérer comme invariantes.
4. Annexe C : les erreurs semblent corrélées dans le temps pour les projets sur les échappées multiples. Je ne sais pas si c'est un problème ou si on peut y faire quelque chose. Une version antérieure du modèle des stocks canadiens comportait des erreurs d'observation corrélées. L'incorporation de ce type d'approche de modélisation augmenterait peut-être l'incertitude des estimations du modèle, mais je me risquerais à penser que les points de référence biologiques ne seraient pas modifiés de manière substantielle, en supposant que cette approche soit même évaluable.
5. À la ligne 673 de Pestal *et al.*, l'East Georgia State College (EGSC) recommande d'explorer les répercussions de la surestimation des proportions d'individus sauvages dans les stocks du cours principal d'origine canadienne sur les résultats du modèle intégré pour la

---

reconstitution des montaisons qui présente les relations géniteurs-recrues. Cela a-t-il été fait?

6. Comment les estimations des valeurs  $G_{RMD}$  et  $G_{max}$  se comparent-elles à l'exécution du modèle de l'« ancienne » manière en modélisant uniquement les poissons d'origine canadienne et en entrant les captures de poissons d'origine canadienne en Alaska comme données après avoir estimé ces captures en dehors du modèle? On peut supposer que les médianes ou moyennes *a posteriori* seraient semblables.
7. Ligne 595 : je suis surpris que 10 000 itérations soient suffisantes pour atteindre la convergence. Les diagnostics de convergence rapportés indiquent clairement qu'elle a été obtenue. Ces modèles se mélangent peut-être beaucoup mieux dans Stan que dans JAGS/BUGS?
8. L'hypothèse d'une échappée négligeable en aval de la station Pilot, à l'exception d'Andreafsky, semble raisonnable. Dans quelle mesure l'hypothèse selon laquelle les captures dans le cours moyen du fleuve ont lieu immédiatement en amont de la station Pilot est-elle valable? Et quel effet cela a-t-il si cette hypothèse est incorrecte? Vraisemblablement, cette entorse n'aurait aucune incidence sur les estimations des stocks canadiens, mais j'essaie de comprendre les effets sur les autres stocks.
9. Une autre structure de modèle qui pourrait être explorée, mais que je ne considère pas comme essentielle, est celle qui incorpore une productivité variant dans le temps sous la forme d'une marche aléatoire sur le paramètre  $\ln\_alpha$ . Dans ce cas, la question est alors de savoir quel  $\ln\_alpha$  utiliser pour l'estimation des repères de gestion. On pourrait peut-être établir une moyenne des 5 ou 10 dernières années de la série chronologique.
10. Annexe E. Il s'agit d'un très bon traitement de quelques exemples de conflits de données et de la manière dont le modèle est en mesure ou non de les résoudre, ainsi que des moyens potentiels de traiter les hypothèses de ces comportements à l'avenir.
11. Je suis d'accord avec la recommandation des auteurs d'explorer davantage la qualité des géniteurs en incluant l'estimation de la vulnérabilité à la pêche en fonction de la taille et de l'âge. La nature de la pêche sélective en fonction de la taille, lorsqu'elle est prise en compte dans le modèle, pourrait influencer considérablement les estimations de  $G_{RMD}$  et  $G_{max}$ .
12. Annexe F.4 : je recommande de placer la sensibilité relative à la pondération des données sous forme de points de référence aux fins de gestion, comme cela a été fait pour les autres analyses de sensibilité.
13. Figure 3 : si je comprends bien, la région des stocks canadiens sur la figure 3 ne devrait pas inclure la partie canadienne de la rivière Porcupine.
14. Les figures C6 et C7 sont trop complexes pour l'évaluation de l'adéquation du modèle. Reprendre le tracé en utilisant le format des chiffres sur la composition des remontes de la station Pilot (figure C4).
15. Je pense que le tableau F3 se réfère à  $G_{max}$  et non à  $G_{RMD}$ .
16. À la ligne 415 : remplacer « es » par « we ».
17. J'aime l'inclusion du profil de la surpêche. Cela permettra d'amorcer les prochaines étapes du processus de décision avec ce type de paramètres sur les risques biologiques défavorables.

---

## **EXAMINATEUR OFFICIEL : BEN STATON (EXPERT-CONSEIL INDÉPENDANT)**

J'ai examiné en détail le document de travail et je suis heureux d'avoir eu l'occasion de le faire. Dans l'ensemble, je pense qu'il s'agit d'un travail très impressionnant qui sera utile aux prochaines étapes de la recommandation d'un objectif d'échappée fondé sur la biologie pour les stocks de saumon chinook du fleuve Yukon d'origine canadienne. Dans ce document, j'ai répondu à chacune des cinq questions posées aux examinateurs; tous les passages écrits par moi-même sont en italique. J'ai également inclus de nombreux commentaires ligne par ligne de nature plus éditoriale; je les ai regroupés dans un document séparé afin que les auteurs puissent en tenir compte.

### **Question n° 1 : l'objet du document de travail est-il clairement énoncé?**

En me basant sur le texte de l'introduction, en particulier celui qui se trouve aux lignes 158 à 174, je pense que l'objet du document de travail est clairement énoncé. Pour paraphraser, le Comité du fleuve Yukon a exprimé son intérêt pour l'élaboration d'un objectif d'échappée fondé sur la biologie pour le saumon chinook d'origine canadienne, et ce document de travail présente l'analyse la plus récente (et la plus pointue à ce jour) qui pourrait être utilisée pour établir un tel objectif.

### **Question n° 2 : le document de travail a-t-il rempli les objectifs indiqués dans le cadre de référence?**

Les cinq objectifs énoncés dans le cadre de référence sont repris sous forme de points numérotés ci-dessous; pour chaque objectif énoncé, mon évaluation porte sur la mesure dans laquelle chacun a été rempli par le document de travail.

1. Mettre au point un modèle bayésien intégré de type état-espace pour la reconstitution des montaisons qui présente les relations géniteurs-recrues, puis l'ajuster aux données disponibles.

Les auteurs ont élaboré un modèle sur les relations géniteurs-recrues de type état-espace qui est intégré (dans le sens où il se produit dans le même cadre d'estimation bayésien) avec le modèle de reconstitution des montaisons, et ils l'ont ajusté aux données disponibles. À cet égard, il convient de féliciter les auteurs : ces méthodes sont difficiles à mettre en œuvre, car de nombreux choix analytiques s'imposent quant à la meilleure façon de les structurer, et elles sont souvent difficiles à ajuster sur le plan informatique.

Le modèle de reconstitution des montaisons est particulièrement bien construit et mérite d'être reconnu comme tel. Par rapport à d'autres modèles de reconstitution des montaisons que j'ai vus (p. ex., celui pour le saumon chinook du fleuve Kuskokwim), ce modèle constitue une amélioration substantielle. Plus précisément, il reconnaît que les captures et les échappées sont orientées dans l'espace (ce qui est souligné dans la figure 4) : les poissons qui sont retirés à un endroit en raison des captures ou des échappées ne peuvent pas poursuivre leur route et être comptés par les projets d'indexation plus en amont. La validité de l'hypothèse de proportionnalité requise par ces modèles de reconstitution des montaisons (c.-à-d. que chaque indice représente une fraction constante dans le temps de l'échappée propre au stock) devrait s'en trouver renforcée. J'ai trouvé très utiles le texte narratif et la description mathématique de la progression des poissons en amont et des différents processus qui se produisent pour les différents stocks (c.-à-d. les lignes 318 à 382). La figure 4 est une excellente représentation visuelle de cet exposé.

---

Cependant, je me sens obligé de souligner ce que je considère comme une incohérence avec l'approche adoptée par les auteurs par rapport à ce que j'ai le plus souvent vu faire pour l'intégration du modèle de la dynamique géniteurs-recrues et la reconstitution des montaisons. Ce modèle présente deux abondances des remontes pour les stocks d'origine canadienne : une générée par la reconstitution des montaisons et une générée par le modèle géniteurs-recrues. Il ajuste ensuite la première à la seconde selon une vraisemblance log-normale (via l'équation 35). La façon d'effectuer une intégration typique serait de faire en sorte que la reconstitution des montaisons ne fasse qu'estimer les abondances des remontes (c.-à-d. comporter des *a priori*) pour les stocks des cours inférieur et moyen du fleuve Yukon (puisque aucun modèle de processus ne permet de les créer autrement), et que l'abondance des remontes prévue par le modèle géniteurs-recrues pour les stocks d'origine canadienne serve d'abondance des remontes utilisée par les équations et les vraisemblances de la reconstitution des montaisons. En fait, je suis un peu perplexe quant à la façon dont le modèle permet la formulation décrite par les auteurs. L'abondance des montaisons reconstituées est définie comme un paramètre avec un *a priori* (comme le montre le tableau 2), mais elle est ensuite à nouveau définie comme une variable aléatoire observée dont la valeur attendue est égale à l'abondance des remontes prédite par le modèle géniteurs-recrues (via l'équation 35). Bien que je n'aie jamais utilisé Stan pour ajuster un modèle comme celui-ci, dans JAGS (un logiciel très comparable pour ajuster ces types de modèles), cela ne serait pas autorisé — une erreur semblable à « attempt to redefine node N\_RR[y,s] » serait renvoyée. Essentiellement, la même quantité se trouve du côté gauche de deux relations stochastiques : l'une étant un *a priori* et l'autre une vraisemblance. D'après moi, cela devrait être interdit, quel que soit le logiciel utilisé.

**Je ne pense pas qu'il s'agisse d'un problème majeur** qui invalide l'approche de modélisation adoptée par les auteurs ou qui la rende intrinsèquement non fiable; ce jugement se fonde principalement sur la figure C8, qui montre un haut degré de ressemblance entre les deux modèles en ce qui concerne l'abondance des remontes de saumons d'origine canadienne (bien que la série chronologique géniteurs-recrues semble plus incertaine pour presque toutes les années). Je considère que cela démontre que des résultats analogues seraient obtenus si le modèle était plus complètement intégré comme je l'ai décrit précédemment. Toutefois, je pense que cela diminue la mesure dans laquelle ce modèle peut être considéré comme un modèle intégré de type espace-état; il s'agit plutôt de deux modèles distincts (c.-à-d. qu'aucune quantité n'est partagée entre ceux-ci) ajustés simultanément qui sont liés par une vraisemblance non intuitive. Je suis curieux de savoir pourquoi les auteurs ont choisi cette voie plutôt que de la pleine intégration du modèle de dynamique des populations à la reconstitution des montaisons, et je pense que cela devrait faire l'objet d'une reconnaissance dans la section des méthodes, peut-être plusieurs phrases dans un paragraphe particulier après la ligne 590.

2. Calculer les estimations de points de référence biologiques (p. ex.,  $G_{RMD}$ ,  $G_{ég}$ ,  $G_{max}$ ,  $G_{gén}$ ) ainsi que les profils connexes (p. ex., de rendement, de recrutement et de surpêche.

Cet objectif a certainement été atteint : les équations 36, 37, 38, et 39 illustrent les calculs précis utilisés pour obtenir les estimations de référence basées sur les paramètres du modèle géniteurs-recrues, et le texte des lignes 636 à 651 décrit comment les profils associés ont été obtenus — les distributions *a posteriori* sont présentées dans la figure 7. L'approche du profil de probabilité est très utile pour exprimer les résultats probables de différentes abondances d'échappées pondérées par la probabilité *a posteriori* que chaque courbe de recrutement soit la bonne.

- 
3. Consigner et examiner les conséquences d'hypothèses méthodologiques et de données clés liées à la pondération des données, aux biais associés aux données, aux distributions *a priori* et à la structure du modèle.

Je pense que cet objectif a été en grande partie atteint; j'ai séparé mon évaluation de cet objectif par sujet (pondération des données, biais associés aux données, distributions *a priori* et structure du modèle).

En ce qui concerne le sujet de la pondération des données, les auteurs ont étudié d'autres scénarios de taille effective d'échantillon pour la composition selon l'âge et la composition des stocks; j'estime qu'il est essentiel d'étudier ce point puisque, comme le soulignent les auteurs, ces valeurs ne sont pas fondées sur des données (p. ex., ligne 713). J'étais heureux de constater que le modèle n'est pas particulièrement sensible à ces choix. Cependant, je pense que le même raisonnement devrait s'appliquer à la taille effective d'échantillon pour la composition des stocks selon la pêche, mais cela n'a pas été étudié. Les auteurs déclarent que cette étude n'était pas nécessaire, car la sélection *a priori* d'une taille effective d'échantillon de 100 a permis un ajustement précis aux données sur les captures sans contraindre l'ajustement du modèle à d'autres sources de données (lignes 729 à 731). On ne sait pas exactement ce que les auteurs entendent par cette déclaration, et de plus, il semble qu'il y ait des problèmes d'ajustement de modèle pour les données sur les captures, en particulier le total des captures en aval (figure C.5, tableau inférieur) — la majorité des années antérieures à environ 1996 présentent des résidus négatifs (plus faciles à voir sur la figure F.2a, qui, je crois, proviennent du même ajustement de modèle). Je crois que la pondération des données de composition des stocks selon la pêche aurait constitué une bonne analyse pour vérifier si ce comportement était sensible à ces données d'entrée. Des pondérations de données supplémentaires ont été étudiées pour les coefficients de variation d'observation attribués subjectivement sur les indices d'échappée — c'était un bon ajout et je suis d'accord avec l'évaluation des auteurs selon laquelle cela n'a eu que peu de conséquences sur les résultats du modèle.

En ce qui concerne le sujet des biais associés aux données, je ne me souviens pas avoir vu d'analyses dirigées sur ce sujet, mais certaines questions ont été documentées, en particulier dans l'annexe E au sujet des incohérences apparentes entre les dénombrements aux sites de sonar des stations Pilot et Eagle. J'ai apprécié cette reconnaissance et je suis d'accord avec l'évaluation des auteurs selon laquelle des modèles comme celui-ci sont utiles pour relever et réconcilier les incohérences dans des programmes de surveillance comme celui-ci. En outre, les auteurs ont indiqué les années où les dénombrements par sonar à la station Pilot étaient probablement des sous-estimations du nombre total de saumons franchissant la frontière et ont utilisé des paramètres de capturabilité pour corriger ce problème.

En ce qui concerne le sujet de la sensibilité des distributions *a priori*, je ne crois pas que cela ait fait l'objet d'une étude. Et, considérant le rôle que de nombreux paramètres dans la reconstitution des montaisons jouent dans la mise à l'échelle des dénombrements jusqu'à une abondance totale qui est cohérente parmi de nombreux dénombrements aux fins d'indices (p. ex., les paramètres « K », « q » et « p » dans le tableau 2), la sensibilité *a priori* aurait peut-être dû être étudiée et documentée ici. En outre, chacun des paramètres « sigma\_add » comporte des *a priori* différents, et je ne me souviens pas avoir vu une justification pour cela. Les auteurs ont souvent utilisé des *a priori* sur le log(paramètre) dans de nombreux cas, et celui qui en résulte sur le paramètre de l'échelle naturelle peut sembler très différent en raison de cette transformation; dans ce cas précis, les *a priori* uniformes, qui deviennent négatifs sur l'échelle log, donnent beaucoup de poids aux très petites valeurs lorsqu'ils sont retransformés à l'échelle naturelle utilisée par

---

le modèle. Peut-être cela était-il justifié et les auteurs avaient-ils une raison de le faire, mais je ne me souviens pas en avoir discuté. Cela dit, le modèle semble s'ajuster raisonnablement bien aux données de l'indice, et si les *a priori* donnaient par erreur trop de poids aux parties de l'espace paramétrique non prises en compte par les données, cela se manifesterait par de mauvais ajustements aux données. Pour conclure mes réflexions sur ce sujet, j'aurais aimé voir plus de justification des *a priori* utilisés pour la reconstitution des montaisons (je n'ai aucune inquiétude pour ceux du modèle géniteurs-recrues), et peut-être quelques variantes essayées, mais par rapport aux autres sujets de cet objectif, c'est probablement le moins important du point de vue de l'altération des inférences finales que ce modèle fournit.

Pour ce qui est de la sensibilité de la structure du modèle, celle-ci a été évaluée principalement sous la forme a) de préoccupations relatives à la qualité des échappées (voir l'objectif 4, ci-dessous, pour mes réflexions sur ce sujet en particulier) et b) de la courbe de Ricker par rapport à la courbe de Beverton-Holt. Il était prudent de la part des auteurs d'ajuster les deux modèles de recrutement, mais je suis d'accord avec leur choix de la courbe de Ricker comme modèle principal d'inférence puisque la courbe de Beverton-Holt recommanderait l'adoption de politiques de pêche assez radicales. Il existe certainement d'autres structures de modèle qui auraient pu être évaluées (et qui l'ont probablement été au cours du processus de conception du modèle) au-delà de la forme de la fonction de recrutement, mais je doute qu'aucune d'entre elles ne constitue une incertitude critique qui modifierait considérablement l'inférence concernant la courbe géniteurs-recrues pour les stocks canadiens. Je pense que la plupart des structures de modèle potentielles pour la reconstitution des montaisons ont été écartées en raison des limitations des données, et le modèle géniteurs-recrues est assez standard. En ce qui concerne la sensibilité de la structure du modèle, je pense que les auteurs ont suffisamment caractérisé et documenté les principales sources d'incertitude.

4. Étudier, dans la mesure du possible compte tenu des données disponibles, la sensibilité des points de référence biologiques aux changements de la qualité de l'échappée (p. ex., fécondité totale et masse des œufs) au fil du temps.

Les auteurs ont consacré beaucoup d'attention à l'intégration de la démographie changeante dans leur analyse et à l'évaluation de la sensibilité des points de référence biologiques à la nouvelle structure du modèle selon laquelle le recrutement est fonction de la production totale d'œufs (ou de la masse d'œufs) plutôt que du nombre total de géniteurs (c.-à-d. l'hypothèse du modèle de base). Ils ont trouvé un schéma comparable à celui montré par la récente analyse de Staton *et al.* (2021) sur le fleuve Kuskokwim citée par les auteurs, ce qui n'est pas surprenant puisque, d'après ce que je peux voir, les deux méthodes étaient assez semblables dans leur façon de modéliser les changements de la démographie en rétroaction dans la dynamique des populations. Il faut toutefois noter l'ampleur réduite de la portée du changement temporel de  $G_{RMD}$  suggéré par cette analyse des stocks du fleuve Yukon d'origine canadienne par rapport à l'analyse des stocks du fleuve Kuskokwim. Ceci est vraisemblablement le résultat des tendances temporelles moins exagérées du rapport des sexes et de la taille selon l'âge (figure 9) utilisées par cette analyse, et parce que celle-ci suppose une fonction de sélectivité plate selon l'âge pour tous les calculs. Lorsqu'on la compare à un sous-ensemble d'analyses pour le stock du fleuve Kuskokwim qui supposait une sélectivité plate et aucune tendance de la longueur selon l'âge, la variation en pourcentage de  $G_{RMD}$  est plus conforme à ce que les auteurs ont trouvé pour le stock du fleuve Yukon d'origine canadienne.

Je pense qu'il s'agit d'une première analyse suffisante des conséquences d'une démographie tendancielle sur la dynamique géniteurs-recrues et de la sensibilité

---

résultante des points de référence biologiques qui sera utile aux décideurs souhaitant prendre en compte cette question. Ce sujet de recherche étant relativement nouveau, aucune réponse fournie à ce stade ne doit être considérée comme étant définitive. Au contraire, il est bon d'avoir maintenant une indication de la façon dont les points de référence biologiques devraient être affectés par ce sujet et des premières estimations de l'ampleur de son importance. Je m'attends à ce que les futures recherches sur les méthodes analytiques de comptabilisation soient applicables aux stocks canadiens et j'encourage les auteurs à continuer à les explorer. Je soutiens pleinement les quatre recommandations énumérées à la section 5.2.1 (lignes 1063 à 1089).

5. Fournir des lignes directrices sur les considérations clés pour les prochaines étapes afin de déterminer un objectif d'échappée ainsi que des recommandations pour les futures analyses et les projets de recherche visant à les approfondir davantage.

Les auteurs ont certainement atteint cet objectif — la totalité de la section Conclusions (lignes 939 à 1181) est consacrée à ce sujet, qui est divisé en deux sous-sections. Je résume ici les messages que je retiens de ces sections et je donne mon évaluation de leur utilité.

La première section détaille trois considérations principales qui devraient être prises en compte lors de l'utilisation des résultats de cette analyse pour étayer une recommandation d'objectif d'échappée. Ces trois considérations comprennent a) la nécessité d'être clair sur le but de l'objectif d'échappée (p. ex., maximiser le rendement, réduire au minimum la variabilité du rendement, etc.), b) la nécessité d'être clair sur le seuil acceptable de tolérance au risque de ne pas atteindre les objectifs fixés, et c) des sources supplémentaires d'incertitude non quantifiées par l'analyse actuelle (de base), comme (i) la question de savoir si la productivité future de la population sera comparable à celle observée dans le passé, (ii) la nécessité de tenir compte des changements démographiques, et (iii) la question de savoir si l'hétérogénéité de la productivité de la sous-population est suffisamment importante pour justifier un examen à une échelle plus fine lors de l'élaboration d'un objectif d'échappée pour le regroupement des stocks. Je conviens que ces trois considérations sont essentielles pour leur prise en compte dans un cadre décisionnel officiel, car elles auront presque certainement une incidence sur le choix de l'objectif, sa justification et les attentes que les parties prenantes et les gestionnaires devraient (ou non) avoir à son égard. À la fin de cette section, les auteurs proposent un processus en trois étapes décrivant en détail les prochaines étapes pour arriver à une recommandation d'objectif d'échappée; ces étapes proposées découlent logiquement des considérations évoquées, et je les considère comme des avis utiles pour l'audience probable de ce rapport.

La deuxième section présente des recommandations pour des travaux ultérieurs, et celles-ci se déclinent en trois thèmes : a) la qualité des échappées, b) les risques pour la diversité biologique lorsque des populations multiples sont gérées comme un regroupement de stocks, et c) un processus d'évaluation des stratégies de gestion. Comme je l'ai mentionné ci-dessus, je soutiens pleinement les quatre recommandations entourant la qualité des échappées; je pense que l'incorporation de ces caractéristiques dans l'analyse permettrait d'obtenir des inférences plus complètes et plus solides sur l'importance de la qualité des échappées quant au rendement probable de tout objectif d'échappée potentiel. En ce qui concerne la diversité de la population, je suis d'accord que cela devrait faire partie de la discussion d'une recommandation d'objectif d'échappée pour les stocks d'origine canadienne, pour toutes les raisons soulignées par les auteurs. Pour ce qui est de la recommandation sur l'évaluation des stratégies de gestion, je pense, comme les auteurs, qu'il s'agit d'un exercice utile. Comme l'indiquent les auteurs, il

---

s'agirait d'une manière plus explicite d'incorporer l'incertitude structurelle, les objectifs supplémentaires et l'incertitude de la mise en œuvre dans l'évaluation du rendement probable des objectifs d'échappée potentiels. L'implication des gestionnaires et des parties prenantes pourrait susciter une plus grande confiance dans le processus et ajouter un sentiment d'appropriation de la décision définitive. Les auteurs décrivent six étapes fondamentales à réaliser dans le cadre d'une évaluation des stratégies de gestion. Bien qu'elles soient formulées en termes simples, chacune de ces étapes nécessite beaucoup de travail et une planification minutieuse et pourrait facilement se transformer en un processus pluriannuel (l'idée est d'être exhaustif dans l'ensemble des modèles opérationnels et des procédures de gestion envisagées). Ainsi, il peut être important de considérer si l'objectif doit être mis à jour à un autre objectif d'échappée (biologique) provisoire pendant qu'une telle analyse et un tel processus de décision sont complétés.

### **Question n° 3 : les données et les méthodes sont-elles adéquates pour étayer les conclusions?**

Même face à mon commentaire sur le fait que le cadre de modélisation n'est pas aussi intégré dans l'espace-état qu'il pourrait l'être, je pense qu'il s'agit d'une analyse de grande qualité qui est valable pour établir les inférences que les auteurs retiennent. Les modèles de ce type sont largement reconnus comme étant parmi les approches les plus solides sur le plan statistique pour analyser les données qui a) présentent une incertitude inhérente, b) comportent des lacunes temporelles, c) présentent des liens temporels inhérents (c.-à-d. que les recrues d'une année d'éclosion donnée sont observées comme géniteurs au cours des années suivantes) et d) appartiennent à plusieurs catégories distinctes (c.-à-d. estimations directes de l'abondance, indices d'abondance et composition selon le stock ou l'âge). Je souhaite souligner (à nouveau) qu'il y a de nombreuses décisions à prendre dans l'élaboration de modèles comme ceux-ci et que, souvent, il n'est pas évident de déterminer quelle est la meilleure approche. Ces modèles sont hautement adaptés à la structure spatiale particulière du réseau modélisé et deviennent souvent encore plus pointus en fonction de la complexité et de l'évolution des activités de surveillance dans le temps. Ainsi, chaque modèle est unique et a créé une pénurie d'avis généraux et fondés sur la recherche pour guider leur élaboration. À ce titre, il appartient souvent aux analystes de juger de la manière dont chaque partie du modèle doit être structurée, en fonction de leur connaissance du réseau, de ses complexités et des limites concernant sa surveillance, et des éléments susceptibles d'avoir le plus d'influence sur les inférences définitives. En naviguant parmi ces difficultés, je pense que les auteurs ont fait un excellent travail. Je n'ai vu aucune inférence non valide dans les sections sur les résultats, la discussion et les conclusions du document, en fonction de ma compréhension du modèle ou des données présentées.

J'ai été particulièrement impressionné de voir qu'un examen complet de la disponibilité et de la fiabilité des sources de données de l'indice d'échappée a été effectué avant l'analyse (c.-à-d. Pestal *et al.* sous presse). Les modèles de ce type ne sont fiables que dans la mesure où les données qu'ils sont appelés à ajuster le sont, et je suis tout à fait d'accord pour dire qu'un examen aussi rigoureux des nombreuses données sur les indices d'échappée était nécessaire. Un résultat évident de cet examen a été l'exclusion d'un bon nombre d'observations qui auraient pu être incluses, mais qui ont été exclues en raison de problèmes de données (croix rouges, figure 2). Bien que j'aurais aimé voir un peu plus de contexte sur les types de problèmes de données qui ont conduit à l'exclusion de ces points, j'apprécie tout de même le degré de transparence de la figure 2, où l'on souligne que toutes les données disponibles n'ont pas été utilisées.

---

Un autre aspect du modèle que j'ai été heureux de voir et qui, selon moi, le rend plus robuste qu'il n'aurait pu l'être autrement, est la façon dont de multiples sources de données de composition selon l'âge ont été combinées en une seule reconstitution de la composition selon l'âge des individus se rendant à destination dans être pêchés (c.-à-d. l'équation 32). Je l'ai observé de multiples façons, allant d'une combinaison externe au modèle à une intégration complète via des vraisemblances indépendantes pour différents ensembles de données de composition selon l'âge. La première approche devrait être la moins robuste et reconnaître le moins l'incertitude, tandis que la seconde devrait être la plus robuste. L'approche adoptée par les auteurs se situe quelque part entre ces deux extrémités, et bien qu'elle écarte la variabilité d'échantillonnage pour chacun des ensembles de données individuels de composition selon l'âge, le signal de chacun d'entre eux est pondéré par l'abondance des poissons échantillonnés (à nouveau, via l'équation 32). Cette méthode devrait être nettement meilleure que la pondération par une autre mesure telle que la taille de l'échantillon.

**Question n° 4 : si le document présente des avis à l'intention des décideurs, les recommandations sont-elles présentées sous une forme utilisable, et les avis reflètent-ils l'incertitude des données, de l'analyse ou du processus?**

Le document fournit des estimations et des résultats quantitatifs qui pourraient être utilisés pour guider une recommandation d'objectif d'échappée, bien que les auteurs ne fassent pas de recommandation particulière à partir des estimations qu'ils obtiennent. Cependant, ils ont tenu à refléter l'incertitude dans les données et l'analyse, ainsi que dans le processus qu'ils estiment devoir être suivi pour arriver à une recommandation d'objectif d'échappée. Ils fournissent des avis généraux aux décideurs en ce qui concerne les prochaines étapes de l'élaboration d'une recommandation d'objectif d'échappée, notamment ceux figurant aux lignes 1049 à 1062. Je crois que leur recommandation d'évaluer les stratégies de gestion est particulièrement bonne et qu'il vaut la peine de l'appliquer, mais en l'absence de cette approche, les profils de probabilité des quantités d'équilibre devraient être les plus utiles pour sélectionner une recommandation d'objectif d'échappée. Ces courbes (c.-à-d. la figure 8) intègrent l'incertitude de la relation de recrutement, et bien que les courbes exactes (c.-à-d. seulement celles montrant 70 %, 80 % et 90 % de  $G_{RMD}$  ou  $G_{max}$ ) ne puissent pas être utilisées, cette approche globale est intuitive et les décideurs devraient la trouver utile.

**Question n° 5 : pouvez-vous suggérer d'autres domaines de recherche qui sont nécessaires pour améliorer l'analyse et les avis présentés dans le document de travail?**

J'ai plusieurs recommandations concernant des analyses supplémentaires qui pourraient être menées afin d'accroître la confiance des lecteurs dans l'analyse, mais veuillez noter qu'aucune de mes recommandations n'est strictement indispensable à réaliser avant de considérer ce travail comme valide.

Sensibilité à la taille effective de l'échantillon multinomial de la composition des stocks selon la pêche : j'ai souligné ce sujet précédemment dans ma réponse au second objectif de la question n° 2. Tout comme les autres tailles effectives d'échantillon, ce terme de pondération des données a été choisi sans être étayé par des données (cette pratique n'est pas rare). Les auteurs s'en servent pour justifier l'étude de la sensibilité aux ensembles de données sur la composition selon l'âge et la composition des stocks, mais pas pour l'ensemble de données sur la composition des stocks selon la pêche. J'aurais aimé voir une analyse qui évalue la sensibilité du modèle à cette valeur.

---

Sensibilité de la reconstitution des montaisons à la sélection des *a priori* : j'ai également souligné ce sujet ci-dessus dans ma réponse au second objectif de la question n° 2. Chacun des paramètres de la reconstitution des montaisons joue un rôle important, et beaucoup d'entre eux servent de constantes de proportionnalité qui mettent à l'échelle un dénombrement d'indices jusqu'à une abondance totale. Ainsi, un *a priori* sur ces constantes se traduit par ce qui est essentiellement un *a priori* sur l'abondance. Le tableau 2 illustre que des *a priori* différents ont été utilisés pour des paramètres qui jouent fonctionnellement le même rôle (p. ex., les paramètres « q » et « sigma\_add »), mais je ne me souviens pas avoir vu de raisonnement à ce sujet. J'aurais aimé qu'on tente d'utiliser d'autres *a priori* ou, au minimum, qu'on explique pourquoi les *a priori* en question ont été choisis et pourquoi les auteurs pensent qu'il est peu probable qu'ils influencent les *a posteriori*.

Pleine intégration de la dynamique géniteurs-recrues avec la reconstitution des montaisons : j'ai souligné ce sujet ci-dessus dans ma réponse à l'objectif n° 1 de la question n°2. Veuillez consulter ce texte pour plus de détails sur ce que j'entends par « pleine intégration ». Avant d'atteindre l'équation 35, j'avais l'impression que ce modèle était entièrement intégré et j'ai été raisonnablement confus par cette équation pendant un moment. Je suggère aux auteurs d'explorer la pleine intégration des deux sous-modèles, car la quasi-totalité du document se lit comme s'ils avaient été pleinement intégrés. Je tiens à souligner à nouveau que la figure C8 montre une grande similitude entre les abondances des deux modèles, il est donc peu probable que cette intégration modifie considérablement les inférences. Cependant, les auteurs affirment (lignes 207 et 208) que leur intention d'intégrer les modèles de reconstitution des montaisons et des relations géniteurs-recrues était de préserver le contenu informationnel complet des données. Étant donné le manque de pleine intégration (et une plus grande incertitude dans l'abondance selon le modèle géniteurs-recrues que dans l'abondance selon le modèle de reconstitution des montaisons, figure C8), je ne suis pas certain que cela a été accompli.

Validation supplémentaire des hypothèses du modèle de reconstitution des montaisons entourant les constantes de proportionnalité : ce modèle suppose que chaque indice d'échappée compte une fraction constante dans le temps de l'échappée pour le stock auquel il appartient (discuté pour la première fois à l'équation 3). Je suis d'avis qu'il s'agit d'une hypothèse importante, et je me réjouis que les auteurs l'aient reconnue dans la mesure où ils le font dans le texte. En outre, ils fournissent certaines preuves à l'appui qui leur ont donné confiance dans l'application de l'hypothèse (c.-à-d. que les indices d'échappée sont corrélés). Cependant, je pense que davantage de preuves devraient être présentées dans le document afin que les lecteurs puissent vérifier les allégations des auteurs concernant les corrélations entre les échappées des affluents; je pense que des figures supplémentaires montrant ces corrélations sont justifiées. Je pense également que des analyses supplémentaires pourraient être menées pour aider à déterminer si cette hypothèse est largement valide (comme le suggère le modèle) ou si elle semble problématique. En particulier, je considère qu'il serait judicieux de calculer le paramètre « K » prédit par le modèle chaque année, de le représenter sous forme de série chronologique et d'étudier les corrélations croisées des écarts par rapport au paramètre « K<sub>i</sub> » estimé par le modèle entre les projets d'indice. En d'autres termes, il suffit de prendre (échappée par stock et par année)/(dénombrement par projet et par année) pour obtenir l'échelle prédite par le modèle qui inclut l'erreur de mesure, et de chercher à savoir s'il existe des tendances dans cette quantité : si les hypothèses du modèle sont raisonnablement satisfaites, la variabilité des estimations de K par année devrait être un bruit blanc (aucune tendance de série chronologique) et elle devrait être non corrélée entre les projets d'indice.

---

## EXAMINATEUR OFFICIEL : JOEL HARDING (PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES SALMONIDÉS DU MPO)

1. L'objet du document de travail est-il clairement énoncé?

Oui, mais il pourrait être énoncé plus clairement dans l'introduction avant la section 1.2.

2. Le document de travail a-t-il rempli les objectifs indiqués dans le cadre de référence?

Oui, le document de travail montre le travail impressionnant qui a été accompli, mais il pourrait comporter des avis supplémentaires concernant les incertitudes considérables associées aux données et aux extrants du modèle. Les auteurs ont considérablement renforcé le travail en effectuant des analyses de sensibilité *post-hoc*, mais les sections sur la discussion et les conclusions semblent courtes et limitées quant à la mise en contexte des résultats réels (actuellement, ils en font plutôt un nouveau résumé). Bien que de larges considérations séquentielles lors de l'élaboration d'un objectif d'échappée (que je recommande d'identifier comme un objectif de passage à la frontière) soient présentées, la majeure partie du texte est de nature assez générale. Des commentaires supplémentaires sur les sorties du modèle, les incertitudes associées et la prise en compte des compromis dans le contexte de la tolérance au risque et des avis sur l'élaboration de l'objectif d'échappée dans les sections sur la discussion et la conclusion renforceraient le travail.

Le document est quelque peu dépourvu de données biologiques essentielles sur le saumon chinook du fleuve Yukon d'origine canadienne. Il bénéficierait d'une section d'introduction qui donne un aperçu du regroupement de populations du Canada. Par exemple :

- Nombre de stocks de géniteurs dont plusieurs sont probablement des populations biologiques qui occupent des affluents (se référer à Brown *et al.* 2017).
- Période de migration, facteurs potentiels liés au recrutement, etc.
- Aperçu du cycle vital, etc. Toutes les populations sont de type fluvial, passant un an en eau douce et revenant à des âges de  $x$  et  $y$  au total.
- Selon la Politique concernant le saumon sauvage (PSS), le nombre provisoire d'unités de conservation (UC) qui constitue le niveau de regroupement pour les considérations de conservation au Canada.
- Cet ensemble d'UC sera désigné comme le « stock » canadien (bien que l'unité de gestion [UG] soit probablement plus conforme à l'usage de la PSS).
- Les populations de l'Alaska sont organisées en deux autres UG/stocks selon la carte.
- Le terme « montaison » doit être défini.
- La plus grande partie des captures a eu lieu lors des activités de pêche dans le cours principal en Alaska et au Yukon près de la frontière, bien qu'une partie (%) ait lieu dans les affluents. (Les captures dans les affluents sont-elles ignorées dans ce document?)

3. Les données et les méthodes sont-elles adéquates pour étayer les conclusions?

Oui. Ceci représente l'effort le plus complet à ce jour pour estimer la dynamique géniteurs-recrues du saumon chinook du fleuve Yukon d'origine canadienne. Les données sont un amalgame de diverses méthodes avec les limitations associées sur une très large échelle spatiale. L'incertitude inhérente est considérable et les modèles produits sont asymétriques, les intervalles de crédibilité s'étendant considérablement plus haut que les estimations médianes pour  $G_{RMD}$  et  $G_{max}$ . Cela pourrait être indiqué plus clairement dans le document.

- 
4. Si le document présente des avis à l'intention des décideurs, les recommandations sont-elles présentées sous une forme utilisable, et les avis reflètent-ils l'incertitude des données, de l'analyse ou du processus?

Voir ma réponse à la question 2. L'incertitude est correctement indiquée dans le document en ce qui concerne les résultats, mais la contextualisation de cette incertitude en avis fait quelque peu défaut dans les sections sur la discussion et les conclusions. De plus, je félicite les auteurs d'avoir abordé les lacunes notables dans les données à l'annexe B, où trois lacunes sont indiquées (écloseries, population de saumon chinook de la rivière Porcupine et captures américaines dans le district 5). Chaque lacune est abordée séparément et, en général, le biais est considéré comme faible (2 % pour les écloseries, 2,5 % à 3,5 % pour les captures dans la rivière Porcupine et 5 % pour les captures dans le district américain). Cumulativement, cela représente un degré considérable de biais potentiel. Bien qu'il existe actuellement peu d'options pour en tenir compte explicitement, des commentaires supplémentaires sur l'examen de ce biais cumulatif sont justifiés. Quels sont les risques associés en tandem avec les incertitudes inhérentes au modèle?

Ces analyses font état d'un nombre considérable d'hypothèses du modèle. Une rationalisation supplémentaire pour savoir si ces hypothèses du modèle sont réalistes, ou si elles sont des précurseurs analytiques plus nécessaires, est nécessaire pour que les décideurs puissent en tenir compte. Voir les commentaires tout au long du texte.

5. Pouvez-vous suggérer d'autres domaines de recherche qui sont nécessaires pour améliorer l'analyse et les avis présentés dans le document de travail?

Oui. Examen explicite de la mortalité pendant la montaison et comptabilisation génétique du saumon chinook de la rivière Porcupine via une nouvelle analyse des échantillons de captures américains dans le cadre de la base de référence révisée des SNP. Voir le commentaire supplémentaire plus loin.

Dans certains cas, la terminologie doit être plus cohérente tout au long du document de travail.

- L'utilisation du terme « cours principal » dans « le saumon chinook du cours principal du fleuve Yukon d'origine canadienne » n'est pas claire; elle sous-entend qu'il s'agit d'un assemblage unique de saumons natifs du cours principal du fleuve Yukon. Je suggère de le remplacer par « le saumon chinook du fleuve Yukon d'origine canadienne » et d'ajouter une définition au début du document indiquant qu'il s'agit du regroupement canadien et non du saumon chinook de la rivière Porcupine. On pourrait également mentionner « saumon chinook du fleuve Yukon d'origine canadienne » = « saumon chinook d'origine canadienne » dans le reste du document afin de le simplifier.
- Le mot « population » est utilisé à tort pour décrire le regroupement canadien (voir ligne 195). Il convient d'utiliser une formulation cohérente pour décrire le regroupement à l'échelle du bassin, le regroupement d'origine canadienne et les populations natives de chaque cours d'eau.
- L'utilisation du terme « stock canadien » dans l'ensemble du document est maladroite; je suggère de le remplacer par « stock(s) canadien(s) » ou encore mieux « regroupement canadien ».
- L'utilisation des mots « stock » et « montaison » tout au long du texte est également un peu vague et interchangeables ou combinés. Je suggère de les remplacer par « regroupement » ou « unité de gestion » (UG) le cas échéant.
- L'ordre des stocks des cours inférieur et moyen et du Canada doit être cohérent dans tout le document.

---

## Commentaires principaux

1. Mortalité pendant la montaison/avant la fraie : l'hypothèse selon laquelle l'échappée correspond au nombre d'individus ayant franchi la frontière moins les captures est très large, en particulier avec un regroupement tel que celui du saumon chinook du fleuve Yukon d'origine canadienne (migration extrême, changements démographiques récents vers des poissons plus jeunes/plus petits). Le modèle de processus et autres exigent l'examen de la mortalité pendant la migration. Lignes 762-763 : conflits de données entre les stations Pilot et Eagle, mention de la mortalité pendant la montaison. Aux lignes 1164 à 1166 de l'annexe E, il est suggéré de tenir compte de la mortalité pendant la montaison. J'estime qu'il s'agit d'une grande priorité pour accroître l'efficacité de ces analyses. Des cadres existent déjà pour les populations de saumon des fleuves Fraser et Columbia où la mortalité pendant la montaison est explicitement prise en compte.
2. La notion de dépendance à la densité/productivité du regroupement de stocks est complexe, car elle s'applique idéalement à des populations distinctes. En outre, les points de référence de la PSS (p. ex.,  $G_{\text{gén}}$ ) sont destinés à être mis en œuvre à l'échelle de l'UC. L'utilisation à l'échelle du regroupement pourrait avoir des répercussions sur la conservation, car la diversité de la productivité et de la taille à l'échelle de l'UC n'est pas intégrée. Par conséquent,  $G_{\text{gén}}$  n'est pas approprié pour cette unité de gestion canadienne regroupée qui englobe de multiples populations et UC. Cela est mentionné aux lignes 813 et 1040 à 1046.
3. Je félicite l'équipe d'avoir intégré dans le document les changements dans la taille et le potentiel reproductif des femelles. Il s'agit d'une considération nouvelle, mais importante à la lumière des changements démographiques observés chez le saumon au Yukon et ailleurs. Bien qu'il existe des limitations dans l'inférence de la composition selon l'âge et le sexe provenant des filets rotatifs (avant 2007), ceci n'est pas unique à ce document de travail étant donné les nombreuses limitations liées aux données et les nombreuses hypothèses formulées.
4. Les objectifs d'échappée sont généralement confirmés par l'évaluation des réseaux de fraie natals. Dans ce cas, on suppose que tous les poissons détectés par le sonar de la station Eagle qui ne sont pas interceptés par les activités de pêche, parviennent aux frayères et se reproduisent avec succès. Compte tenu de la distance que ces poissons doivent encore parcourir, il s'agit d'une hypothèse non négligeable. On pourrait envisager de remplacer le terme « objectif d'échappée » par « objectif de passage à la frontière » ou un terme plus approprié. Il serait alors possible d'évaluer l'échappée réelle de géniteurs dans les réseaux natals pour la confirmer, et de prendre en compte d'autres facteurs tels que la mortalité pendant la montaison.

---

## RÉSUMÉ DES EXAMENS DES PARTICIPANTS

Vous trouverez ci-dessous un résumé des principaux sujets relevés par les examinateurs.

### Objectif 1 du cadre de référence

- Indices d'échappée des affluents à l'échelle du bassin versant et proportionnalité constante
- Diagnostic d'ajustement du modèle aux données
- Discussion plus approfondie sur les lacunes dans les données (prises accessoires, écloses, biais de capture, rivière Porcupine ou effets cumulatifs)
- Hypothèses du modèle et respect de celles-ci
- Intégration du modèle de reconstitution des montaisons et de l'analyse du stock-recrutement
- Utilisation des données sur les stocks américains pour documenter les stocks canadiens
- Pondération des données (y compris la capturabilité à la station Pilot)
- Biais de captures aux États-Unis ou au Canada
- Utilisation et traitement des données de dénombrement de poissons de l'écloserie de Whitehorse
- Examen de la mortalité pendant la montaison
- Examen de l'habitat (y compris les *a priori* basés sur l'habitat pour documenter  $G_{eq}$ )
- Alpha – correction du biais log-normal
- Corrélation des erreurs d'observations des échappées
- Justification de l'exclusion de données potentiellement informatives

### Objectif 2 du cadre de référence

- Utilisation de  $G_{gén}$  non appropriée pour le regroupement de stocks
- Grandes incertitudes pour les points de référence biologiques

### Objectif 3 du cadre de référence

- Justification des *a priori*, diagnostics et sensibilité
- Taille effective d'échantillon — proportions de captures
- Forme structurelle de l'analyse stock-recrutement (examen de l'anticompensation)

### Objectif 4 du cadre de référence

- Ensembles de données âge-sexe-longueur
- Davantage de contexte pour comprendre les limites et la relation avec d'autres travaux
- Utilisation de paramètres de recharge pour les géniteurs dans le modèle de Ricker

### Objectif 5 du cadre de référence

- Contextualiser l'incertitude des points de référence biologiques en avis
- Diversité des sous-stocks et risques

- 
- Clarifier le texte relatif à la politique nationale
  - Paramètres démographiques variant dans le temps, y compris les préoccupations relatives au changement climatique

### **Autres commentaires**

- Renseignements complémentaires sur la biologie des stocks et les activités de pêche
- Définitions de certains termes et utilisation cohérente de ceux-ci
- Recommandations de modifications et de clarifications
- Passage à la frontière par rapport à la terminologie utilisée dans les objectifs
- Répercussions de la variabilité environnementale
- Comparaison des estimations aux « anciens » résultats ou aux résultats publiés

### **Suggestions de travaux futurs**

- Qualité des échappées — extensions de modèles et pêches sélectives par taille
- Évaluation des stratégies de gestion
- Hétérogénéité génétique du regroupement des stocks canadiens
- Amélioration de l'évaluation et du traitement des poissons d'écloserie
- Meilleure évaluation des stocks touchés par l'écloserie et le barrage de Whitehorse
- Extension des ensembles de données pour inclure 2020, 2021 et les années futures
- Répercussions du biais du sonar de la station Pilote ou de la mortalité pendant la montaison sur la gestion en cours de saison
- Incorporation de l'abondance des juvéniles en milieu marin pour documenter les tendances temporelles de l'abondance des adultes
- Suppression du modèle de Ricker

## ANNEXE F : TABLEAU DES RÉVISIONS

Objectif du cadre de référence (le cas échéant)	Sujet	Révisions
1	Indices d'échappée des affluents à l'échelle du bassin versant et proportionnalité constante	Clarification dans le texte du soutien de l'hypothèse (p. ex., aucune tendance temporelle dans les résidus, inclure les corrélations médianes par paires dans l'abondance par affluent au sein des stocks et faire référence à des chiffres précis dans le rapport technique). Inclure un <i>a priori</i> supplémentaire comme option dans le texte et davantage de justification des <i>a priori</i> choisis.
1	Diagnostic d'ajustement du modèle aux données	Inclure des figures complémentaires des résidus échelonnés dans le temps pour chaque indice dans l'annexe C et les distributions <i>a priori</i> et <i>a posteriori</i> avec une justification additionnelle du choix des <i>a priori</i> . Réviser le graphique d'ajustement aux données de la station Pilot (figure C.1) pour tenir compte de la capturabilité dans la première partie de la série chronologique.
1	Discussion plus approfondie sur les lacunes dans les données, les biais et leurs conséquences (prises accessoires, éclosion, biais de capture, rivière Porcupine ou effets cumulatifs)	Clarification dans le texte incluant une discussion des conséquences cumulatives des biais potentiels et des biais potentiels supplémentaires (sous-estimation des captures des Premières Nations canadiennes, mortalité pendant la montaison au Canada). Inclure le tableau de la présentation de Brendan sur les biais avec une colonne pour expliquer les effets et les répercussions sur $G_{RMD}/G_{max}$ . Qu'est-ce que cela signifie?
1	Hypothèses du modèle et vérification du respect des hypothèses	Clarification dans le texte des hypothèses du modèle, évaluation de leur réalisation (p. ex., proportionnalité des affluents, captures en amont de la station Pilot).
1	Intégration du modèle de reconstitution des montaisons et du modèle géniteurs-recrues	Clarification dans le texte avec justification de l'approche utilisée, mise en garde sur le terme « intégré ».
1	Utilisation et traitement des données de dénombrement de poissons de l'éclosion de Whitehorse	Ajout d'un texte à la discussion sur l'influence des poissons d'éclosion dans l'annexe B, faisant référence aux résultats des analyses de sensibilité de l'approche de type « leave one out » qui ont révélé que la suppression de l'indice de Whitehorse a peu ou pas d'effet sur l'estimation de la remontée au Canada.
1	Examen de la mortalité pendant la montaison	Clarification dans le texte de la question, contexte/répercussions de la documentation existante sur les tolérances thermiques chez le saumon

Objectif du cadre de référence (le cas échéant)	Sujet	Révisions
		chinook. Davantage de contexte et de justification sont nécessaires. Priorité dans l'évaluation des stratégies de gestion.
1	Examen de l'habitat (y compris les <i>a priori</i> basés sur l'habitat pour documenter $G_{\text{éq}}$ )	Reconnaissance que les prolongations futures pourraient permettre d'étudier l'utilisation de mesures de la capacité de charge basées sur l'habitat de fraie accessible pour documenter les analyses des relations géniteurs-recrues (p. ex., en tant qu' <i>a priori</i> ). Modèle de Parken.
1	Alpha – correction du biais log-normal	Révision du texte dans le corps principal du document pour souligner que dans les évaluations de poissons marins, les corrections de biais log-normaux sont couramment appliquées dans l'estimation bayésienne (généralement directement dans la vraisemblance), suppression de la référence à Stow (2006) et maintien de l'annexe F uniquement si les autres examinateurs l'exigent.
1	Corrélation des erreurs d'observation des échappées	Ajout d'un texte reconnaissant que cela aurait pu être fait, mais qu'on l'a omis; inclure la justification. Deux types : autocorrélation ou entre affluents. Causes possibles : conditions environnementales, eau, crue, période de migration des juvéniles? Orientation des travaux futurs et dans le contexte des autres projets.
1	Justification de l'exclusion de données potentiellement informatives	Clarification dans le texte, référence à Pestal <i>et al.</i>
2	L'utilisation de $G_{\text{gén}}$ n'est pas appropriée pour un regroupement de stocks	À supprimer du document et des objectifs établis dans le cadre de référence et aborder les raisons pour lesquelles l'utilisation de $G_{\text{gén}}$ n'est pas appropriée (p. ex., pas approprié à l'échelle du regroupement des stocks; il a plutôt été développé pour une application à l'échelle de l'unité de conservation en vertu de la politique canadienne concernant le saumon sauvage).
2	Grandes incertitudes liées aux points de référence biologiques	Clarification dans le texte que, malgré une grande incertitude, le contenu informatif des estimations <i>a posteriori</i> est toujours présent et que, lorsqu'elles sont combinées avec les profils de probabilité, les informations sont suffisantes pour comprendre les compromis et les résultats attendus sur une plage d'abondances potentielles de géniteurs.
3	Justification des <i>a priori</i> , diagnostics et sensibilité	Clarification dans le texte de la justification des <i>a priori</i> utilisés, inclusion de figures sur les <i>a priori</i> ou la distribution des <i>a posteriori</i> , explication de la

Objectif du cadre de référence (le cas échéant)	Sujet	Révisions
		raison pour laquelle les termes de variance supplémentaires pour les estimations d'abondance et les dénombrements d'échappées (sigma_add) étaient peu informatifs et construits sur la base d'une intuition concernant des projets précis.
	3 Taille effective d'échantillon — proportions de captures	Clarification dans le texte précisant que l'on n'a pas exploré la sensibilité à la taille effective de l'échantillon puisqu'elle est dérivée de la mortalité par pêche et que cette dernière est un paramètre libre (sans contrainte), ce qui signifie que son influence est considérée comme minime.
	3 Forme structurelle du modèle géniteurs-recrues (échelle à laquelle la différence retardée se produit, surcompensation, etc.)	Ajouter la reconnaissance de ce fait à la discussion et souligner l'importance de considérer d'autres formes structurelles pour les relations géniteurs-recrues dans les travaux futurs, en particulier les simulations prospectives. Envisager l'examen d'autres modèles géniteurs-recrues pour (p. ex., en bâton de hockey). Davantage de contexte sur la biologie des saumons de type fluvial au Yukon. Examiner les répercussions du regroupement de nombreuses populations sur les relations géniteurs-recrues.
	4 Ensembles de données âge-sexe-longueur	Clarification dans le texte avec discussion ou interprétation des rapports des sexes qui résultent de la correction de la sélectivité du filet rotatif (p. ex., assez élevé, ce qui pourrait être un signal d'alarme, mais il faut aussi souligner que les stocks canadiens comportent une proportion très élevée de femelles âgées [p. ex., de 7 ans] et que les ensembles de données sur le sexe [R. Brown] montrent que la majorité des individus de 7 ans sont des femelles, ce qui pourrait expliquer un rapport des sexes élevé).
	4 Contexte pour comprendre les limites et la relation avec d'autres travaux	Clarification dans le texte interprétant les résultats dans le document de travail en regard d'autres travaux récents (p. ex., le saumon chinook du fleuve Kuskokwim) propres à la qualité des échappées.
	4 Utilisation de paramètres de rechange pour les géniteurs dans le modèle de Ricker	Le document de travail reconnaît actuellement les hypothèses associées à la forme structurelle que l'on a envisagée et recommande de réfléchir à des solutions complémentaires dans la section des recommandations.
	5 Contextualiser l'incertitude des points de référence biologiques en avis	Clarification dans le texte que, malgré une grande incertitude, le contenu informatif des estimations <i>a posteriori</i> est toujours présent et que, lorsqu'elles sont combinées avec les profils de probabilité, les informations sont suffisantes pour comprendre les compromis et les résultats attendus sur une

---

**Objectif du  
cadre de  
référence  
(le cas  
échéant)**

**Sujet**

**Révisions**

---

5 Diversité des sous-stocks

plage d'abondances potentielles de géniteurs. Ajout dans l'introduction de mises en garde contre d'autres considérations relatives aux points de référence biologiques.

5 Clarifier le texte relatif à la politique nationale (p. ex., points de repère par rapport aux points de référence, PSS,  $G_{\text{gén}}$ )

Actuellement discuté dans les conclusions. Biologie des stocks au sein de l'introduction, y compris la diversité.

Clarification dans le texte de l'introduction ou de la discussion.

5 Paramètres démographiques variant dans le temps, y compris préoccupations relatives au changement climatique

Ajout d'une recommandation visant à prendre en compte les processus de population variant dans le temps dans les travaux ultérieurs (p. ex., extensions de la qualité des échappées, évaluation des stratégies de gestion). Modification des hypothèses sur la mortalité pendant la montaison.

- 
- Recommandations pour la révision et la clarification du texte
  - Renseignements complémentaires sur la biologie des stocks et les activités de pêche
  - Définition de certains termes et utilisation cohérente de ceux-ci
  - Répercussions de la variabilité environnementale
- 

Clarification dans le texte.

Clarification dans le texte à l'aide du contenu figurant au début de la présentation du document de travail lors de la première journée et des suggestions des examinateurs.

Clarification dans le texte.

Clarification dans le texte.

---