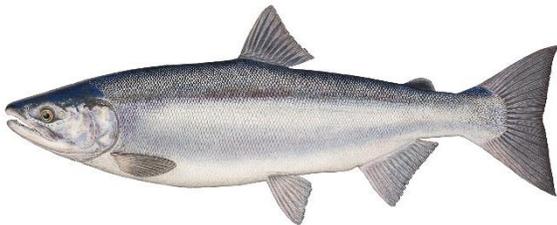




ESTIMATIONS DE POINTS DE RÉFÉRENCE AUX FINS DE GESTION ET D'UN OBJECTIF D'ÉCHAPPÉE DE GÉNITEURS REPOSANT SUR DES DONNÉES BIOLOGIQUES POUR LE STOCK DE SAUMON ROUGE DE LA RIVIÈRE TAKU D'ORIGINE CANADIENNE



Saumon rouge adulte (Source : Paul Vecsei, Pêches et Océans Canada)



Figure 1. Carte du bassin hydrographique de la rivière Taku, un cours d'eau transfrontière qui passe dans nord-ouest de la Colombie-Britannique et le sud-est de l'Alaska (carte fournie par le ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska).

Contexte

Dans la rivière Taku, il existe un stock transfrontière de saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) géré conjointement par le Canada et les États-Unis aux termes du Traité sur le saumon du Pacifique (ci-après appelé « Traité »). Selon le chapitre sur les cours d'eau transfrontière de l'annexe IV du Traité, les parties « doivent élaborer un objectif d'échappée correspondant au rendement constant maximum bilatéralement convenu avant le début de la saison de pêche 2020. » À la lumière de cette disposition, on a entrepris des travaux visant à estimer des points de référence biologiques pour le stock de saumon rouge de la rivière Taku d'origine canadienne, y compris l'abondance de géniteurs qui permet de maximiser le rendement constant à long terme dans des conditions moyennes (G_{RMD}). On a entrepris des travaux supplémentaires afin d'examiner des objectifs en matière de gestion selon divers profils (p. ex., profils de surpêche, de recrutement et de rendement) ainsi que des points de référence aux fins de gestion envisagés, qui sont fondés sur des définitions bilatéralement convenues.

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs régional du 5 au 6 novembre 2019 sur l'Examen de l'évaluation du saumon rouge de Taku et établissement d'un objectif d'échappée biologique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

SOMMAIRE

- Le Conseil transfrontière a besoin qu'on lui recommande un objectif d'échappée fondé sur le rendement maximum durable (RMD) à l'échelle du stock afin d'appuyer le régime de gestion et d'évaluation du stock, qui a été élaboré par le Comité technique conjoint transfrontière des parties, aux fins de mise en œuvre avant le début de la saison de pêche 2020.
- Voici les objectifs précis liés à l'évaluation.
 1. Déterminer les échappées de géniteurs qui permettraient d'atteindre le RCM pour le stock de saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) de la rivière Taku d'origine canadienne.
 2. Déterminer les points de référence biologiques appropriés pour la gestion du stock de saumon rouge de la rivière Taku d'origine canadienne.
- Un modèle bayésien état-espace de Ricker, qui est structuré selon l'âge et qui comprend une composante autorégressive à décalage d'un an, a été ajusté aux données relatives aux saumons rouges de la Taku d'origine canadienne, dont la longueur calculée de la moitié de l'œil à la fourche de la queue est supérieure à 349 mm pour les années d'éclosion de 1980 à 2014.
- Voici les données qui ont été utilisées dans le modèle état-espace :
 1. estimations des prises de saumon rouge de la Taku d'origine canadienne pêchées dans les zones terminales;
 2. estimations obtenues selon la méthode de capture-recapture de l'abondance du saumon rouge de la Taku d'origine canadienne en amont de la frontière;
 3. estimations pondérées liées à la composition selon l'âge des prises de saumon rouge de la Taku pêchées dans le district 111 des États-Unis, dans le cadre de la pêche commerciale traditionnelle au filet maillant dérivant, et des saumons rouges capturés dans des tourniquets situés à proximité de l'île Canyon, dans le cours inférieur de la rivière Taku.

Des estimations de l'incertitude ont été appliquées à ces sources de données. Les données susmentionnées ont été examinées et mises à jour dans le cadre d'un processus bilatéral qui a commencé en 2018.

- On a estimé l'abondance du stock selon les données d'études de capture-recapture au moyen du progiciel *BTSPAS* (Bonner et Schwarz, 2020; Schwarz *et al.*, 2009) qui génère, au moyen de la méthode de Petersen, des estimations bayésiennes qui sont stratifiées en fonction du temps et d'autres qui sont regroupées. Les estimations bayésiennes stratifiées en fonction du temps tiennent compte, de façon explicite, de plusieurs sources de biais possibles fréquentes (p. ex., saumons marqués non détectés lorsque la pêche est fermée) puisqu'on a extrapolé une courbe du moment de la remontée à partir des données issues d'individus marqués. Cependant, les estimations bayésiennes sont issues de calculs complexes et peuvent être sensibles aux hypothèses *a priori*. Les deux types d'estimations de Petersen étaient généralement très semblables. Pour cette raison, les responsables du processus d'examen bilatéral ont choisi d'utiliser des estimations de Petersen regroupées à titre de données d'entrée pour le modèle état-espace.
- On a ajusté les estimations de Petersen regroupées de l'abondance de saumon rouge de la Taku d'origine canadienne, qui ont été obtenues au moyen de la méthode de capture-recapture, en fonction du taux de saumons non-recapturables et du biais lié à la taille. Les

données de 1984 à 2016 ont été ajustées de 25,5 % pour tenir compte des individus non-recapturables; ce pourcentage était fondé sur une moyenne pondérée des saumons non-recapturables observés lors d'études par radiotélémétrie menées en 1984, 2015, 2017 et 2018. Des estimations des saumons non-recapturables pour l'année ont été utilisées pour 2017 et 2018. Les estimations de 1984 à 2002 ont été ajustées de 6,4 % (selon la moyenne de 2003 à 2018) pour corriger le biais lié à la taille; les ajustements pour la période de 2003 à 2018 étaient des estimations stratifiées selon la taille propres à l'année.

- On a utilisé ce modèle pour estimer l'abondance de la remonte historique en zone terminale chaque année, l'effectif en rivière, le nombre de géniteurs, les paramètres stock-recrutement et les points de référence biologiques.
- Voici les points de référence biologiques précis qui ont été estimés à partir du modèle : $G_{RMD} = 43\ 857$ saumons (intervalle de crédibilité à 90 % : de 30 422 à 99 699), 80 % de $G_{RMD} = 35\ 086$ saumons (de 24 337 à 79 760), $G_{MAX} = 59\ 145$ saumons (de 35 843 à 164 901), $G_{EQ} = 124\ 106$ saumons (de 97 418 à 252 655) et $G_{GEN} = 5\ 873$ saumons (1 967 à 25 146).
- Le faible contraste entre les estimations d'échappées de géniteurs a entraîné une importante incertitude associée aux points de référence biologiques. Des analyses de sensibilité de la distribution *a priori* pour le paramètre dépendant à la densité (β) ont généré des estimations médianes semblables pour les résultats clés du modèle.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

La rivière Taku est un cours d'eau transfrontière qui coule depuis le plateau de Stikine, situé dans le Nord-Ouest de la Colombie-Britannique. La jonction de deux principaux affluents, les rivières Inklin et Nakina, à environ 50 km en amont de la frontière entre l'Alaska et la Colombie-Britannique, forme le cours principal de la Taku. Cette rivière coule vers le sud-ouest depuis cette jonction; elle passe par les montagnes de la chaîne Côtière et se jette éventuellement dans l'inlet Taku, situé dans le Sud-Est de l'Alaska, environ 30 km à l'est de Juneau (sous-district 111-32) (figure 1). La majorité du bassin hydrographique de la Taku, d'une superficie de 17 000 km², se trouve au Canada (Neal *et al.*, 2010). La rivière accueille l'une des plus importantes remontes de saumon rouge du Nord de la Colombie-Britannique et du Sud-Est de l'Alaska; des saumons rouges frayent dans l'ensemble du bassin hydrographique, dans des milieux fluviaux et lacustres.

Les captures de saumon rouge retournant dans le bassin hydrographique de la Taku sont principalement effectuées dans le district 111 des États-Unis, dans le cadre de la pêche commerciale traditionnelle au filet maillant dérivant (ci-après appelé « pêche au filet maillant dans le D111 » effectuée dans l'inlet Taku (sous-district 111-32), et dans le cadre de la pêche commerciale en rivière au Canada (Pacific Salmon Commission Joint Transboundary Technical Committee, 2019). D'autres prises de saumon rouge sont issues de la pêche à des fins personnelles en rivière aux États-Unis, des pêches expérimentales et d'évaluation, et de la pêche autochtone à des fins alimentaires, sociales et cérémonielles au Canada (ci-après appelé « pêche autochtone »).

Le stock de saumon rouge de la Taku est géré conjointement par Pêches et Océans Canada (MPO), le ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska et la Première Nation des Tlingit de la rivière Taku. Par l'entremise du Traité de 1985, la Commission du saumon du Pacifique engage le Canada et les États-Unis à respecter des obligations en matière de conservation et de partage des prises qui concernent les saumons provenant de la portion canadienne de la Taku. Le Traité prévoit une gestion assurée conjointement par les deux pays

et des obligations en matière de conservation (par l'entremise d'un objectif d'échappée de géniteurs) et de partage des prises (partage du total autorisé des captures au prorata) pour le stock saumon rouge de la Taku. Ce stock est géré comme un ensemble aux termes des dispositions du chapitre 1 de l'annexe IV du Traité.

Le présent document vise à fournir un avis scientifique concernant l'élaboration d'un objectif d'échappée de géniteurs fondé sur des données biologiques pour le stock de saumon rouge de la Taku d'origine canadienne. Cet objectif d'échappée doit être fondé sur le rendement maximum durable (RMD) et être associé à des points de référence biologiques qui sont conformes à l'approche de précaution et à la *Politique concernant le saumon sauvage* du MPO (Holt, 2009; Grant *et al.*, 2011; MPO, 2005), à la politique sur la pêche durable du saumon de l'Alaska (règlements de l'Alaska Board of Fisheries; *Policy for the Management of Sustainable Salmon Fisheries* : 5 AAC 39.222) et à la politique sur les objectifs d'échappée pour le saumon à l'échelle de l'État (*Policy for Statewide Salmon Escapement Goals* : 5 AAC 39.223). L'avis scientifique est fondé sur les estimations relatives aux prises issues de la pêche en zone terminale et aux remontes en rivière, en amont de la frontière, qui sont calculées depuis près de quatre décennies. Grâce à l'avis concernant les points de référence biologiques, on pourra mener une future évaluation de la situation afin de respecter les exigences décrites dans l'approche de précaution et la *Politique concernant le saumon sauvage* du Canada, et la politique sur la pêche durable du saumon de l'Alaska.

Voici les objectifs précis liés à l'évaluation.

Objectif 1 : Déterminer l'échappée de géniteurs qui permettrait d'atteindre le RCM pour le stock de saumon rouge de la Taku.

Objectif 2 : Déterminer les points de référence biologiques appropriés pour la gestion du stock de saumon rouge de la Taku.

Ces objectifs proviennent principalement d'une obligation figurant dans les dispositions les plus récentes du chapitre 1 de l'annexe IV du Traité; celle-ci impose l'établissement d'un objectif d'échappée fondé sur le RMD bilatéralement convenu avant le début de la saison de pêche 2020. Voici ce qui est indiqué dans le paragraphe 3b)(i)(B) :

Les parties doivent rédiger un rapport technique conjoint et l'examiner à l'aide de leur mécanisme respectif. Ce rapport servira à établir, avant le début de la saison de pêche 2020, un objectif d'échappée fondé sur le rendement maximum durable bilatéralement convenu pour le stock de saumon rouge de la Taku. [traduction]

Le Conseil transfrontière a besoin de recommandations sur l'objectif d'échappée à l'échelle du stock afin d'appuyer le régime de gestion et d'évaluation du stock, qui a été élaboré par le Comité technique conjoint transfrontière des parties. L'objectif d'échappée de géniteurs initial, établi en 1985, était de 75 000 individus et la plage connexe allait de 71 000 à 80 000 individus. En février 2019, les parties ont convenu d'un objectif provisoire révisé pour la saison de pêche 2019 qui était fondé sur l'objectif initial; pour établir celui-ci, on a ajusté l'objectif initial à la baisse de 22 % afin de tenir compte des taux de saumons rouges non-recapturables par le passé, observés dans le cadre d'études par radio-téléométrie menées en 1984, 2015, 2017 et 2018 (Pacific Salmon Commission Joint Transboundary Technical Committee, 2019). La plage de l'objectif provisoire allait de 55 000 à 62 000 individus, et l'objectif de gestion était de 59 000 individus.

Les populations de saumon rouge de la Taku ont été regroupées en unités de conservation (UC) dans le cadre des évaluations de la situation de l'espèce au Canada menées aux termes de la *Politique concernant le saumon sauvage* du MPO (MPO, 2005), mais les UC

du saumon rouge de la Taku sont actuellement regroupées en un seul stock aux fins de gestion (p. ex., remontes en cours de saison, objectif d'échappée de géniteurs; voir la section 1.2.4 de la *Politique concernant le saumon sauvage* du Canada) (MPO, 2005). Les analyses figurant dans le présent avis scientifique sont principalement effectuées à l'échelle de ce stock. Dans l'avis, toutes les occurrences du mot « frontière » font référence à la frontière entre le Canada et les États-Unis dans le cours inférieur de la rivière Taku. Les estimations de l'abondance de saumon rouge déterminées au moyen de la méthode de capture-recapture ne comprennent pas les individus ayant une longueur calculée de la moitié de l'œil à la fourche de la queue inférieure à 350 mm. Par conséquent, l'objectif d'échappée et les points de référence connexes réfèrent aux saumons issus de la fraye naturelle pour lesquels la longueur calculée de la moitié de l'œil à la fourche est supérieure à 349 mm.

DONNÉES

Voici les données relatives au saumon rouge de la Taku d'origine canadienne qui ont été utilisées dans le modèle état-espace présentant les relations entre les géniteurs et les recrues :

1. estimations des prises de saumons issus de la fraye naturelle et d'individus mis en valeur (issus d'écloseries) en amont et en aval de la frontière, et coefficients de variation (CV) connexes;
2. estimations de l'abondance de saumon rouge en amont de la frontière déterminées au moyen de la méthode de capture-recapture, et CV connexes;
3. estimations pondérées de la composition par âge des prises de saumon rouge issues de la pêche au filet maillant dans le D111 et de tourniquets installés dans le cours inférieur de la rivière Taku (île Canyon).

Dans l'analyse, on a seulement tenu compte des prises issues de pêches dirigées réalisées dans des zones marines terminales (district 111 des États-Unis), ce qui comprend les prises accessoires de saumon rouge de la Taku issues de la pêche du saumon d'écloserie à la senne coulissante dans le port d'Amalga (district 111), de la pêche à des fins personnelles en rivière aux États-Unis et de la pêche en rivière au Canada (pêches expérimentale et d'évaluation, commerciale et autochtone). Par conséquent, l'abondance de la remonte concerne les saumons rouges de la Taku d'origine canadienne qui ont atteint des zones marines terminales.

Pour estimer l'abondance de saumon rouge d'origine canadienne en rivière, on a utilisé des données issues d'études de capture-recapture menées chaque année de 1984 à 2018 et importées dans l'environnement R (R Core Team, 2019; version 3.6.0) au moyen du progiciel *BTSPAS* et d'extensions personnalisées (Bonner et Schwarz, 2020; Schwarz *et al.*, 2009; Schwarz, 2006). Les saumons dont la longueur calculée de la moitié de l'œil à la fourche était supérieure à 349 mm ont été capturés au moyen de tourniquets situés à proximité de l'île Canyon, dans le cours inférieur de la rivière Taku, puis marqués et remis à l'eau. Certains saumons marqués ont ensuite été recapturés dans le cadre d'activités de pêche commerciale menées en amont de la frontière. Un examen détaillé de données télémétriques et d'autres données connexes a permis de faire des ajustements importants pour corriger les biais liés aux individus non-recapturables et à la sélection d'individus selon leur longueur (c.-à-d. biais lié à la longueur) concernant les études effectués. Les données sur l'abondance en rivière de 1984 à 2002 (à l'exception de 1986) étaient fondées sur des estimations regroupées obtenues au moyen de la méthode de Petersen qui n'étaient pas stratifiées selon la longueur des individus. On a ajusté ces estimations à la baisse de 6,4 % pour corriger le biais moyen observé entre les estimations regroupées obtenues au moyen cette méthode de 2003 à 2018 qui étaient stratifiées selon la longueur, et celles qui ne l'étaient pas. À partir de 2003, les données de

l'abondance en rivière étaient fondées sur des estimations obtenues au moyen de la méthode de Petersen qui étaient propres à une année donnée et stratifiées selon la longueur des individus. On a ajusté toutes les estimations (de 1984 à 2018, à l'exception de 1986) pour corriger le biais lié aux individus non-recapturables, c'est-à-dire ceux qui ne peuvent pas être recapturés (p. ex., saumons marqués tués par des prédateurs, saumons frayant en aval de la frontière et saumons morts à la suite d'activités de capture, de manipulation et de marquage menées aux tourniquets situés à proximité de l'île Canyon). Pour les années 1984 à 2016, on a ajusté de 25,5 % les estimations de l'abondance obtenues par capture-recapture afin de corriger le biais lié aux individus non-recapturables. Ce taux était fondé sur la moyenne pondérée des données issues d'études par radio-télémetrie menées en 1984, 2015, 2017 et 2018. Pour 2017 et 2018, les estimations ont été ajustées selon des taux correspondant aux individus non-recapturables qui étaient propres à l'année (32,1 % en 2017 et 14,6 % en 2018); ces taux ont été calculés selon les données issues d'études par radio-télémetrie menées pendant ces années.

On a estimé la composition du stock selon l'âge à partir d'une combinaison pondérée des données sur l'âge issues de la pêche du saumon rouge au filet maillant dans le D111 (inlet Taku) et des tourniquets situés à proximité de l'île Canyon.

ANALYSE

On a analysé les données liées aux relations entre les géniteurs et les recrues chez le saumon rouge de la Taku au moyen d'un modèle bayésien état-espace géniteurs-recrues de Ricker (Ricker, 1954) qui comprend une composante autorégressive à décalage d'un an et qui est structuré selon l'âge. Un modèle état-espace est un modèle en série chronologique qui présente les variables observées et les états non observés. Il sert à décrire l'incertitude introduite dans les estimations de l'abondance de géniteurs qui permettrait d'atteindre le RMD (Fleischman *et al.*, 2013).

L'utilisation d'un modèle bayésien état-espace structuré selon l'âge permet de tenir compte de la variation du processus (fluctuations naturelles) concernant la productivité du stock, le recrutement et l'âge à la maturité, indépendamment des erreurs d'observation (incertitude associée à la mesure des données observées) liées à l'abondance de la remonte, au nombre de prises et à la composition du stock selon l'âge. De plus en plus, de tels modèles remplacent les méthodes habituelles permettant d'analyser les relations géniteurs-recrues chez les saumons du Pacifique (p. ex., Bernard et Jones III, 2010; Schmidt et Evans, 2010; Eggers et Bernard, 2011; Fleischman *et al.*, 2013; Fleischman et Reimer, 2017).

Les points de référence biologique (p. ex., 80 % de G_{RMD} , G_{RMD} , G_{MAX} , G_{GEN} , G_{EQ}) ont été estimés en fonction d'échantillons issus des distributions *a posteriori*.

On a résumé le rendement prévu des objectifs d'échappée de géniteurs de rechange dans les trois types de profil de probabilité ci-dessous.

- Profils de rendement optimal : probabilité qu'un niveau donné d'échappée de géniteurs produise des rendements moyens dépassant X % du RMD (Fleischman *et al.*, 2011).
- Profils de surpêche : probabilité de surpêche du stock entraînant un rendement constant inférieur à un pourcentage donné (70 %, 80 % ou 90 %) du RMD en raison d'une pêche trop intense ou d'un nombre insuffisant de saumons pouvant frayer (Bernard et Jones III, 2010).
- Profils de recrutement maximal : probabilité qu'un niveau donné d'échappée de géniteurs produise un nombre moyen de recrues dépassant X % du recrutement maximum (Hamazaki *et al.*, 2012).

Analyse de sensibilité de la distribution *a priori* pour le paramètre bêta

On a mené des analyses de sensibilité de la distribution *a priori* pour le paramètre bêta à partir de la fonction généiteurs-recrues. La distribution *a priori* de référence pour le paramètre bêta était une distribution normale avec une moyenne de 0, une précision (inverse de la variance) de 0,000001 et la contrainte d'être supérieure à $1,0 \times 10^{-6}$. Une première distribution *a priori* de rechange pour le paramètre bêta, β_1 , était une distribution uniforme allant de 0,000001 jusqu'à 1,0. Une seconde distribution *a priori* de rechange pour le paramètre bêta, β_2 , était une distribution normale avec une moyenne de 0 et une précision de 0,000001, sans contrainte.

Analyse de sensibilité pour les premières années (de 1980 à 1983) pendant lesquelles il n'y a pas eu d'estimation de l'abondance du stock par capture-recapture

On a aussi mené des analyses de sensibilité pour les premières années, pendant lesquelles il n'y a pas eu d'estimation de l'abondance obtenue au moyen de la méthode de capture-recapture. Pour tous les scénarios, on a utilisé les estimations de l'abondance par capture-recapture de 1984 et 1985, et de 1987 à 2018 comme données d'entrée pour estimer l'abondance du stock en amont de la frontière; on a aussi utilisé les coefficients de variation connexes tirés du modèle de référence. Il n'y a pas eu d'estimation de l'abondance en rivière pour 1986. Dans le cadre des analyses de sensibilité, on a examiné cinq scénarios. Pour les scénarios 1a, 1b et 1c, les estimations de l'abondance en rivière pour la période de 1980 à 1983 et l'année 1986 correspondaient aux données de sortie des estimations médianes de l'abondance obtenues par capture-recapture, qui étaient tirées de la distribution *a posteriori* du modèle de référence. On a ajusté le coefficient de variation pour chaque scénario (0,90, 0,50 et 0,10, respectivement) afin de représenter les différents degrés de confiance liés à ces estimations.

Pour le deuxième scénario, les estimations de l'abondance médiane des captures-recaptures à partir de la distribution postérieure du modèle de base pour les années 1980-1983 et 1986 ont été multipliées par 0,75 pour représenter une abondance potentiellement inférieure à celle du modèle de base pour ces années. Les coefficients de variation ont été fixés à 0,10 pour ces années. Pour le troisième scénario, les estimations de l'abondance médiane des captures-recaptures à partir de la distribution postérieure du modèle de base pour les années 1980-1983 et 1986 ont été multipliées par 1,33 pour représenter une abondance potentiellement plus élevée que celle du modèle de base pour ces années. Les coefficients de variation ont été fixés à 0,10 pour ces années.

RÉSULTATS

Rendement, capacité et productivité du stock

Les résultats liés aux relations entre les généiteurs et les recrues obtenus au moyen du modèle de Ricker ont été corrigés en fonction des erreurs de mesure concernant les valeurs de généiteurs (G) et de recrues (R) lorsqu'ils découlaient du modèle état-espace structuré selon l'âge, qui avait été ajusté aux estimations de l'abondance obtenues par capture-recapture, aux données liées aux prises et aux données liées à la composition du stock selon l'âge. Ces résultats sont représentés par les barres d'erreur dans la figure 2; chaque paire de données est pondérée selon la précision avec laquelle elle a été estimée. Certaines des relations plausibles (aires ombragées grises) variaient beaucoup par rapport aux médianes de la distribution *a*

posteriori pour $\ln(\alpha')$ et β (figure 2; ligne tiretée noire). L'estimation médiane d' $\ln(\alpha')$ était de 2,11, ce qui correspond à une valeur d' α' de 8,17 ($\alpha \geq 4$ correspond à un stock très productif; Su et Peterman, 2012). L'estimation médiane du paramètre dépendant de la densité, β , était de $1,69 \times 10^{-5}$. L'incertitude liée au paramètre β était reflétée par la variation des valeurs de G entraînant le recrutement maximal ($G_{MAX} = 1/\beta$), et l'incertitude liée à l'abondance d'équilibre, G_{EQ} , est reflétée par la variation des valeurs de G , à l'endroit où les courbes croisent la ligne de remplacement. Le contraste entre les données sur les géniteurs utilisées dans l'analyse des géniteurs et des recrues (1980-2014) était faible (3,8 ; Clark et al. 2014). Le paramètre AR(1) estimé était de 0,24, ce qui suggère une faible corrélation de série positive de retard-1 dans les résidus.

Les estimations d'échappée, que l'on a obtenues en ajustant un modèle état-espace aux données relatives au saumon rouge de la Taku, allaient de 24 075 saumons en 1982 à 102 456 saumons en 2016 (figure 3). Pour intégrer l'incertitude relative aux relations plausibles entre les géniteurs et les recrues (figure 2), on a comptabilisé des échappées de géniteurs données qui ont permis d'atteindre ou non les points de référence biologiques des relations géniteurs-recrues plausibles afin de créer les profils de surpêche (figure 4; graphique du haut), les profils de recrutement maximal (figure 4; graphique du centre) et les profils de rendement optimal (figure 4; graphique du bas). Les profils de recrutement maximal, pour lesquels les probabilités les plus élevées sont obtenues lorsque G_{MAX} se rapproche de 59 145 saumons, montrent la probabilité d'atteindre au moins 70 %, 80 % ou 90 % du recrutement maximal pour des niveaux d'échappée précis. Les profils de rendement optimal montrent la probabilité qu'un nombre donné de géniteurs permette d'atteindre au moins 70 %, 80 % ou 90 % du RMD. On peut utiliser ces probabilités, qui sont les plus élevées lorsque G_{RMD} se rapproche de 43 857 saumons, pour quantifier l'efficacité du rendement d'objectifs d'échappée possibles, en tenant compte de l'incertitude relative à l'abondance et à la productivité véritables du stock (figure 4). Les profils de surpêche montrent la probabilité que le rendement constant soit réduit à moins de 70 %, 80 % ou 90 % du RMD si trop peu de saumons peuvent frayer.

Région du Pacifique **Saumon rouge de la Taku –objectif d'échappée de géniteurs et points de référence aux fins de gestion**

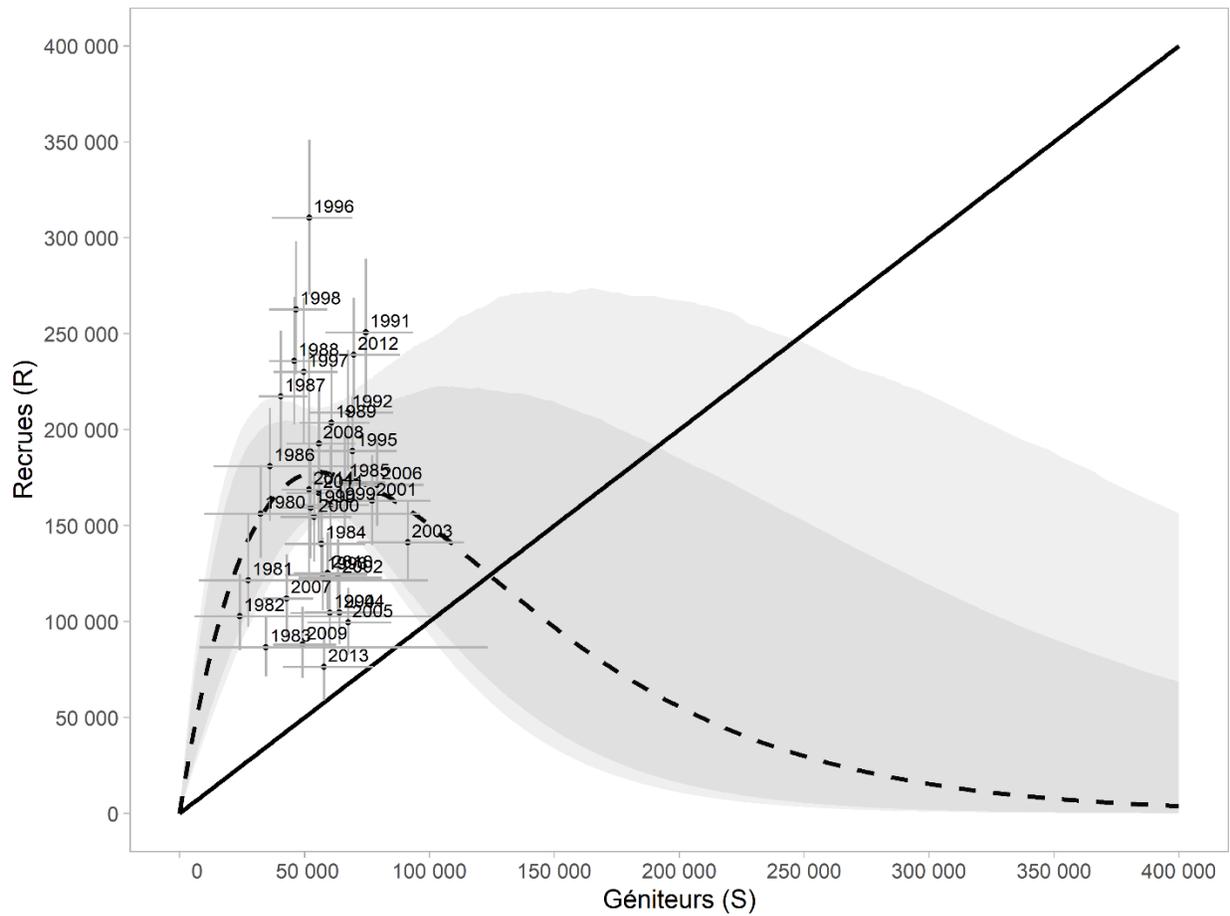


Figure 2. Relations géniteurs-recrues plausibles (aires ombragées autour de la ligne tiretée) pour le stock de saumon rouge de la Taku, découlant d'un modèle bayésien état-espace ajusté aux données relatives à l'abondance du stock, aux prises et à l'âge des individus pêchés pour la période allant de 1980 à 2018. Les médianes de la distribution a posteriori du nombre de recrues et de géniteurs sont représentées par un point associé à une année d'éclosion; les lignes grises représentent l'intervalle de crédibilité à 95 %. La ligne tiretée noire représente la relation selon le modèle de Ricker obtenue à partir des médianes de la distribution a posteriori des paramètres $\ln(\alpha')$ et β ; les aires ombragées représentent les intervalles de crédibilité à 90 % et à 95 %. La ligne pleine noire représente le nombre de recrues nécessaire pour remplacer les géniteurs.

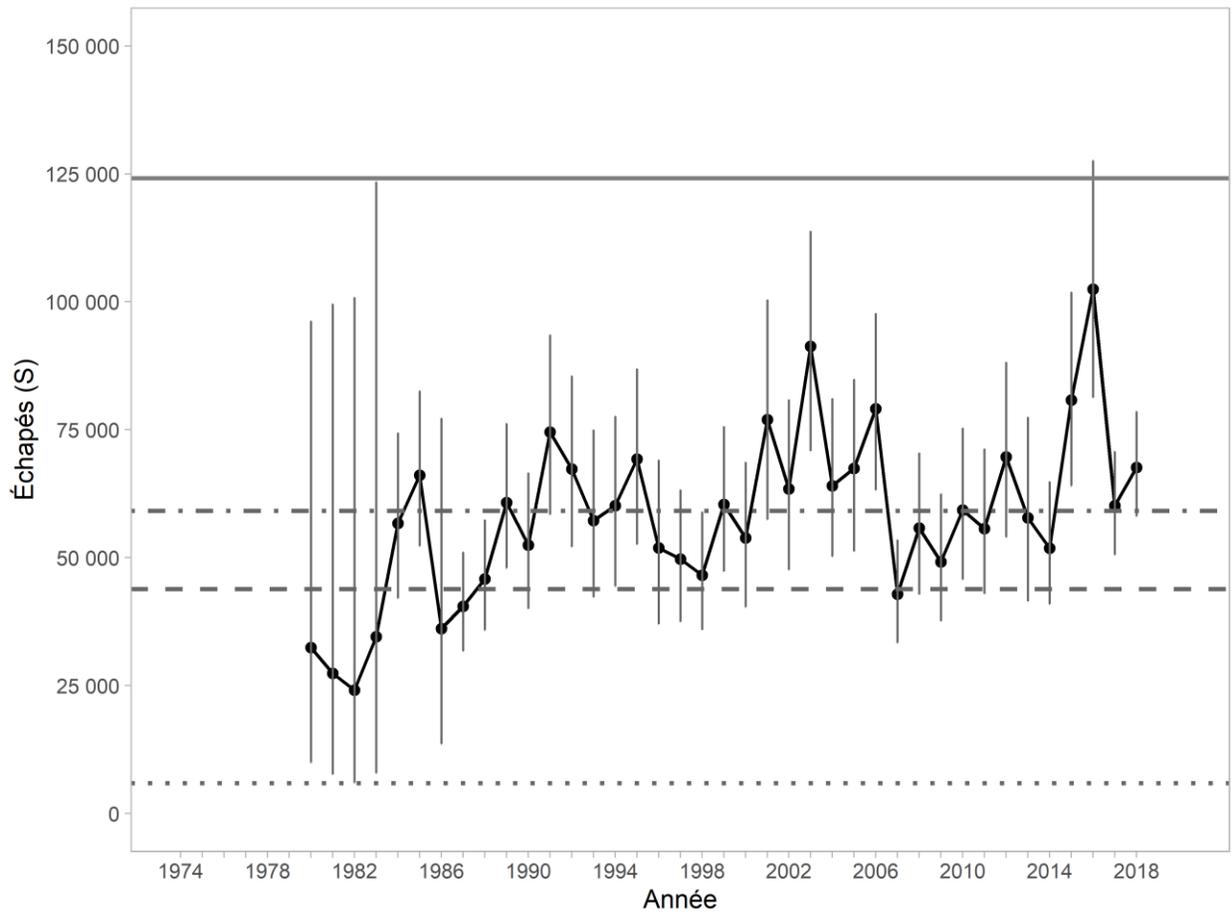


Figure 3. Médianes a posteriori des estimations d'échappée et intervalles de crédibilité à 95 % connexes (lignes verticales) obtenus en ajustant un modèle bayésien état-espace aux données relatives au saumon rouge de la Taku, de 1980 à 2018. Les médianes a posteriori de G_{MAX} (ligne horizontale tiretée et pointillée), G_{RMD} (ligne horizontale tiretée), G_{GEN} (ligne horizontale pointillée) et G_{EQ} (ligne horizontale pleine) représentent les lignes de référence. Les années où l'incertitude est plus élevée correspondent aux années pendant lesquelles il n'y a pas eu d'estimation de l'abondance obtenue au moyen de la méthode de capture-recapture (de 1980 à 1983, et 1986).

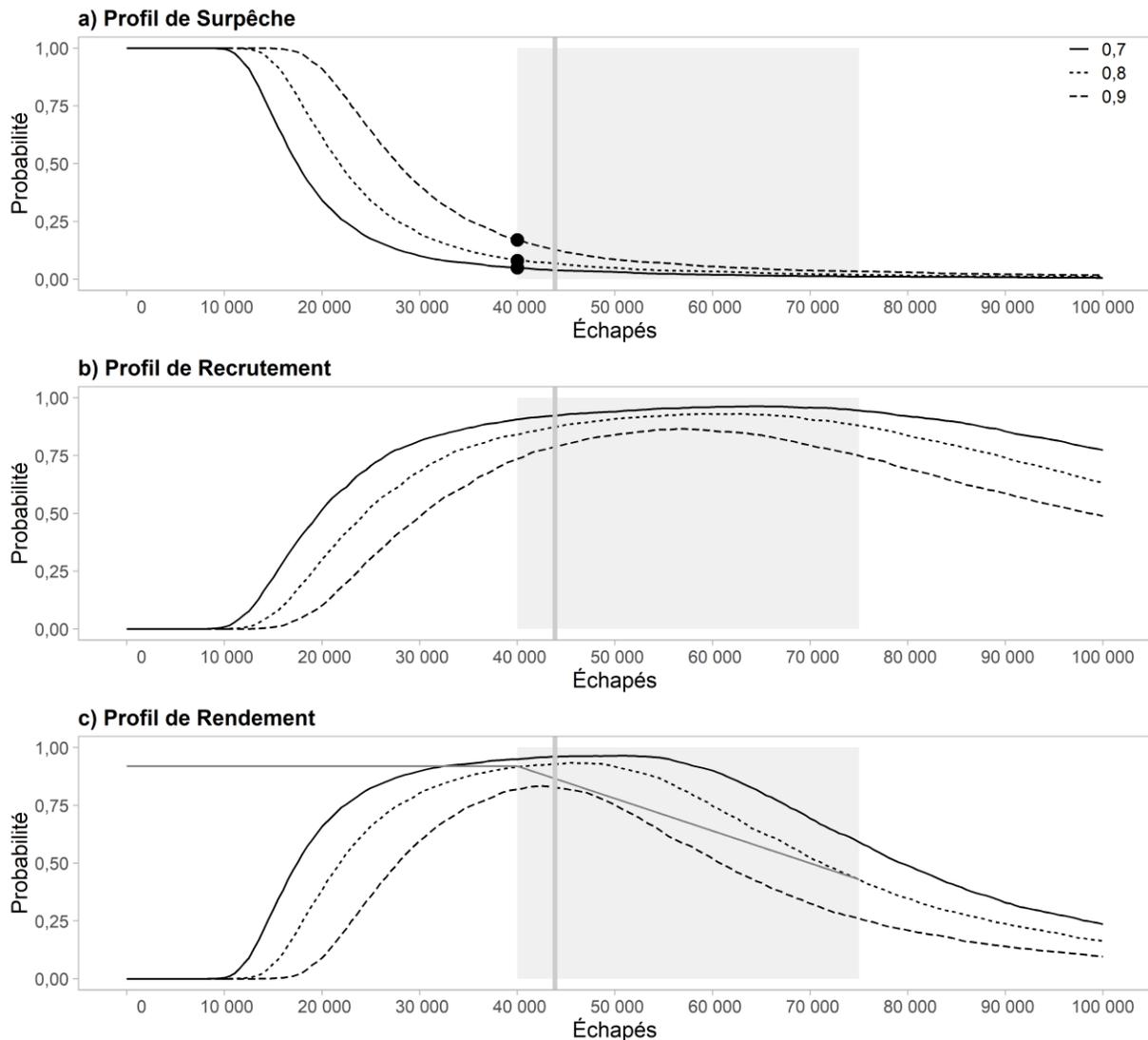


Figure 4. Profils de surpêche, de recrutement maximal et de rendement optimal pour le stock de saumon rouge de la Taku. Les profils de surpêche montrent la probabilité qu'une diminution de l'échappée à un niveau précis entraîne un rendement constant inférieur à un pourcentage donné du RMD. Les profils de recrutement maximal et de rendement optimal montrent la probabilité que l'échappée corresponde à un pourcentage précis (lignes de 0,70, 0,80 et 0,90) du RMD ou du recrutement maximal. Le groupe de travail sur le saumon rouge de la Taku a recommandé une plage pour l'objectif d'échappée (de 40 000 à 75 000 saumons; aire grise) selon laquelle la probabilité d'atteindre 0,80 du RMD est de 0,92 (limite inférieure; ligne horizontale dans le graphique sur les profils de rendement) et de 0,43 (limite supérieure; ligne diagonale dans le graphique sur les profils de rendement). Les profils de surpêche montrent la probabilité que le rendement constant devienne inférieur à un pourcentage donné (0,70, 0,80 et 0,90) du RMD pour une échappée précise. Cette probabilité correspond à la limite inférieure de la plage de l'objectif d'échappée hypothétique (40 000 saumons ou limite inférieure de l'aire grise). La probabilité de surpêche du stock est de 0,05, 0,08 et 0,17 selon les fractions de 0,70, 0,80 et 0,90 du RMD, respectivement (points noirs dans le graphique sur les profils de surpêche). La ligne verticale grise dans les trois graphiques représente une valeur de G_{RMD} de 43 857 géniteurs.

Analyse de sensibilité de la distribution *a priori* pour le paramètre bêta

Les résultats d'une analyse de sensibilité de la distribution *a priori* pour le paramètre bêta du modèle de Ricker montrent que l'utilisation d'une distribution *a priori* uniforme (β_1) produit des estimations médianes des données de sortie clés du modèle et des points de référence qui sont semblables à celles produites à partir d'une distribution *a priori* normale, et ce, même si le temps de calcul lié à une distribution *a priori* uniforme est nettement plus important. De même, l'utilisation d'une distribution *a priori* normale pour le paramètre bêta sans contrainte d'être supérieure à $1,00 \times 10^{-6}$ (β_2), a grandement augmenté l'incertitude liée aux estimations des points de référence, mais a produit des estimations médianes semblables à celles des données de sortie clés du modèle de référence. Par conséquent, la distribution *a priori* de référence, qui a été utilisée pour obtenir les estimations médianes des données de sortie clés du modèle et les points de référence biologiques connexes, est une distribution normale avec une moyenne de 0, une précision de 0,000001 et une contrainte d'être supérieure à $1,00 \times 10^{-6}$ (tableau 1).

Tableau 1. Médianes *a posteriori* et coefficients de variation (CVs) pour les paramètres clés du modèle selon les versions de référence et de rechange de la distribution *a priori* pour le paramètre bêta.

Paramètre	Médiane	CV	Distributions <i>a priori</i> de rechange			
			Médiane		CV	
			β_1	β_2	β_1	β_2
α	7,63	0,42	7,63	7,56	0,41	0,44
$\ln(\alpha)$	2,03	0,20	2,03	2,02	0,20	0,20
$\ln(\alpha')$	2,11	0,19	2,11	2,10	0,19	0,20
β	$1,69 \times 10^{-5}$	0,39	$1,68 \times 10^{-5}$	$1,68 \times 10^{-5}$	0,39	0,40
G_{EQ}	124 106	0,64	124 370	123 505	0,49	3,67
G_{MAX}	59 145	0,85	59 509	59 197	0,83	5,37
G_{RMD}	43 857	0,67	44 032	43 692	0,59	4,05
80 % du G_{RMD}	35 086	0,67	35 226	34 953	0,59	4,05
U_{RMD}	0,75	0,11	0,74	0,74	0,11	0,12

Remarque :

$\beta_{référence}$ ~ Distribution normale (0; $1,00 \times 10^{-6}$), contrainte d'être supérieure à $1,00 \times 10^{-6}$

β_1 ~ Distribution uniforme ($1,00 \times 10^{-6}$; 1,0)

β_2 ~ Distribution normale (0; $1,00 \times 10^{-6}$)

Analyse de sensibilité pour les premières années (de 1980 à 1983) pendant lesquelles il n'y a pas eu d'estimation de l'abondance obtenue par capture-recapture

Une analyse de sensibilité des estimations de l'abondance en rivière pendant les premières années étudiées (scénarios 1a, 1b et 1c; les estimations médianes de l'abondance obtenues par capture-recapture, qui sont issues de la distribution *a posteriori* du modèle de référence ont été utilisées à titre de données d'entrée pour l'abondance en rivière des années 1980 à 1983 et 1986; le coefficient de variation a été ajusté selon le scénario [0,90, 0,50 et 0,10, respectivement]) a indiqué que la diminution arbitraire de l'incertitude des données relatives à l'abondance en rivière pendant les premières années étudiées faisait augmenter l'estimation *a posteriori* de G_{RMD} . L'augmentation variait d'environ 2 900 à 15 100 saumons (le G_{RMD} variait de 46 720 à 58 987 saumons) lorsque le coefficient de variation des estimations de l'abondance obtenues au moyen de la méthode de capture-recapture passait de 0,90 à 0,10 (tableau 2); cependant, le coefficient de variation de G_{RMD} était relativement stable (plage de 0,62 à 0,72

**Saumon rouge de la Taku –objectif d'échappée de
généiteurs et points de référence aux fins de gestion**

Région du Pacifique

pour les trois scénarios et 0,67 pour le modèle de référence). Si le coefficient de variation des estimations de l'abondance obtenues par capture-recapture pour la période de 1980 à 1983 et l'année 1986 était fixé à 0,10 (c.-à-d. valeur semblable aux autres données d'entrée pour les années 1984, 1985 et 1987 à 2018), mais que les données d'entrée pour les années 1980 à 1983 et 1986 étaient multipliées par 0,75 (scénario 2), l'estimation de G_{RMD} demeurerait relativement semblable à celle du modèle de référence même si la précision des points de référence augmentait (CV diminuait à 0,43; tableau 2). Si on utilisait le même coefficient de variation, mais que les données d'entrée pour les années 1980 à 1983 et 1986 étaient multipliées par 1,33 (scénario trois), l'estimation de G_{RMD} augmentait de 20 600 saumons, mais la précision des points de référence demeurait semblable à celle du modèle de référence, soit de 0,74 (tableau 2).

Tableau 2. Médianes a posteriori et coefficients de variation (CVs) pour les paramètres clés du modèle selon les versions de référence et de rechange des hypothèses sur les estimations de l'abondance obtenues par capture-recapture pour les premières années étudiées. Le coefficient de variation pour le point de référence de G_{RMD} selon les différents scénarios est entre parenthèses.

Paramètre	Modèle de référence		Scénario 1a	Scénario 1b	Scénario 1c	Scénario 2	Scénario 3
	Médiane	CV					
α	7,63	0,42	7,06	6,59	5,55	7,66	4,95
$\ln(\alpha)$	2,03	0,20	1,95	1,88	1,71	2,04	1,60
$\ln(\alpha')$	2,11	0,19	2,03	1,96	1,79	2,11	1,68
β	$1,69 \times 10^{-5}$	0,39	$1,56 \times 10^{-5}$	$1,45 \times 10^{-5}$	$1,14 \times 10^{-5}$	$1,66 \times 10^{-5}$	$9,96 \times 10^{-6}$
G_{RMD}	43 857	0,67	46 720 (0,62)	48 991 (0,65)	58 987 (0,72)	44 811 (0,43)	64 412 (0,74)

Points de référence biologiques

Voici les points de référence biologiques estimés (5^e et 95^e centiles de la distribution *a posteriori*, illustrant la plage centrale de 90 % des échantillons des paramètres) à partir des hypothèses du modèle de référence et des données relatives aux années d'éclosion de 1980 à 2014.

- Le nombre de généiteurs qui permet d'atteindre le RMD (G_{RMD}) est estimé à 43 857 (de 30 422 à 99 699 généiteurs).
- Le nombre de généiteurs qui permet d'atteindre 80 % du RMD (80 % du G_{RMD}) est estimé à 35 086 (de 24 337 à 79 760 généiteurs).
- Le nombre de généiteurs qui permet de produire le nombre de recrues maximal (G_{MAX}) est estimé à 59 145 (de 35 843 à 164 901 généiteurs).
- Le nombre de généiteurs qui permet d'atteindre l'abondance d'équilibre en l'absence d'activité de pêche (G_{EQ}) est estimé à 124 106 (de 97 418 à 252 655 généiteurs).
- Le nombre de généiteurs auquel est associée une forte probabilité de rétablir l'abondance associé à G_{RMD} en une génération, en l'absence d'activité de pêche (G_{GEN}) est estimé à 5 873 (de 1 967 à 25 146 généiteurs).

Facteurs à considérer pour choisir un objectif d'échappée de généiteurs

La politique sur les pêches guide le cadre de référence qui détermine comment nous présentons et interprétons les résultats des analyses biologiques. Le ministère de la Pêche et

de la Chasse de l'Alaska et le MPO exercent leurs activités aux termes de politiques indépendantes, et les résultats de nos analyses peuvent être appliqués de différentes façons.

L'estimation médiane de G_{RMD} était de 43 857 saumons, mais on peut considérer diverses plages de l'objectif d'échappée qui englobent cette valeur. En raison de l'incertitude liée aux données de sortie du modèle géniteurs-recrues, du contraste minimal dans la série chronologique et du manque de données concernant l'abondance élevée de géniteurs, le groupe de travail sur le saumon rouge de la rivière Taku a recommandé l'application d'une approche prudente en ce qui concerne la conciliation entre l'atteinte du RMD et la protection du stock contre la surpêche. Nous recommandons donc que la plage de l'objectif d'échappée fondé sur le RMD soit déterminée en fonction des critères de risque ci-dessous, qui ont été définis à partir des profils de rendement.

- L'objectif d'échappée recommandé devrait fournir une probabilité supérieure à 90 % que le rendement constant soit d'au moins 80 % du RMD ainsi qu'une probabilité de surpêche de moins de 10 %.
- L'objectif d'échappée recommandé devrait fournir une probabilité supérieure à 50 % que le rendement constant soit d'au moins 70 % du RMD à long terme, si le stock est géré de selon la plage de l'objectif proposé.

Il est possible d'utiliser le tableau 3 pour cerner directement les limites envisagées pour la plage de l'objectif d'échappée lorsqu'un seuil de probabilité a été déterminé. Les aires ombragées indiquent les abondances de géniteurs qui respectent les deux critères proposés susmentionnés. Une abondance de géniteurs qui est supérieure à 38 000 est associée à une probabilité inférieure à 10 % d'atteindre moins de 80 % du RMD (6^e colonne du tableau 3). Pour la limite inférieure de la plage de l'objectif d'échappée, tout abondance supérieure à 38 000 serait conforme au premier critère susmentionné. Tout abondance de géniteurs allant de 28 000 à 79 000 (valeurs limites comprises) est associé à une probabilité égale ou supérieure à 50 % d'atteindre 70 % du RMD (4^e colonne du tableau 3). Pour la limite supérieure de la plage de l'objectif d'échappée, tout abondance faisant partie de cette plage serait conforme au second critère susmentionné. D'autres facteurs qualitatifs pourraient être considérés pour préciser davantage les valeurs envisagées pour limites inférieure et supérieure.

**Saumon rouge de la Taku –objectif d'échappée de
généiteurs et points de référence aux fins de gestion**

Tableau 3. Sensibilité de l'échappée de référence fondée sur le rendement aux versions de rechange. Les probabilités liées au rendement optimal (probabilité d'atteindre au moins x % du RMD) correspondent aux probabilités qu'une échappée donnée de généiteurs entraîne des rendements moyens dépassant 70 %, 80 % ou 90 % du RMD. Les probabilités liées à la surpêche (probabilité de surpêche entraînant un rendement inférieur à x % du RMD) correspondent aux probabilités que le rendement constant devienne inférieur à un pourcentage (70 %, 80 % ou 90 %) du RMD. La probabilité de surpêche, exprimée en pourcentage, correspond à la limite inférieure de la plage de l'objectif d'échappée. Les valeurs qui respectent les critères proposés par les auteurs sont ombragées. Les valeurs en gras représentent les limites de la plage de l'objectif d'échappée de 40 000 à 75 000 saumons recommandée par le groupe de travail sur le saumon rouge de la rivière Taku.

Échappée	Probabilité d'atteindre au moins x % du RMD			Probabilité de surpêche entraînant un rendement inférieur à x % du RMD		
	90 %	80 %	70 %	90 %	80 %	70 %
28 000	51 %	76 %	88 %	49 %	25 %	12 %
29 000	56 %	78 %	89 %	44 %	22 %	11 %
30 000	60 %	80 %	90 %	40 %	20 %	10 %
31 000	63 %	82 %	91 %	37 %	18 %	9 %
32 000	67 %	84 %	92 %	33 %	16 %	8 %
33 000	69 %	85 %	92 %	31 %	15 %	8 %
34 000	72 %	87 %	93 %	28 %	13 %	7 %
35 000	74 %	88 %	93 %	26 %	12 %	7 %
36 000	76 %	89 %	93 %	24 %	11 %	7 %
37 000	78 %	90 %	94 %	22 %	10 %	6 %
38 000	80 %	90 %	94 %	20 %	10 %	6 %
39 000	81 %	91 %	95 %	18 %	9 %	5 %
40 000	82 %	92 %	95 %	17 %	8 %	5 %
41 000	83 %	92 %	95 %	16 %	8 %	5 %
42 000	83 %	92 %	96 %	15 %	7 %	4 %
43 000	83 %	93 %	96 %	14 %	7 %	4 %
44 000	83 %	93 %	96 %	13 %	7 %	4 %
45 000	82 %	93 %	96 %	12 %	6 %	4 %
46 000	81 %	93 %	96 %	11 %	6 %	4 %
47 000	81 %	93 %	96 %	10 %	6 %	4 %
48 000	79 %	93 %	96 %	10 %	5 %	3 %
49 000	77 %	93 %	96 %	9 %	5 %	3 %
50 000	75 %	92 %	96 %	9 %	5 %	3 %
51 000	73 %	91 %	97 %	8 %	5 %	3 %
52 000	71 %	90 %	96 %	8 %	4 %	3 %
53 000	68 %	89 %	96 %	8 %	4 %	3 %
54 000	66 %	87 %	96 %	7 %	4 %	2 %
55 000	63 %	86 %	95 %	7 %	4 %	2 %
56 000	61 %	84 %	94 %	7 %	4 %	2 %
57 000	59 %	82 %	93 %	6 %	4 %	2 %
58 000	57 %	79 %	92 %	6 %	4 %	2 %

**Saumon rouge de la Taku –objectif d'échappée de
Région du Pacifique géniteurs et points de référence aux fins de gestion**

Échappée	Probabilité d'atteindre au moins x % du RMD			Probabilité de surpêche entraînant un rendement inférieur à x % du RMD		
	90 %	80 %	70 %	90 %	80 %	70 %
59 000	54 %	77 %	91 %	6 %	3 %	2 %
60 000	52 %	75 %	90 %	6 %	3 %	2 %
61 000	50 %	72 %	89 %	5 %	3 %	2 %
62 000	47 %	70 %	87 %	5 %	3 %	2 %
63 000	45 %	68 %	85 %	5 %	3 %	2 %
64 000	43 %	65 %	83 %	5 %	3 %	2 %
65 000	41 %	63 %	81 %	5 %	3 %	2 %
66 000	39 %	61 %	79 %	4 %	3 %	2 %
67 000	38 %	60 %	76 %	4 %	2 %	2 %
68 000	36 %	57 %	74 %	4 %	2 %	1 %
69 000	34 %	55 %	72 %	4 %	2 %	1 %
70 000	33 %	52 %	69 %	4 %	2 %	1 %
71 000	31 %	51 %	67 %	4 %	2 %	1 %
72 000	29 %	48 %	65 %	4 %	2 %	1 %
73 000	28 %	47 %	63 %	4 %	2 %	1 %
74 000	27 %	45 %	61 %	4 %	2 %	1 %
75 000	26 %	43 %	59 %	3 %	2 %	1 %
76 000	25 %	41 %	57 %	3 %	2 %	1 %
77 000	24 %	39 %	55 %	3 %	2 %	1 %
78 000	23 %	38 %	52 %	3 %	2 %	1 %
79 000	22 %	36 %	51 %	3 %	2 %	1 %
80 000	21 %	35 %	49 %	3 %	2 %	1 %
81 000	20 %	33 %	47 %	3 %	2 %	1 %
82 000	19 %	32 %	45 %	3 %	2 %	1 %
83 000	19 %	30 %	44 %	3 %	2 %	1 %
84 000	18 %	29 %	42 %	3 %	1 %	1 %

SOURCES D'INCERTITUDE

Voici les sources d'incertitude qui ont été cernées dans le cadre de l'évaluation.

Erreurs liées au processus et à l'observation

Grâce à l'utilisation d'un modèle bayésien état-espace structuré selon l'âge, on a pu tenir compte de la variation du processus (fluctuations naturelles) concernant la productivité du stock, le recrutement et l'âge à la maturité, indépendamment des erreurs d'observation (incertitude associée à la mesure des données observées) liées à l'abondance de la remonte, au nombre de prises et à la composition du stock selon l'âge.

Approches d'estimation de rechange

Toutes les estimations dérivées des points de référence G_{RMD} , 80 % de G_{RMD} et U_{RMD} calculés à partir des approximations de la fonction W de Lambert (Scheuerell, 2016; Peterman *et al.*, 2000;

Hilborn, 1985) ont produit des résultats semblables. Par souci de simplicité, on a donc seulement présenté les points de référence obtenus à partir de la fonction W de Lambert, qui est plus explicite.

Hypothèses des modèles de rechange concernant la distribution *a priori* pour le paramètre bêta

On a examiné les analyses de sensibilité sur le choix de la distribution *a priori* pour le paramètre bêta et on a estimé des points de référence biologiques pour chaque modèle, aux fins de comparaison. La distribution de référence utilisée pour le paramètre bêta était une distribution *a priori* normale avec une moyenne de 0, une précision de 0,000001 et la contrainte d'être supérieure à $1,00 \times 10^{-6}$. La première distribution *a priori* de rechange utilisée, bêta₁, était une distribution uniforme d'une plage de 0,000001 à 1,0. La deuxième distribution *a priori* de rechange utilisée, bêta₂, était une distribution normale avec une moyenne de 0 et une précision de 0,000001. Les estimations médianes des données de sortie clés du modèle, comme $\ln(\alpha')$, β et les points de référence, obtenues à partir des deux distributions *a priori* de rechange pour le paramètre bêta, étaient semblables à celles obtenues à partir de la distribution de référence. Par contre, la précision des points de référence était beaucoup plus faible pour le modèle auquel on a appliqué la distribution *a priori* bêta₂ (tableau 1).

Incertitudes liées à la variabilité environnementale

Les variations temporelles des conditions océaniques (p. ex., température à la surface de l'eau, acidification, apport d'eau douce) peuvent avoir une incidence sur les taux de survie des saumons et causer d'importantes variations annuelles de la productivité des saumons du Pacifique Nord-Est (Mueter *et al.*, 2002; Adkison *et al.*, 1996). L'utilisation de politiques de gestion qui varient dans le temps (changement de l'abondance de géniteurs cible selon la variation du paramètre de productivité dans le modèle de Ricker) peut faire en sorte qu'il y ait davantage d'échappées et d'activités de pêche, en plus de réduire le risque lié à une plage de taux de captures donnée (Collie *et al.*, 2012).

Expansion des estimations de l'abondance obtenues par capture-recapture

On a fait une expansion des estimations de l'abondance obtenues par capture-recapture selon le nombre de prises par unité d'effort dans les tourniquets pour les années pendant lesquelles peu de saumons marqués ont été recapturés et peu d'efforts de recapture ont été menés ou pendant lesquelles les tourniquets utilisés ont été enlevés plus tôt que prévu pendant les semaines statistiques hâtives ou tardives. Dans de telles situations, on a aussi utilisé des estimations issues d'un modèle bayésien stratifié en fonction du temps (BTSPAS; Bonner et Schwarz, 2020; Schwarz *et al.*, 2009; Schwarz, 2006). Ce modèle hiérarchique permet d'extrapoler la courbe de la remonte avant l'ouverture de la pêche commerciale ou après la fermeture de celle-ci, ou encore lorsqu'un tourniquet utilisé est enlevé plus tôt que prévu en raison d'un faible niveau d'eau ou d'une autre raison imprévue.

Incertitudes liées aux données

Dans le cadre de l'analyse, on n'a pas tenu compte des prises non déclarées ni de la mortalité liée aux prises accessoires, comme la mortalité liée aux échappées (mort d'un poisson qui s'échappe de façon active après avoir été en contact avec un engin de pêche comme un hameçon ou un filet maillant, avant le débarquement), la prédation (poisson qui meurt parce qu'un prédateur le retire directement d'un engin de pêche au cours du processus de capture; n'inclut pas la prédation des poissons relâchés) et la perte d'individus (poisson qui meurt et qui

tombe d'un engin de pêche comme un filet maillant avant le débarquement) (Patterson *et al.*, 2017). Premièrement, ces prises non déclarées peuvent biaiser les estimations des prises disponibles. Deuxièmement, le nombre total de poissons capturés dans le cadre des activités de pêche commerciale américaines est calculé selon le poids total des prises, qui est converti en nombre de poissons, et non sur des dénombrements de poissons individuels.

Troisièmement, un nombre inconnu de saumons rouges de la Taku sont pêchés dans le cadre d'activités de pêche d'interception non dirigées, qui sont menées dans le sud-est de l'Alaska, à l'extérieur de la zone terminale (district 111). Conformément au Traité, l'analyse effectuée comprend seulement les prises de saumon rouge de la Taku issues d'activités de pêche dirigées, qui ont été menées dans des zones terminales. Par conséquent, les données relatives à l'abondance de la remonte comprennent seulement les saumons rouges de la Taku présents dans le bassin versant de la Taku et dans les zones terminales adjacentes à l'embouchure de celle-ci. Les futures analyses pourraient comprendre les prises provenant de zones non terminales pour mieux représenter l'abondance totale de la remonte du saumon rouge de la Taku.

Les années pour lesquelles l'incertitude était plus élevée correspondent aux années où il n'y a pas eu d'estimation de l'abondance obtenue par capture-recapture (de 1980 à 1983 et 1986), de données liées à la composition selon l'âge (de 1980 à 1982) et de données liées aux prises en aval de la frontière (de 1980 à 1982). Les échappées modélisées pour ces années étaient parmi les plus faibles de la série chronologique (de 24 075 à 36 106 saumons). L'incertitude liée à la productivité et au rendement issus de ces données est très élevée (voir la section *Analyse de sensibilité pour les premières années (de 1980 à 1983) pendant lesquelles il n'y a pas eu d'estimation de l'abondance du stock obtenu par capture-recapture* et le tableau 2). Pour les futures analyses sur la détermination d'un objectif d'échappée en fonction du RMD et l'estimation de points de référence biologiques en fonction d'un cadre de modélisation état-espace, on pourrait envisager de fournir plus de renseignements pour ces premières années et de tenir compte des biais possibles associés aux hypothèses supplémentaires. Finalement, le faible contraste lié aux données d'échappée a créé une incertitude associée aux estimations des paramètres et aux estimations dérivées des points de référence biologiques.

CONCLUSIONS ET AVIS

Selon les analyses effectuées à partir du modèle état-espace et en raison des facteurs à considérer concernant le faible contraste et l'incertitude élevée des données, des paramètres et des points de référence biologiques, le groupe de travail sur le saumon rouge de la rivière Taku a recommandé un objectif d'échappée biologique dont la plage est de 40 000 à 75 000 saumons. Selon la limite inférieure de cette plage, la probabilité de surpêche qui entraînerait une diminution du rendement constant à moins de 80 % du RMD est de 8 % (tableau 3). À la limite supérieure, cette fourchette a une probabilité minimale de 59 % qu'un nombre donné de géniteurs atteignent au moins 70 % du RMD, et à une probabilité minimale de 43 % qu'un nombre donné de géniteurs permette d'atteindre au moins 80 % du RMD (tableau 3).

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs régional du 5 au 6 novembre 2019 sur l'Examen de l'évaluation du saumon rouge de Taku et établissement d'un objectif d'échappée biologique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

- Adkison, M. D., R. M. Peterman, M. F. Lapointe, D. M. Gillis, and J. Korman, J. 1996. Alternative models of climatic effects of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, productivity in Bristol Bay, Alaska, and the Fraser River, British Columbia. *Fisheries Oceanography*. 5: 137–152.
- Bernard, D. R., and E. L. Jones III. 2010. Optimum escapement goals for Chinook salmon in the transboundary Alek River. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Manuscript Series No. 10-02, Anchorage.
- Bonner, S. J., and C.J. Schwarz. 2020. BTSPAS: Bayesian Time Stratified Petersen Analysis System. R package version 2020.1.1.
- Collie, J. S., R. M. Peterman, and B. M. Zuehlke. 2012. A fisheries risk-assessment framework to evaluate trade-offs among management options in the presence of time-varying productivity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 209–223.
- Clark, R. A., D. M. Eggers, A. R. Munro, S. J. Fleischman, B. G. Bue, and J. J. Hasbrouck. 2014. [An evaluation of the percentile approach for establishing Sustainable Escapement Goals in lieu of stock productivity information](#). Alaska Department of Fish and Game, Fishery Manuscript Series No. 14-06, Anchorage. (Consulté le 13 février 2020)
- Eggers, D. M., and D. R. Bernard. 2011. Run reconstruction and escapement goals for Alek River Sockeye salmon. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Manuscript Series No. 11-01, Anchorage.
- Fleischman, S. J., J. A. Der Hovanisian, and S. A. McPherson. 2011. Escapement goals for Chinook salmon in the Blossom and Keta rivers. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Manuscript Series No. 11-05, Anchorage.
- Fleischman, S. J., and A. M. Reimer. 2017. Spawner-recruit analyses and escapement goal recommendations for Kenai River Chinook salmon. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Manuscript Series No. 17-02, Anchorage
- Fleischman S. J., M. J. Catalano, R. A. Clark, and D. R. Bernard 2013. An age-structured state-space stock-recruit model for Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70: 401–414.
- Grant, S. C. H., B. L. MacDonald, T. E. Cone, C. A. Holt, A. Cass, E. J. Porszt, J. M. B. Hume, and L. B. Pon. 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. (Consulté le 8 août 2019)
- Hamazaki, T., M. J. Evenson, S. J. Fleischman, and K. L. Schaberg. 2012. Escapement goal recommendation for Chinook salmon in the Kuskokwim River Drainage. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Manuscript Series No. 12-08, Anchorage.
- Hilborn, R. 1985. Simplified calculation of optimum spawning stock size from Ricker's stock recruitment curve. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42: 1833–1834.

- Holt, C. A. 2009. [Evaluation of benchmarks for conservation units in Canada's Wild Salmon Policy: Technical Documentation](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/059. x + 50 p. (Consulté le 8 août 2019)
- MPO. 2005. [Politique du Canada pour la conservation du saumon sauvage du Pacifique](#). (Consulté le 8 août 2019)
- Mueter, F. J., R. M. Peterman, and B. J. Pyper. 2002. Opposite effects of ocean temperature on survival rates of 120 stocks of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in northern and southern areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 456–463.
- Neal, E. G., E. Hood, and K. Smikrud. 2010. Contribution of glacier runoff to freshwater discharge into the Gulf of Alaska. *Geophysical Research Letters* 37: L06404.
- Pacific Salmon Commission Joint Transboundary Technical Committee. 2019. [Salmon Management and Enhancement Plans for the Stikine, Taku, and Alsek Rivers, 2019](#). Report TCTR (19)-3, Vancouver. (Consulté le 13 février 2020)
- Patterson, D. A., K. A. Robinson, R. J. Lennox, T. L. Nettles, L. A. Donaldson, E. J. Eliason, G.D. Raby, J. M. Chapman, K. V. Cook, M. R. Donaldson, A. L. Bass, S. M. Drenner, A. J. Peterman, R. M., B. J. Pyper, and J. A. Grout. 2000. Comparison of parameter estimation methods for detecting climate-induced changes in productivity of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 181–191.
- R Core Team. 2019. R: [A Language and Environment for Statistical Computing](#). R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Version 3.6.0. (Consulté le 8 août 2019)
- Reid, S. J. Cooke, and S. G. Hinch. 2017. [Review and Evaluation of Fishing-Related Incidental Mortality for Pacific Salmon](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/010. (Consulté le 13 février 2020)
- Ricker, W. E. 1954. Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Board Can.* 11: 559–623. Scheuerell, M. D. 2016. An explicit solution for calculating optimum spawning stock size from Ricker's stock recruitment model. *PeerJ* 4:e1623.
- Schmidt, J. S., and D. Evans. 2010. Stock assessment of Sockeye salmon in the Buskin River, 2007-2009. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Data Series No. 10-29, Anchorage.
- Schwarz, C. J., D. Pickard, K. Marine, and S. J. Bonner. 2009. Juvenile Salmonid Outmigrant Monitoring Evaluation, Phase II– December 2009. Final Technical Memorandum for the Trinity River Restoration Program, Weaverville, CA. 155 pp. + appendices.
- Schwarz, C. J. 2006. [The Petersen and related estimators with Applications to Fisheries Management. Technical Report. Simon Fraser University](#). (Consulté le 13 février 2020)
- Su, Z. and R. M. Peterman. 2012. Performance of a Bayesian state-space model of semelparous species for stock-recruitment data subject to measurement error. *Ecological Modelling* 224, 76-89.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Prénom	Affiliation
Bednarski	Julie	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Boyce	Ian	Secteur des sciences du MPO
Brenner	Richard	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Candy	John	Centre des avis scientifiques de la région du Pacifique, MPO
Charmaine	Carr-Harris	Secteur des sciences du MPO
Clark	Robert	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska (à la retraite)
Erhardt	Richard	Pêches de la Première Nation des Tlingit de la rivière Taku
Fair	Lowell	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Foos	Aaron	Secteur des sciences du MPO
Freshwater	Cameron	Secteur des sciences du MPO
Jones	Ed	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Miller	Sara	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Munroe	Andrew	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Pestal	Gottfried	Entreprise SOLV Consulting
Piston	Andrew	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Schwarz	Carl	Université Simon Fraser (à la retraite)
Vecsei	Paul	Secteur des sciences du MPO
Waugh	Bill	Secteur de la gestion des ressources du MPO

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208

Courriel : csap@dfo-mpo.gc.ca

Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2020



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2020. Estimations de points de référence aux fins de gestion et d'un objectif d'échappée de géniteurs reposant sur des données biologiques pour le stock de saumon rouge de la rivière Taku d'origine Canadienne. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/006.

Also available in English:

DFO. 2020. *Estimates of a biologically-based spawning goal and management benchmarks for the Canadian-origin Taku River Sockeye salmon stock aggregate. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2020/006.*