



EXAMEN DES OBJECTIFS GÉNÉTIQUES POUR LA MISE EN VALEUR DES POPULATIONS CANADIENNES DE SAUMON QUINNAT DU PACIFIQUE



Phase de frai du saumon quinnat adulte. (Source : Pêches et Océans Canada.)

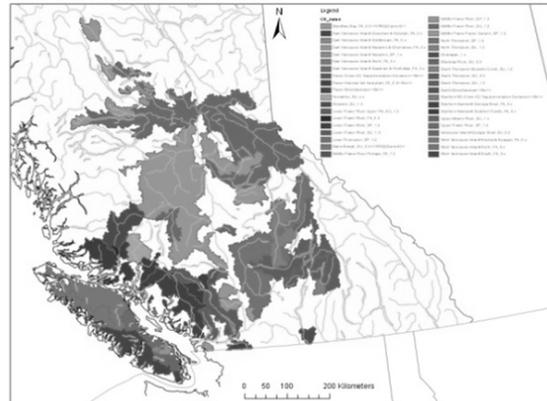


Figure 1. Carte du sud de la Colombie-Britannique montrant les unités de conservation du saumon quinnat.

Contexte :

Les lignes directrices actuelles concernant la gestion génétique des populations de saumon du Pacifique du Programme de mise en valeur des salmonidés (PMVS) de la région du Pacifique de Pêches et Océans Canada (MPO) sont en place depuis de nombreuses années et sont utilisées dans le cadre d'un processus de planification de la mise en valeur des stocks intégrée pour atteindre différents objectifs socio-économiques et biologiques concernant la production d'écloserie. Si les objectifs primordiaux du PMVS sont formulés en des termes socio-économiques généraux, la gestion des risques biologiques pour les populations naturelles exige une évaluation détaillée de la nature, de l'ampleur et de la durée de la mise en valeur en fonction de l'espèce, de la population et du site. Des lignes directrices mises à jour sont nécessaires pour la gestion du risque génétique pour les populations mises en valeur par la production d'écloserie et les unités de conservation contenant des populations mises en valeur.

Les progrès pertinents réalisés depuis la mise en œuvre des lignes directrices actuelles concernant la mise en valeur des stocks comprennent l'adoption de la Politique du Canada pour la conservation du saumon atlantique sauvage (la Politique concernant le saumon sauvage ou PSS), la mise en œuvre du cadre de gestion des risques biologiques du PMVS (CGR du PMVS), et l'augmentation des données scientifiques sur l'incidence du flux génétique entre les poissons provenant d'écloserie et les poissons d'origine naturelle sur la valeur adaptative du frai du poisson en milieux naturels. Le Congrès américain a soutenu le Hatchery Scientific Review Group (HSRG) qui a mis en évidence la distinction entre les programmes d'écloserie « intégrés » et « séparés », la nécessité de définir des points de référence pour la production d'écloserie conformément aux objectifs biologiques précis établis pour les programmes d'écloserie, et la nécessité de traiter les compromis relatifs aux niveaux de production d'écloserie découlant de l'adoption simultanée d'objectifs de conservation et de récolte pour certains programmes d'écloserie. Le HSRG a proposé la mise en œuvre du paramètre de l'influence naturelle

proportionnelle (INP) en tant qu'indicateur de l'influence relative du milieu naturel sur l'état en matière d'adaptation d'une population naturelle influencée par la production d'écloserie. Il est nécessaire d'avoir des lignes directrices de mise en valeur des stocks de saumon quinnat canadiens qui peuvent être appliquées au niveau de la population pour s'assurer que : a) le risque génétique relatif pour la valeur adaptative des populations naturelles découlant de la coexistence avec des saumons provenant d'écloserie est déterminé; b) les risques génétiques de la mise en valeur des stocks d'écloserie sont évalués de façon plus transparente relativement aux avantages socio-économiques souhaités; c) des programmes relatifs au saumon quinnat d'écloserie sont planifiés et gérés de façon à reconnaître et atténuer le risque génétique tout en obtenant les avantages socio-économiques découlant de la mise en valeur des stocks de poissons.

Cet avis présente la nouvelle orientation canadienne, les nouvelles données génétiques, les outils d'évaluation et les paramètres de mesure permettant d'évaluer les risques génétiques de l'élevage en écloserie pour le saumon du Pacifique et le saumon quinnat sauvages.

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 31 août au 1er septembre 2017 : Examen des objectifs génétiques pour la mise en valeur des populations canadiennes de saumon quinnat du Pacifique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

SOMMAIRE

- Dans le cadre du programme de mise en valeur des salmonidés du MPO, la production d'écloserie est utilisée en tant qu'outil de gestion pour la conservation de populations naturelles en voie de disparition ou de petite taille, la production de poissons (récolte), l'évaluation des stocks, et les objectifs d'intendance ou d'éducation. La présence de saumons provenant d'écloserie représente un risque pour la valeur adaptative et la diversité génétique du frai des poissons sauvages en milieu naturel et a donc des répercussions sur la conservation du saumon sauvage.
- Des programmes de mise en valeur des stocks canadiens ont été élaborés sous forme de populations « intégrées » dans lesquelles des poissons d'origine naturelle et provenant d'écloserie fraient en écloserie et en milieu sauvage, le flux génétique entre les deux composantes du frai ralentissant le processus de domestication (adaptation à l'écloserie plutôt qu'au milieu sauvage) qui aurait lieu dans un système d'écloserie séparé.
- L'influence naturelle proportionnelle (INP) et les paramètres associés élaborés par le Hatchery Scientific Review Group (HSRG) ont été évalués comme des paramètres appropriés pour évaluer, classer et surveiller les niveaux d'influence des écloseries et le risque génétique pour l'état adaptatif naturel des populations d'écloserie de saumon quinnat intégrées canadiennes.
- On a élaboré un système de classification des populations éclairé par la Politique concernant le saumon sauvage pour le saumon du Pacifique canadien afin de refléter l'état adaptatif des populations d'écloserie intégrées d'après les proportions de poissons d'origine naturelle et de poissons provenant d'écloseries. Un risque génétique accru est associé aux désignations de population pour lesquelles l'influence des écloseries augmente et les proportions de poissons sauvages ou frayés de façon naturelle diminuent.
- Les répercussions de trois mesures de gestion (taille des écloseries, proportion de poissons d'écloserie marqués visuellement, et proportion de poissons marqués récoltés de façon sélective) sur les paramètres du risque génétique pour les écloseries intégrées ont été évaluées en utilisant le modèle démographique d'une population de saumon quinnat

Région du Pacifique

intégrant les répercussions génétiques sur la valeur adaptative découlant du frai et de l'élevage en écloserie.

- Le modèle démontre que chaque option de gestion pouvait être utilisée pour gérer le risque génétique. La limitation de la taille des écloseries représentait une approche toujours efficace pour réduire le risque génétique et, dans certains cas, les taux élevés de marquage visuel, associés à la composition sélective des stocks de géniteurs et au retrait sélectif de poissons provenant d'écloserie du milieu naturel étaient également efficaces pour ce qui est de la réduction du risque génétique.
- Le risque génétique associé à des niveaux de production d'écloserie plus élevés peut être diminué en réduisant les proportions de poissons provenant d'écloserie inclus dans le stock de géniteurs des écloseries et/ou autorisés à frayer en milieu naturel. Toutefois, l'augmentation sélective de la proportion de saumons d'origine naturelle dans les deux milieux dépend du marquage externe visuel permettant la différenciation des poissons en fonction de leur origine avant le frai.
- La limitation du risque génétique pour les populations de saumons sauvages, qui vise à assurer le respect des objectifs de conservation de la PSS, nécessite de limiter le nombre de poissons provenant d'écloserie qui sont présents à l'échelle locale ou qui errent dans les milieux de frai naturels, ce qui crée un compromis entre le risque génétique et la production d'écloserie à des fins socio-économiques. Des niveaux plus élevés de risque génétique peuvent être justifiés pour les populations qui sont en danger immédiat de disparition en raison d'un risque démographique.
- Les mesures proposées pour gérer le risque pour la valeur adaptative et la diversité génétique des populations de saumon quinnat sauvages canadiennes respectent les principes de gestion des écloseries décrits par le HSRG : 1) établir des objectifs biologiques explicites pour les populations influencées par les écloseries; 2) mettre en œuvre des programmes d'écloserie défendables sur le plan scientifique; et 3) entreprendre une gestion adaptative des programmes d'écloserie dans le cadre d'une approche expérimentale documentée.
- La limitation du risque génétique découlant de la production d'écloserie pour les populations sauvages nécessite de maintenir la productivité de l'habitat naturel et de contrôler la présence de poissons provenant d'écloserie en son sein. Cela nécessite une approche globale de surveillance et d'évaluation des activités de mise en valeur des stocks, d'évaluation des stocks, de gestion de la pêche et de restauration de l'habitat.
- Il existe des incertitudes en ce qui concerne le degré de perte de la valeur adaptative des populations de saumon du Pacifique influencées par les écloseries et des mécanismes qui sous-tendent cette perte. Il n'y a pas de données concernant l'ampleur et la durée de la restauration de la valeur adaptative pour les populations pour lesquelles les influences des écloseries ont été supprimées.

INTRODUCTION

Le programme d'écloserie de la région du Pacifique est géré par le Programme de mise en valeur des salmonidés de Pêches et Océans Canada (MPO). Le but du programme est de soutenir toute une série d'objectifs, notamment l'augmentation de la récolte, la conservation et le rétablissement des stocks épuisés, la mise à disposition de données sur l'évaluation des stocks, et le soutien des programmes locaux d'intendance et d'éducation. À l'heure actuelle, il

Région du Pacifique

existe dix-sept écloseries majeures du MPO, six chenaux de frai et quatre-vingt-quatorze plus petites écloseries communautaires en fonctionnement, avec un objectif de libération de 44 millions de saumons quinnat juvéniles en 2017. La production de saumons des écloseries constitue un outil majeur utilisé pour atteindre le résultat final du programme, à savoir « *La mise en valeur du saumon et de l'habitat contribue à la santé de l'écosystème et à la productivité économique* », qui est soutenu par deux résultats de programme intermédiaires :

- La mise en valeur des stocks de saumon et l'amélioration de l'habitat contribuent aux possibilités de pêche durables à des fins économiques, sociales et culturelles.
- Les citoyens acquièrent une culture d'intendance du saumon et de l'écosystème.

Les lignes directrices concernant la gestion du programme d'écloserie du Programme de mise en valeur des salmonidés (PMVS) du MPO sont utilisées dans le cadre d'un processus de planification de la mise en valeur des stocks intégrée pour atteindre différents objectifs socio-économiques et biologiques. Si les objectifs primordiaux du PMVS sont couramment formulés en des termes socio-économiques généraux, la gestion des risques pour les populations naturelles exige une évaluation détaillée de la nature, de l'ampleur et de la durée de la mise en valeur en fonction de l'espèce, de la population et du site.

Les programmes d'écloserie du Canada sont intégrés, ce qui signifie qu'un stock de géniteurs local est utilisé et que les reproducteurs provenant d'écloserie sont autorisés à frayer avec des reproducteurs d'origine naturelle qui migrent avec eux dans les écloseries et dans le milieu naturel. Cette approche permet un flux génétique entre les composantes de la population d'écloserie et naturelles, ce qui atténue les effets potentiellement négatifs de la divergence génétique entre les poissons frayés de façon naturelle et en écloserie dans la population (MPO 2013b). Toutefois, même dans les populations intégrées, la diversité génétique et la valeur adaptative de la population en milieu naturel peut être réduite du fait de la production d'écloserie si le niveau de production d'écloserie n'est pas géré de façon à limiter le nombre de poissons d'écloserie qui effectuent la montaison et fraient chaque année.

La PSS du Canada souligne la nécessité de maintenir le frai des poissons sauvages dans les habitats naturels pour préserver la diversité génétique et la valeur adaptative des populations de saumon actuelles et futures. Toutefois, la PSS indique que les écloseries peuvent être utilisées pour rétablir des populations qui présentent un risque inacceptable de disparition et pour produire des poissons à des fins socio-économiques. La PSS définit un poisson sauvage comme un poisson né dans le milieu naturel de parents également nés dans le milieu naturel. Par conséquent, dans le cadre de la PSS, trois types de saumon peuvent être définis, les poissons provenant d'écloserie qui sont nés en écloserie, les poissons d'origine naturelle qui sont nés en milieu sauvage, et les saumons sauvages qui constituent un sous-ensemble du groupe d'origine naturelle pour lequel les deux parents sont également nés en milieu sauvage.

Les unités de conservation (UC) sont des groupes de populations de saumons définis sur le plan écologique et géographique qui peuvent comprendre des populations visées par des programmes d'écloserie. Les évaluations de l'état selon la PSS visent à évaluer l'état du saumon sauvage, mais aucune approche normalisée visant à gérer la présence des reproducteurs provenant d'écloserie et de leur progéniture non sauvage au sein d'une population n'a été élaborée. À ce jour, les populations influencées par les écloseries sont gérées de diverses façons dans les différentes évaluations de l'état des UC selon la PSS, et une approche normalisée doit être élaborée.

Il y a une difficulté inhérente à la détermination de la méthode d'évaluation d'une UC lorsqu'on ne sait pas si cette UC (soutenue par une ou plusieurs populations de poissons sauvages) existerait encore en l'absence de la production d'écloserie à des fins de conservation ou de récolte. L'élaboration d'une approche normalisée pour les efforts d'évaluation selon la PSS nécessite une méthode permettant d'établir un lien entre le niveau et la durée de l'influence des écloseries dans une population de saumons avec le niveau de risque que les poissons d'écloserie représentent pour les caractéristiques adaptatives et productives naturelles des populations sauvages influencées par les écloseries et environnantes. Un habitat naturel de piètre qualité ou limité et des niveaux de prises élevés peuvent également présenter des risques génétiques pour les populations de saumon sauvage, mais cette étude met l'accent sur l'examen des risques pour la diversité génétique découlant principalement de la mise en valeur des stocks.

Les récentes avancées en matière de connaissances scientifiques de la structure et de l'adaptation de la population de saumon ainsi que des effets du flux génétique entre les saumons d'origine naturelle et provenant d'écloserie, doivent être intégrées dans le processus de planification des écloseries mis à jour, comme cela a été mis en évidence dans le rapport d'un groupe d'experts scientifiques indépendants sur le saumon quinnat du sud de la Colombie-Britannique, qui recommandait que les programmes d'écloserie du PMVS soient mieux harmonisés aux principes de la PSS. Avec des lignes directrices qui indiquent de façon plus explicite le risque génétique potentiel découlant de la production d'écloserie pour les populations mises en valeur, les gestionnaires et les intervenants peuvent prendre des décisions qui sont explicitement en harmonie avec leur tolérance au risque au moment de l'élaboration des objectifs des programmes d'écloserie. Un programme complet d'examen des écloseries établi et financé par le Congrès américain est en cours depuis 2000. Le Hatchery Scientific Review Group (HSRG) établi en vertu de ce programme a élaboré trois principes de gestion des écloseries qui peuvent également être appliqués dans le cadre du processus canadien. Ces principes concernant les écloseries doivent fonctionner avec des objectifs bien définis, des programmes défendables sur le plan scientifique, et une prise de décision éclairée.

ANALYSE

Structure génétique du saumon quinnat et Politique concernant le saumon sauvage

La diversité génétique du saumon quinnat est répartie entre les populations sur une base hiérarchique, les populations à proximité étant en général plus similaires sur le plan génétique que celles situées à distance. La diversité génétique au sein de la population est le résultat de l'adaptation au milieu de frai en eau douce local et aux habitudes migratoires marines, mais reflète également les tendances du flux génétique actuel, la colonisation postglaciaire des habitats d'eau douce à partir des populations refuge de la période glaciaire au cours des 12 000 dernières années, et éventuellement, les anciennes lignées qui sont antérieures à la dernière période glaciaire.

La PSS établit la conservation des stocks de saumon sauvage et de leurs habitats comme le principal critère de décision des gestionnaires de la ressource de saumon du Pacifique. Comme cela est indiqué ci-dessus, les saumons sauvages sont les saumons nés dans le milieu naturel de parents qui sont également d'origine naturelle. Par extension, une population de saumons sauvages peut être considérée comme une population qui fraye exclusivement dans le milieu naturel, sans programme d'écloserie local, pendant deux générations ou plus, et qui a un très

faible risque de recevoir des poissons qui errent à partir de populations influencées par des écloseries. La PSS affirme que la diversité génétique du saumon sauvage est la base de la santé adaptative actuelle et future dans le milieu naturel et doit être protégée au moyen du maintien de l'intégrité de l'habitat et de l'écosystème, ainsi que de la gestion de la mise en valeur des stocks par les écloseries et la gestion des pêches de manière à procurer des avantages durables.

Environ 60 UC ont été décrites pour le saumon quinnat, et bon nombre comprennent des populations visées par des programmes d'écloserie intégrés. Les lignes directrices biologiques pour les programmes d'écloserie doivent être promulguées sur la base du risque pour les populations sauvages situées dans le bassin hydrographique dans lequel la mise en valeur des stocks est entreprise et autour de celui-ci, et sur la base de la durabilité de ces populations.

Interactions génétiques entre le saumon provenant d'écloserie et le saumon d'origine naturelle

Les connaissances scientifiques indiquent que le saumon s'adapte, parfois très rapidement, au milieu d'écloserie dans lequel il naît, un processus désigné par le terme « domestication ». La domestication peut découler de mécanismes génétiques et induits par le milieu, notamment une altération épigénétique du génome. Le milieu d'écloserie peut changer le phénotype des poissons provenant d'écloserie, et l'altération phénotypique induite par le milieu des poissons provenant d'écloserie peut se poursuivre après leur libération dans le milieu naturel. En raison de la combinaison de l'altération génétique, épigénétique et induite par le milieu (souvent désignée sous le terme de plasticité), les poissons provenant d'écloserie sont souvent moins performants sur le plan de la reproduction (c.-à-d. qu'ils produisent moins de poissons adultes effectuant la montaison) que les poissons d'origine naturelle lorsqu'ils fraient dans le milieu naturel.

L'utilisation de programmes de mise en valeur des stocks intégrés basés sur la production de la population de saumon quinnat locale, dans laquelle des poissons provenant d'écloserie et d'origine naturelle fraient en écloserie et en milieu naturel, constitue une approche prudente pour ce qui est de la production d'écloserie à des fins de conservation et de récolte. Au contraire, le risque génétique que présentent les poissons des populations d'écloserie séparées, dans lesquelles seuls les poissons provenant d'écloserie sont inclus dans le stock de géniteurs d'écloserie, pour le saumon sauvage est plus élevé étant donné le degré supérieur de différenciation et de domestication qui peut avoir lieu dans la population d'écloserie séparée par rapport à une population intégrée. Toutefois, même dans les populations intégrées, la gestion du processus de domestication nécessite la mise en œuvre de lignes directrices concernant le nombre et la proportion de poissons provenant d'écloserie et d'origine naturelle à maintenir dans les habitats de frai de la population intégrée.

La population intégrée, notamment les composantes provenant d'écloserie et d'origine naturelle, deviendra la plus adaptée au milieu de frai plus productif (c.-à-d. qui produit la majorité des reproducteurs de la prochaine génération). On peut limiter la domestication en gardant un programme d'écloserie de petite taille ou en réduisant la proportion de poissons provenant d'écloserie dans le stock de géniteurs d'écloserie et parmi les reproducteurs en milieu naturel.

Les programmes d'écloserie du saumon quinnat présentent un risque pour les populations sauvages environnantes si des poissons de la population d'écloserie intégrée errent et intègrent ces populations. Le degré d'incidence sur la population bénéficiaire est partiellement lié à la proportion de poissons errant en dehors du bassin vers les reproducteurs d'origine locale

naturels de cette population. Les résultats de modélisation indiquent que la valeur adaptative de la population sauvage pourrait diminuer même si la proportion de poissons errant en dehors du bassin est très faible (c.-à-d. Inférieure à 5 %).

La réduction du risque génétique pour les populations de saumons sauvages (objectifs de conservation de la PSS) entraîne des compromis avec les objectifs de production d'écloserie. Par exemple, le fait de limiter la taille de la production d'écloserie limite également la production de poissons aux fins de récolte. De même, l'augmentation de la proportion de poissons dont la nageoire adipeuse a été coupée aux fins de marquage visuel et le retrait sélectif des poissons d'écloserie représentent également des coûts.

Utilisation du paramètre *INP* pour gérer le risque génétique dans le cadre de la mise en valeur des stocks de saumon quinnat canadiens

Les écloseries comme le milieu naturel nécessitent la sélection du frai du poisson aux alentours, le taux d'adaptation de la population dépendant à la fois du degré de sélection et de l'héritabilité de la valeur adaptative dans les deux milieux. Les poissons d'un programme d'écloserie intégré évoluent vers un équilibre entre le phénotype et la valeur adaptative qui reflète les contributions relatives des deux milieux de frai aux reproducteurs de la génération suivante. Ainsi, les poissons provenant des deux endroits de frai seront de plus en plus adaptés au milieu de frai le plus productif. Le paramètre de l'influence naturelle proportionnelle (*INP*) est un indice du degré relatif de l'influence des écloseries d'après un modèle génétique qui suppose que le phénotype optimal (et la valeur adaptative) d'un saumon est différent entre l'écloserie et le milieu naturel. L'*INP* est déterminée de la façon suivante :

$$PNI = \frac{pNOB}{pNOB + pHOS_{eff}}$$

Où $pSON$ est la proportion de reproducteurs d'origine naturelle du stock de géniteurs d'écloserie et où $pSPÉ_{eff}$ est la proportion efficace de reproducteurs provenant d'écloserie dans l'habitat naturel. L'*INP* est un indice du degré d'influence des écloseries dans une population. Cet indice est compris entre 0 et 1, les valeurs les plus élevées étant attribuées aux populations pour lesquelles le milieu naturel a une influence plus forte.

L'*INP* et les paramètres associés $pSON$ et $pSPÉ_{eff}$ sont les paramètres qu'il convient d'utiliser pour la classification du risque génétique dans le cadre des programmes de mise en valeur des stocks de saumon du Pacifique canadiens. Un modèle de désignation de la population a été élaboré d'après la présence/absence d'un programme d'écloserie intégré et, pour les populations ayant une composante d'écloserie intégrée, le degré d'influence des écloseries (tableau 1). Dans ce modèle, il existe deux catégories pour les populations sans programme d'écloserie intégré, d'après le niveau de poissons d'écloserie errant en dehors du bassin que ces populations reçoivent. Il existe trois catégories de programmes de mise en valeur des stocks intégrés proposés qui sont en harmonie avec la proportion de la population comportant des poissons sauvages, selon la définition de la PSS (tableau 1). Le risque le moindre pour la diversité génétique et l'adaptation naturelle est associé à la catégorie de population *Intégrée-sauvage*, pour laquelle l'objectif est d'atteindre une *INP* supérieure à 0,80¹. Dans ces populations, au moins² 50 % des poissons seront *sauvages* et plus de³ trois quarts des

¹ Erratum : 0,72 corrigé à 0,80 pour refléter la révision du tableau 1.

² Erratum : « plus de » corrigé à « au moins » pour refléter la révision du tableau 1.

³ Erratum : « plus de » corrigé à « près de » pour refléter la révision du tableau 1.

**Examen des objectifs génétiques pour le
saumon quinnat mis en valeur par la
production d'écloserie**

Région du Pacifique

poissons seront d'origine naturelle. Un risque plus important est associé à la catégorie de population *Intégrée-transition*, pour laquelle l'objectif relatif à l'*INP* est de 0,5 à 0,8¹. Dans ces populations, la majorité des poissons seront d'origine naturelle mais seulement 13 %⁴ seront *sauvages*. Le risque génétique le plus élevé est associé à la catégorie *Intégré-écloserie*, pour laquelle l'*INP* sera inférieure à 0,5. Ces populations seront dominées par des poissons provenant d'écloserie, et peu de poissons *sauvages* seront présents, s'il y en a. La faible influence du milieu naturel sur l'adaptation de ces populations est source d'incertitude en ce qui concerne la capacité de ces populations à constituer des populations naturelles autonomes en l'absence de production d'écloserie.

*Tableau 1. Désignations proposées pour les populations de saumon individuelles pour lesquelles le degré d'influence des programmes d'écloserie intégrés et les lignes directrices génétiques proposées pour la gestion de la production d'écloserie varient. L'*INP* est calculée à partir de $pSPÉ_{eff}$. La colonne $pSAUV$ montre les proportions souhaitées de poissons sauvages selon la PSS dans la population reproductrice. Le reste de la population reproductrice est constituée de la progéniture issue d'accouplements avec un ou deux parents d'écloserie, et de montaisons de poissons d'écloserie, à un taux défini par $pSPÉ_{dén}$ ⁵*

Désignation	$pSPÉ_{eff}$ $pSPÉ_{dén}$ ⁶	$pSON$ ⁶	<i>INP</i> ⁶	$pSAUV$ ⁶	Commentaires ⁶
A Sauvage	≤ 0,02 ≤ 0,03	s.o.	s.o. ¹	≥ 0,92	Populations sauvages désignées qui n'ont pas de programmes d'écloserie (pour au moins deux générations); poissons errant à partir de la production d'écloserie hors du bassin limités à moins de 3 % par an.
B Sauvage-Influencé par les poissons errants	>0,02 >0,03	s.o.	s.o.*	< 0,92	Population sans programme d'écloserie qui reçoit des poissons errants d'une écloserie hors du bassin. Une très large partie des poissons est sauvage mais la modélisation du flux génétique laisse entendre une diminution à long terme de l' <i>INP</i> alors que $pSPÉ$ augmente.
C Intégré-sauvage	≤ 0,19 ≤ 0,23	≥ 0,77	≥ 0,80	≥ 0,50	La production d'écloserie est gérée de façon à maintenir la proportion de poissons sauvages à plus de 50 % de la population reproductrice.

⁴ Erratum : 25 % corrigé à 13 % pour refléter la révision du tableau 1.

⁵ Erratum : Le nouveau texte remplace « La colonne PSS montre les proportions souhaitées d'accouplements entre poissons d'origine naturelle (NN) qui entraîneraient la production de poissons sauvages selon la PSS, ainsi que d'accouplements entre poisson d'écloserie et poisson d'origine naturelle (ÉN) et d'accouplements entre poissons d'écloserie (ÉE). Les accouplements sont supposés aléatoires et sont calculés à partir de $pSPÉ_{eff}$. »

⁶ Erratum : Les cellules de ces colonnes ont été révisées après la correction du calcul de la proportion de poissons sauvages dans la population reproductrice.

**Examen des objectifs génétiques pour le
saumon quinnat mis en valeur par la
production d'écloserie**

Région du Pacifique

Désignation	$pSPÉ_{eff}$ $pSPÉ_{dén}^6$	$pSON^6$	INP^6	$pSAUV^6$	Commentaires ⁶
D Intégré- transition	$\leq 0,47$ $\leq 0,53$	$\geq 0,47-$ $< 0,77$	$\geq 0,50-<0,80$	$\geq 0,13-<0,50$	L' INP supérieure à 0,5 assure que l'influence d'origine naturelle prédomine, mais les poissons sauvages sont en minorité.
E Intégré- écloserie	$> 0,47$ $> 0,53$	$< 0,47$	$< 0,50$	$< 0,13$	Flux génétique net provenant des écloseries; la plupart des poissons provenant d'écloserie, peu de poissons sont sauvages.

*Il est le plus probable qu'un flux génétique à sens unique ($pSON=0$) ait lieu lorsque les poissons provenant d'écloserie fraient dans le milieu sauvage, mais que les poissons sauvages provenant de la population bénéficiaire ne sont pas utilisés pour les stocks de géniteurs d'écloserie. Dans le cas d'un flux génétique à sens unique, l' INP est calculée à partir de simulations qui ne sont pas indiquées ici.

Mesures de gestion de la production d'écloserie visant à atteindre les objectifs relatifs à l' INP

Les désignations de population du tableau 1 fournissent une orientation sous forme de valeurs INP cibles pour la gestion du risque génétique dans le cadre des programmes d'écloserie. Un modèle de population a été utilisé pour simuler une population d'écloserie intégrée afin d'évaluer l'efficacité des mesures de gestion pour atteindre l' INP et les objectifs $pSPÉ_{eff}$ et $pSON$ associés. En général, les résultats de modélisation laissaient entendre que le moyen le plus efficace pour faire augmenter les valeurs INP était d'adapter la taille du programme d'écloserie à la production naturelle. Cela assurait que l'abondance des poissons provenant d'écloserie sur les lieux de frai naturels était proportionnelle à la capacité du bassin hydrographique quant au soutien de la production naturelle. Toutefois, le fait de limiter la taille du programme d'écloserie limite également les avantages en matière de récolte qui peuvent être obtenus à partir d'une population sauvage intégrée.

Deux autres mesures de gestion visant à réduire le risque génétique qui ont été évaluées permettaient d'augmenter la proportion de reproducteurs d'origine naturelle dans le stock de géniteurs ou de réduire la montaison de poissons provenant d'écloserie jusqu'à la rivière par une récolte sélective ou bien par l'utilisation d'un barrage ou d'un dispositif similaire. La manipulation des proportions de poissons d'origine naturelle et provenant d'écloserie dans le stock de géniteurs et le milieu sauvage dépend du type et du degré de marquage visuel permettant la différenciation entre les poissons provenant des deux milieux de frai avant le frai.

Pour atteindre les objectifs relatifs à l' INP pour la désignation « Intégré-sauvage », la limitation de la production d'écloserie (stocks de géniteurs prélevés) constituait la mesure de gestion la plus efficace parmi les trois envisagées. Dans une population intégrée-sauvage sans sélection, pour augmenter la proportion de poissons d'origine naturelle dans le stock de géniteurs, la proportion de poissons provenant d'écloserie dans le milieu sauvage a été limitée à 23 %⁷ ou moins. À ce niveau de production d'écloserie, le marquage des poissons visant à permettre l'exclusion sélective des poissons provenant d'écloserie du stock de géniteurs ou du milieu naturel a eu peu d'effet sur l' INP , sauf si le taux de marquage était très élevé.

⁷ Erratum : 33 % corrigé à 23 % pour refléter la révision du tableau 1.

Pour atteindre les objectifs relatifs à l'INP pour la désignation de population « Intégré-transition », le marquage partiel associé à la sélection de poissons d'origine naturelle pour le stock de géniteurs, éventuellement avec retrait sélectif des poissons provenant d'écloserie du milieu sauvage, s'est révélé très efficace. Lorsque les poissons provenant d'écloserie composaient la majorité⁸ de la population, le marquage des poissons et l'augmentation sélective de la proportion de poissons d'origine naturelle dans le stock de géniteurs et éventuellement dans le milieu sauvage était nécessaire pour maintenir des valeurs *INP* conformes à la catégorie « Intégré-transition ».

On peut parvenir à limiter l'incidence génétique du saumon quinnat d'écloserie sur les populations de saumon quinnat sauvages non intégrées environnantes en limitant la taille du programme d'écloserie ainsi qu'en mettant en œuvre des pratiques d'élevage en écloserie et de libération pour réduire les niveaux de poissons errants. Étant donné les réductions escomptées de la valeur adaptative chez les populations sauvages bénéficiaires en raison du nombre même très faible de poissons errant à partir des populations influencées par les écloseries, le marquage et la surveillance des poissons d'écloserie à une échelle régionale peuvent être nécessaires pour évaluer les risques pour les populations sauvages. Les poissons errant à partir de populations d'écloserie intégrée représentent le plus grand risque pour les populations sauvages en raison de leur fiable niveau d'adaptation au milieu naturel.

Sources d'incertitude

Des études démontrant le succès reproducteur réduit (valeur adaptative) en milieu naturel des salmonidés du Pacifique provenant d'écloserie par rapport à leurs homologues d'origine naturelle ont été menées principalement pour la truite arc-en-ciel, le saumon quinnat de cours d'eau et le saumon coho. La réduction mesurée dans le RRS (descendance adulte effectuant la montaison) varie entre les espèces, les populations et les années d'éclosion, et n'est pas prévisible. Les composantes de la valeur adaptative réduite comprennent la variance génétique, la plasticité induite par le milieu et l'altération épigénétique de la structure et de l'encapsulation de l'ADN qui ne modifient pas la séquence d'ADN. Les contributions de ces influences à la valeur adaptative réduite ne peuvent pas être quantifiées de façon individuelle dans la plupart des études sur le terrain, et la période générationnelle pendant laquelle la valeur adaptative peut être restaurée chez les populations naturelles une fois la production d'écloserie terminée n'est pas connue. En particulier, on en sait peu sur l'ampleur et la réversibilité du changement épigénétique des salmonidés élevés en écloserie et sur la contribution de ces effets à la diminution rapide de la valeur adaptative observée chez certaines populations dans les générations précoces d'élevage en écloserie.

Le modèle visant à évaluer l'incidence des mesures de gestion sur les indicateurs du risque génétique tenait compte des incertitudes relatives aux paramètres clés : héritabilité, degré de sélection, succès reproducteur relatif des reproducteurs provenant d'écloserie, et survie marine des composantes d'écloserie et naturelles de la population. Les tendances observées étaient robustes face aux incertitudes relatives aux paramètres clés, cependant les tailles d'écloserie absolues, les taux de marquage, et les taux de retrait sélectif qui définissent les limites des répercussions génétiques chez les différentes catégories de populations (« intégré-sauvage », « intégré-transition » et « intégré-écloserie ») varieront, surtout avec les taux de survie en mer et la productivité.

⁸ Erratum : « plus de 60 à 70% » reformulé à « la majorité » pour refléter les résultats révisés de la modélisation.

Même si les résultats du modèle qui montrent la relation entre les mesures de gestion et l'indice du risque génétique, l'*INP*, semblent fiables, en l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'estimer l'ampleur du risque génétique en termes de perte de valeur adaptative ou de productivité des populations sauvages en conséquence de l'influence des écloseries.

Ce modèle décrit les répercussions d'équilibre à long terme sur la valeur adaptative du système d'écloserie intégré. Ainsi, il peut fournir une orientation stratégique relativement au choix des mesures de gestion visant à réduire les répercussions génétiques sur les populations frayant naturellement, mais pas de conseils à court terme ou tactiques qui nécessitent des renseignements sur les tendances au fil du temps ou la variabilité intergénérationnelle de la valeur adaptative de la population, des répercussions génétiques, et/ou de l'*INP*. De plus, le modèle tient compte de façon simpliste des effets du programme d'écloserie et des mesures d'écloserie telles que le retrait sélectif dans le cadre de la planification de la gestion de la production d'écloserie à l'échelle régionale. Sur le plan opérationnel, la gestion du risque génétique doit être effectuée dans le contexte de la planification de la gestion du bassin hydrographique et de la pêche.

CONCLUSIONS ET AVIS

La conservation de la diversité génétique et de la valeur adaptative du saumon du Pacifique dans le milieu naturel constitue la priorité la plus élevée pour la gestion des ressources précisées dans la PSS. La production d'écloserie de saumons, même si elle est reconnue comme un outil approprié pour la conservation de la population et l'augmentation des possibilités de récolte, constitue un facteur de risque pour la diversité génétique des populations sauvages. Il faut trouver un moyen transparent d'équilibrer le compromis entre les avantages potentiels d'une production de poissons d'écloserie accrue et les risques de diversité génétique et de valeur adaptative réduites du saumon sauvage. Cela nécessite une définition claire de la population de saumons sauvages et une compréhension du degré relatif du risque génétique pour les populations sauvages associées à différents types et niveaux de production d'écloserie. Par extension de la définition du saumon sauvage selon la PSS, une population sauvage est une population dans laquelle aucune libération de poisson d'écloserie et aucun retrait de géniteur d'écloserie n'a eu lieu pendant au moins deux générations et qui reçoit peu de poissons errants de populations influencées par des écloseries.

La gestion des risques génétiques associés à la production d'écloserie de saumon du Pacifique bénéficierait de la mise en œuvre des trois principes établis dans le processus du HSRG : 1) établir des objectifs biologiques explicites pour les populations influencées par les écloseries; 2) mettre en œuvre des programmes d'écloserie défendables sur le plan scientifique; et 3) entreprendre une gestion adaptative des programmes d'écloserie dans le cadre d'une approche expérimentale documentée. Dans le contexte canadien, des lignes directrices doivent être élaborées pour indiquer le niveau et la répartition qui conviennent pour la mise en valeur des stocks au sein d'une UC qui peut être considérée comme conforme à la désignation d'UC de la PSS en tant que regroupement de saumons sauvages adaptés au milieu naturel et constituant un élément important de la diversité génétique interspécifique.

Un modèle de désignation de population a été élaboré d'après les objectifs biologiques pour chaque population (tableau 1) et la proportion associée de saumons sauvages à maintenir dans la population. Le modèle permet pour chaque population influencée par des écloseries la désignation d'une classification cible conforme aux objectifs établis pour la population elle-même et pour l'UC à laquelle elle pourrait contribuer. La réalisation des objectifs au niveau de l'UC nécessite que les populations influencées par les écloseries soient limitées d'après le

nombre de poissons provenant d'écloserie dans la population mise en valeur elle-même et dans les populations sauvages environnantes. L'élaboration de cibles de classification nécessitera la collaboration entre les membres du personnel du PMVS responsable de l'évaluation des stocks et de la gestion de la pêche au sein du MPO en raison de la supervision combinée des objectifs de production de poissons, de maintien de l'habitat naturel, de marquage visuel et des activités de récolte. Les documents à l'appui de chaque programme d'écloserie doivent comprendre une délimitation explicite du compromis fait entre le risque génétique accru pour les populations sauvages et l'avantage escompté de l'abondance accrue liée aux écloseries pour soutenir les objectifs de mise en valeur des stocks liés à la conservation, à la récolte, à l'évaluation des stocks et à l'éducation.

Les désignations de population élaborées dans le cadre de ce processus peuvent être utilisées dans une approche normalisée pour les évaluations de l'état selon la PSS des UC qui contiennent des populations auxquelles des écloseries ont contribué. L'utilisation des valeurs INP et $pSPÉ_{eff}$, combinées à la proportion estimée de poissons sauvages dans les populations d'écloserie intégrées, permet de différencier les populations qui devraient maintenir leur diversité génétique et leur adaptation au milieu naturel et qui doivent être incluses dans les évaluations selon la PSS des populations dominées par la production d'écloserie qui doivent être exclues de l'évaluation d'après le degré élevé de domestication attendu.

Les programmes d'écloserie basés sur des données défendables sur le plan scientifique fournissent la meilleure occasion d'obtenir les avantages de la production d'écloserie tout en limitant les risques génétiques pour la diversité et la valeur adaptative du saumon sauvage. Nos connaissances scientifiques soutiennent la pratique canadienne de mise en valeur standard des stocks standard actuelle, qui consiste à développer des populations d'écloserie intégrées d'après la population sauvage locale pour limiter les effets de la diminution de la diversité et de la domestication de la population. Toutefois, les niveaux élevés de production d'écloserie combinés aux faibles niveaux de marquage visuel des poissons d'écloserie dans les grands programmes d'écloserie peuvent réduire la possibilité de modérer le processus de domestication en faisant augmenter les contributions reproductives des poissons d'origine naturelle. Sans la capacité à identifier les poissons d'origine naturelle pour le stock de géniteurs d'écloserie, un grand programme d'écloserie lancé sur une base intégrée peut devenir similaire à une population partagée dans laquelle tous les stocks de géniteurs sont sélectionnés à partir des poissons provenant d'écloserie en montaison. Les populations d'écloserie séparées présentent un risque accru pour les populations sauvages canadiennes de saumon du Pacifique étant donné notre incapacité à exclure la présence des poissons d'écloserie errant à partir du milieu naturel.

Les populations dont la désignation indique qu'elles ont surtout des caractéristiques sauvages, notamment le maintien de la diversité génétique et de la valeur adaptative, nécessitent une gestion en tant que populations naturelles plutôt qu'en tant que populations d'élevage. Cela comprend l'intégration de renseignements sur la taille et la qualité de l'habitat, la production naturelle et le recrutement dans les objectifs de production d'écloserie ainsi que la gestion des niveaux de poissons errants et d'exploitation de la population intégrée. Dans le processus de planification, les options pour une opération d'écloserie visant à atteindre une désignation de population précise peuvent être évaluées au moyen de l'application de l'influence naturelle proportionnelle (INP) et des paramètres associés d'après le nombre et la proportion de poissons provenant d'écloserie et d'origine naturelle qui devraient remonter vers l'écloserie et les milieux de frai naturels de la population intégrée.

Dans les programmes d'écloserie de conservation menés aux fins de persistance et de rétablissement des populations mises en péril par la faible abondance et les menaces pour la productivité, le risque génétique de diversité réduite et de disparition dû à la petite taille de la population pourrait dépasser le risque génétique de domestication associé à un niveau élevé de production d'écloserie aux premières étapes d'un programme d'écloserie de conservation. Pour ces populations, la production d'écloserie doit être entreprise dans le cadre d'un programme de rétablissement plus large dans lequel les facteurs menant à une fiable abondance sont traités. Le programme d'écloserie lui-même doit être désigné en tant que processus échelonné dans lequel le niveau initialement élevé de production d'écloserie diminue au cours du processus de rétablissement de la population pour finir par atteindre des valeurs *INP* et $pSP\dot{E}_{eff}$ conformes à la désignation de population souhaitée.

La gestion des programmes d'écloserie nécessite une approche globale dans laquelle la production d'écloserie, le marquage, le maintien ou le rétablissement de l'habitat naturel, l'exploitation et l'évaluation des stocks sont tous coordonnés de façon à gérer le risque génétique pour les populations sauvages. Les programmes d'écloserie doivent être évalués par rapport aux objectifs consignés établis dans les processus de planification et de mise en œuvre. Cela nécessitera des mesures de marquage et de surveillance pour suivre de façon périodique l'*INP* et d'autres paramètres pertinents dans le milieu naturel et en écloserie. Une évaluation éclairée doit être la base de la modification du programme d'écloserie pour tirer profit de l'amélioration des connaissances biologiques et/ou pour s'adapter de façon à réagir à la variation naturelle qui pourrait influencer les moyens selon lesquels les objectifs de mise en valeur pour la population et la préservation du saumon sauvage peuvent être atteints au mieux.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 31 août au 1 septembre 2017 sur l'Évaluation et mise à jour des cibles biologiques aux fins de contributions améliorées aux populations de saumon quinnat. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

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, 2018



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2018. Examen des objectifs génétiques pour la mise en valeur des populations canadiennes de saumon quinnat du Pacifique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2018/001. (Erratum : Octobre 2023)

Also available in English:

DFO. 2018. Review of genetically based targets for enhanced contributions to Canadian Pacific Chinook Salmon populations. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2018/001. (Erratum: October 2023)