



ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RÉTABLISSEMENT – SAUMON ROUGE (*ONCORHYNCHUS NERKA*) DU LAC CULTUS (2019)



Saumons rouges frayant sur les pentes submergées du talus dans le lac Cultus.
Crédit photographique : Pêches et Océans Canada

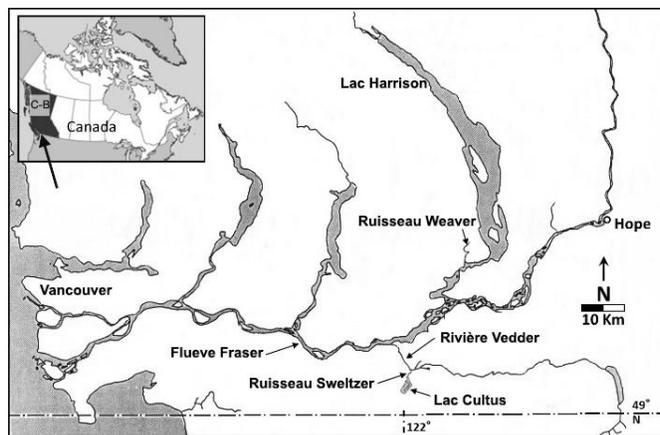


Figure 1. Carte indiquant l'emplacement du lac Cultus.

Contexte :

Le saumon rouge du lac Cultus est l'une des 10 unités désignables (UD) de saumon rouge du fleuve Fraser que le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évaluées en 2017 comme étant menacées ou en voie de disparition. L'abondance du saumon rouge du lac Cultus a diminué au cours des 40 dernières années, et cette tendance à la baisse de même que la faible abondance actuelle ont fait en sorte que l'UD a été évaluée comme étant en voie de disparition.

Le Secteur des sciences de Pêches et Océans Canada a été chargé d'effectuer une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) afin de produire un avis scientifique pour étayer la possible recommandation d'inscription en vue d'ajouter ces 10 UD de saumon rouge du Fraser à l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril (LEP). L'avis formulé dans cette EPR pourra servir à orienter les volets scientifiques et socio-économiques de la décision d'inscription, à guider l'élaboration d'un programme de rétablissement et d'un plan d'action et à soutenir la prise de décisions concernant la délivrance de permis, la conclusion d'ententes et l'établissement des conditions connexes, conformément aux articles 73, 74, 75, 77 et 78 de la LEP si la décision est d'inscrire l'espèce. Une EPR distincte a été réalisée spécialement pour l'UD du lac Cultus en raison de certains aspects uniques de celle-ci (programme d'écloserie et autres mesures d'atténuation en cours, richesse en données disponibles). Deux autres EPR sont prévues pour les neuf autres UD.

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs du 7 au 10 octobre 2019 sur l'Évaluation du potentiel de rétablissement : Saumon rouge du fleuve Fraser (*Oncorhynchus nerka*) – Dix unités désignables. 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 saumon rouge du lac Cultus forme l'unité désignable (UD) du saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) qui fraye dans le lac Cultus, en Colombie-Britannique (C.-B.). Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué cette UD pour la première fois comme étant en voie de disparition dans le cadre d'une évaluation d'urgence réalisée en 2002 et a confirmé cette évaluation en 2003 et de nouveau en 2017.
- Historiquement (1921-1970), l'abondance moyenne sur quatre ans était de 19 890 reproducteurs, mais l'abondance de la population a commencé à diminuer au milieu des années 1970. Depuis 2006, la population reproductrice a été rehaussée par des apports de poissons d'écloserie. La moyenne générationnelle la plus récente (2015-2018) des reproducteurs adultes entrant dans le lac était de 254 poissons d'origine naturelle et de 941 poissons d'écloserie.
- Depuis 2010, le mauvais état de la population peut être principalement attribué aux très faibles taux de production de saumoneaux dans le lac. La survie du stade de saumoneau à l'âge adulte a également diminué depuis les années 1990.
- Le lac Cultus subit une eutrophisation d'origine anthropique, principalement en raison des charges anthropiques excessives d'éléments nutritifs qui se déversent du bassin hydrographique dans le lac et des dépôts atmosphériques provenant du bassin atmosphérique régional contaminé par des éléments nutritifs. Ces changements potentiellement réversibles créent dans le lac des conditions qui ne conviennent pas à tous les stades biologiques en eau douce du saumon rouge qui s'y déroulent.
- Les nids de salmonidés, ou nids de frai construits par le saumon du Pacifique et d'autres espèces, répondent à la définition du terme « résidence » au sens de la LEP.
- Les principales menaces anthropiques et les principaux facteurs limitatifs relevés pour le saumon rouge du lac Cultus sont l'eutrophisation du lac, la mortalité des adultes associée au changement du moment de la migration, les interceptions dans les pêches, de même que la variabilité et les changements induits par le climat dans les conditions de l'habitat d'eau douce.
- L'objectif de rétablissement proposé, fondé sur une moyenne de quatre ans, est de 7 000 adultes qui entrent dans le lac. Un objectif de survie de 2 500 adultes pénétrant dans le lac est également proposé. Ces objectifs peuvent inclure les poissons d'écloserie si le programme d'écloserie est conçu pour réduire au minimum les risques pour la population sauvage. Des lignes directrices quantitatives pour les apports de poissons d'écloserie sont fournies.
- On a recouru à un modèle de population empirique pour estimer la probabilité que la population atteigne les objectifs de survie et de rétablissement dans le cadre de scénarios qui évaluaient les principales mesures d'atténuation : apports de poissons d'écloserie, limites de la mortalité par la pêche et amélioration de la productivité de la population en eau douce. Les résultats ont montré qu'il est peu probable que l'on atteigne l'objectif de survie ou de rétablissement dans 12 ans (trois générations) dans les conditions actuelles, bien que certains scénarios comprenant des apports de poissons d'écloserie et des mesures d'atténuation en eau douce aient produit une croissance de la population qui pourrait entraîner le rétablissement sur une plus longue période.
- Le rétablissement ou la survie d'une population naturelle et autonome nécessitera une atténuation réussie de la cause de la faible production de saumoneaux dans le lac. Il

pourrait s'agir de mesures visant à atténuer les apports en éléments nutritifs afin de réduire l'eutrophisation anthropique qui a augmenté au cours de la dernière décennie. Sinon, la population d'origine naturelle est prévue de continuer de diminuer.

- Étant donné son taux de croissance négatif, il n'y a pas de dommages admissibles pour cette population. Si les menaces pesant sur la productivité en eau douce peuvent être atténuées et que la survie en mer ne diminue pas davantage, le rétablissement est possible si les dommages admissibles sont limités.
- Les principales incertitudes qui peuvent avoir une incidence sur le potentiel de rétablissement sont l'efficacité des mesures visant à améliorer les conditions dans le lac Cultus pour le saumon rouge, les changements futurs dans la survie des saumoneaux dans l'océan et les taux de mortalité avant le frai chez les adultes, ainsi que les effets à long terme des apports de poissons d'écloserie sur la valeur adaptative de la population d'origine naturelle.

INTRODUCTION

Justification de l'évaluation du potentiel de rétablissement

En tant que ministère compétent pour les espèces aquatiques en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), Pêches et Océans Canada (MPO) est tenu de prendre plusieurs mesures en application de la Loi lorsque le COSEPAC a désigné une espèce aquatique comme étant menacée, en voie de disparition ou disparue du pays. Bon nombre de ces mesures nécessitent la collecte d'information scientifique sur la situation actuelle de l'espèce, les menaces pour sa survie et son rétablissement et son potentiel de rétablissement. L'avis scientifique est habituellement formulé dans le cadre d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) effectuée après l'évaluation du COSEPAC, ce qui permet d'intégrer les analyses scientifiques revues par les pairs aux processus prévus par la LEP, y compris la décision d'inscrire ou non l'espèce à l'annexe 1, et durant la planification du rétablissement si l'espèce est inscrite.

Le saumon rouge du lac Cultus forme l'unité désignable (UD) du saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) qui fraye dans le lac Cultus, en Colombie-Britannique (C.-B.). Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué cette UD pour la première fois comme étant en voie de disparition dans le cadre d'une évaluation d'urgence réalisée en 2002 et a confirmé cette évaluation en 2003 et de nouveau en 2017. L'évaluation la plus récente était fondée sur la petite taille de la population et les récentes tendances à la baisse de l'abondance des adultes.

Lac Cultus

Le lac Cultus est un petit lac côtier (6,3 km²) situé dans la vallée du Fraser, à l'est de Vancouver (C.-B.). Le saumon rouge se sert du lac comme frayère et comme habitat d'alevinage. Le lac est une zone récréative importante qui accueille des millions de visiteurs chaque année. Il a été touché par l'aménagement local (afflux d'eaux usées, aménagement des terres et des rives, espèces envahissantes), ainsi que par les apports de nutriments atmosphériques et les changements climatiques. Le lac Cultus se déverse dans la rivière Vedder par le ruisseau Seltzer, puis dans le fleuve Fraser, qui constitue la voie migratoire du saumon rouge juvénile et adulte lorsqu'il dévale vers l'océan et qu'il en revient. Le corridor migratoire a été touché par la construction de digues, la canalisation, l'extraction de gravier et d'autres activités industrielles.

Biologie, abondance, répartition et paramètres du cycle biologique

Biologie

Le cycle biologique du saumon rouge du lac Cultus est typique de la plupart des saumons rouges du Fraser de type lacustre. Les reproducteurs adultes remontent de l'océan à la fin de l'été et à l'automne et pénètrent dans le lac Cultus, où ils frayent à partir de la fin du mois de novembre. L'emplacement et les caractéristiques de l'habitat de frai ne sont pas bien compris en raison de la difficulté d'observer les poissons en profondeur. Les œufs sont enterrés dans des nids de frai (aussi appelés nids de salmonidés), et les juvéniles émergent au printemps pour s'installer dans le lac. Presque tous les juvéniles quittent le lac Cultus le printemps suivant au stade de saumoneaux d'un an. La plupart des saumons rouges du lac Cultus (plus de 90 %) passent un peu plus de deux ans dans l'océan avant de revenir en tant qu'adultes de quatre ans, mais de petits nombres de poissons remontent à trois ou à cinq ans.

Abondance et tendances

L'abondance du saumon rouge du lac Cultus est surveillée depuis 1921 à l'aide d'une barrière de dénombrement des poissons située à la sortie du lac. L'abondance moyenne d'une génération (quatre ans) a fluctué autour de 20 000 reproducteurs entre les années 1920 et les années 1970, et diminue depuis (figure 2). La population actuelle qui fraie dans le lac est dominée par les poissons produits par un programme d'apports de poissons d'écloserie. Les moyennes générationnelles les plus récentes (2015-2018) sont de 254 reproducteurs d'origine naturelle et de 941 poissons d'écloserie.

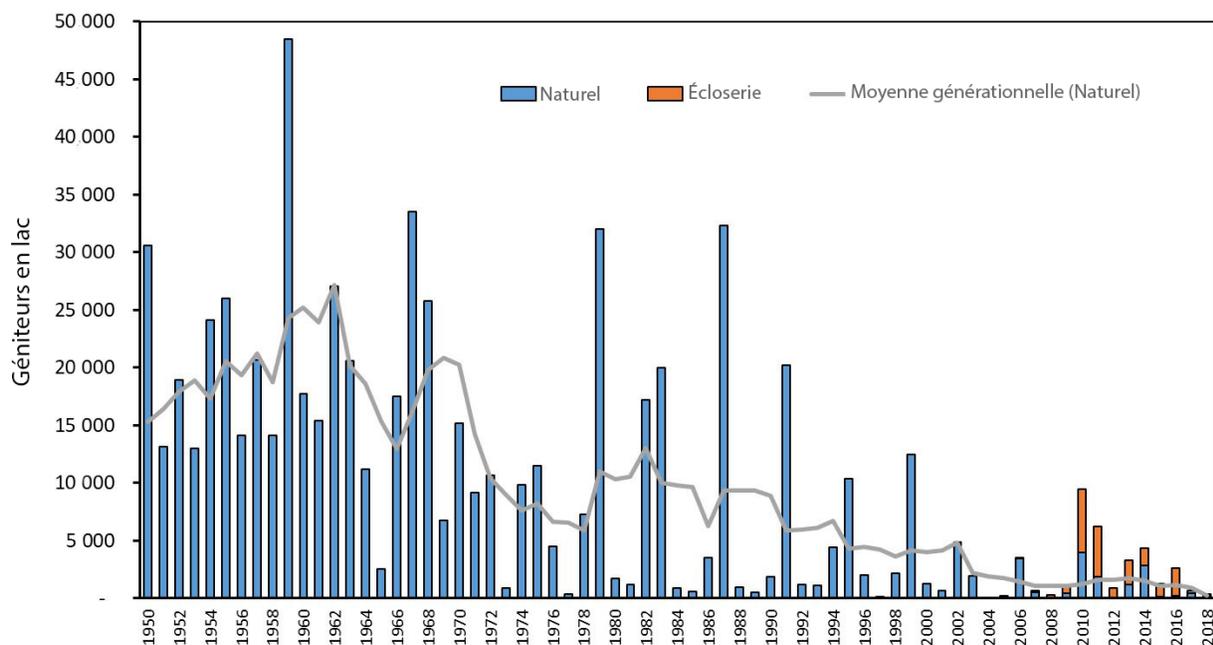


Figure 2. Nombre de saumons adultes entrés dans le lac Cultus par la barrière de dénombrement. La ligne indique la moyenne générationnelle sur quatre ans fondée sur les reproducteurs d'origine naturelle.

Paramètres du cycle biologique

Grâce au long historique de recherche et de surveillance, nous disposons d'une mine de données sur cette population. En particulier, la surveillance intermittente de la production de saumoneaux permet de calculer les taux de survie en eau douce et en mer. Le taux de production de saumoneaux (nombre de saumoneaux produits par reproducteur entré dans le lac) a considérablement diminué au cours des deux dernières générations. Les valeurs récentes de <10 saumoneaux/reproducteur sont bien en deçà de la moyenne historique de 75 saumoneaux/reproducteur. Les taux récents sont également bien inférieurs aux niveaux requis (environ 50 saumoneaux/reproducteur) pour maintenir la population à l'état sauvage (figure 3).

Les taux de survie des saumoneaux (des saumoneaux quittant le lac jusqu'aux adultes qui y reviennent) sont demeurés relativement constants au fil du temps. Le taux de survie des saumoneaux dans l'océan a diminué (figure 4), mais cette baisse a été compensée par les récentes réductions de la mortalité par pêche. La survie des saumoneaux est suffisante pour soutenir la population si les taux de production de saumoneaux peuvent être améliorés à une moyenne de >50 saumoneaux/reproducteur.

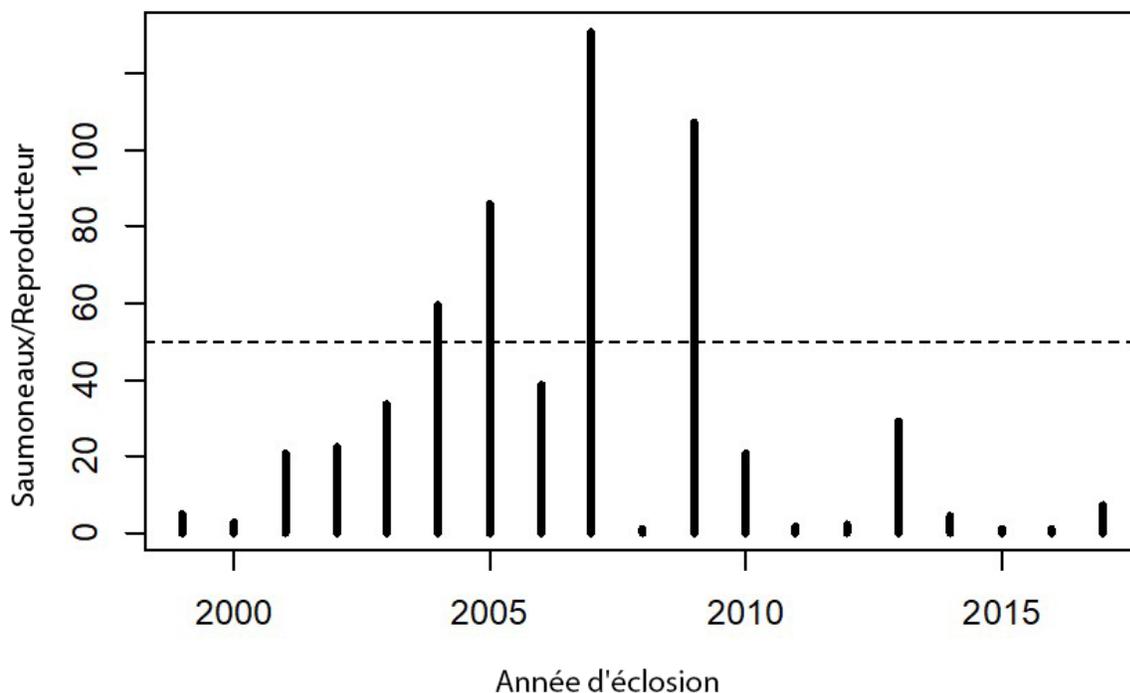


Figure 3. Série chronologique des taux de production récents de saumoneaux de saumon rouge du lac Cultus. Saumoneaux/reproducteur est le rapport des saumoneaux d'origine naturelle produits par parent (d'origine naturelle+d'écloserie) ayant passé dans le lac deux ans plus tôt. La ligne pointillée est le taux approximatif de production de saumoneaux requis pour assurer la survie de la population (c.-à-d. le niveau de remplacement) avec les niveaux actuels d'exploitation et de survie en mer.

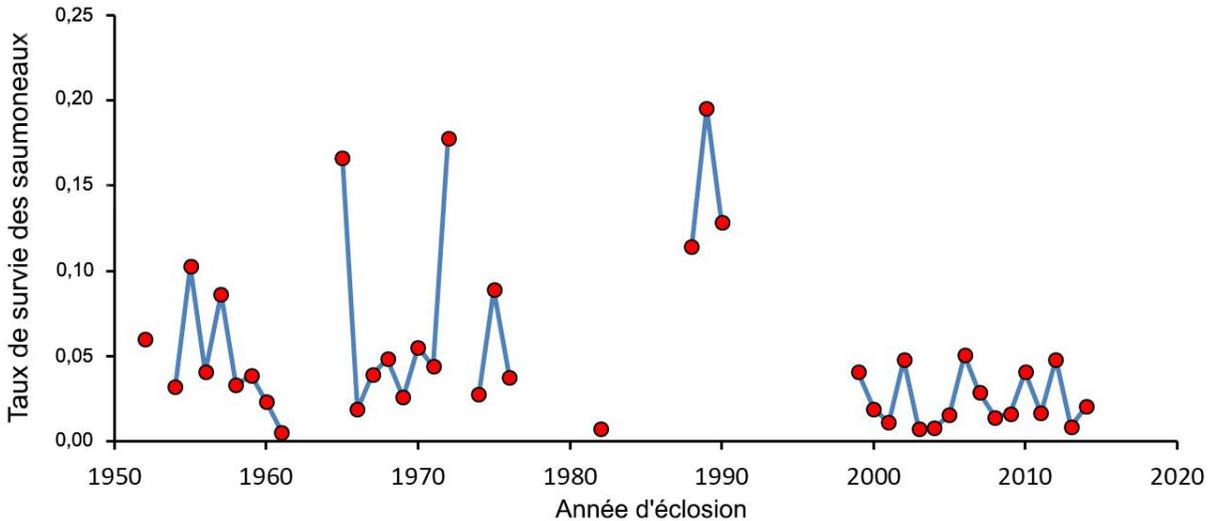


Figure 4. Survie du stade de saumoneau à celui d'adulte, par année d'éclosion. On utilise le taux d'exploitation pour éliminer les effets de la mortalité par la pêche sur la survie; pour les années d'éclosion de 1999 à 2014, le taux d'exploitation utilisé était la moyenne des trois séries présentées dans le document MPO (2018a), augmentée d'une valeur préliminaire de 0,5 pour 2018.

ÉVALUATION

Exigences relatives à l'habitat et à la résidence

Le saumon rouge du lac Cultus dépend du lac pour le frai, l'incubation des œufs et des larves et les habitats d'alevinage des juvéniles. Les cours d'eau qui relient le lac Cultus à l'océan sont utilisés par les saumoneaux durant leur dévalaison et par les adultes pendant leur montaison. Les régions côtières et extracôtières de l'océan Pacifique servent d'habitats d'alevinage aux juvéniles et aux sous-adultes.

Les saumons adultes frayent sur les plages et le littoral du lac Cultus à des profondeurs allant de moins d'un mètre à plus de 20 mètres. Par le passé, les reproducteurs utilisaient un certain nombre d'emplacements autour du lac, mais leur répartition actuelle peut être plus limitée. Les poissons en frai sont difficiles à observer, et il n'est pas certain que les récentes observations de frai soient le résultat de changements dans l'utilisation de l'habitat ou une préférence pour des habitats plus profonds où le frai se produit sans être observé.

Pour réussir, l'incubation des œufs et des larves dépend de la disponibilité de substrats et d'eaux interstitielles convenables, de bonne qualité et en quantité suffisante. Il y a probablement eu une certaine dégradation de l'habitat de frai; une grande partie de la rive du lac à moins de huit mètres de profondeur a été colonisée par le myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*), une plante envahissante, qui l'a rendue impropre au frai. L'augmentation des taux de dépôt de matières organiques associée à l'eutrophisation du lac et les changements dans la quantité et la qualité de la remontée des eaux souterraines dans les frayères peuvent aussi en réduire la qualité.

Une fois que le saumon rouge juvénile sort des frayères, il s'installe dans la région pélagique (au large) du lac et se nourrit de zooplancton. Le lac Cultus est le lac le plus productif de saumon rouge dans le bassin hydrographique du Fraser et produit les plus grands saumoneaux en raison de la disponibilité du zooplancton, de la longue saison de croissance et de la faible

abondance actuelle des poissons. En été et en automne, l'habitat d'alevinage des juvéniles est limité par les températures élevées des eaux de surface et les faibles niveaux d'oxygène près du fond du lac.

Presque tous les juvéniles quittent le lac Cultus en tant que saumoneaux d'âge 1 et dévalent par le ruisseau Sweltzer et la rivière Vedder jusqu'au fleuve Fraser, avant d'entrer dans l'océan à l'embouchure du fleuve Fraser. Les juvéniles se déplacent vers le nord à travers le détroit de Georgia et le détroit de Johnstone avant d'entrer dans l'océan Pacifique Nord. Pendant cette période, leur croissance est rapide, mais la mortalité est considérable, probablement en raison de la prédation. L'abondance de proies convenables au cours des premiers mois en mer est considérée comme essentielle à la survie.

La plupart des poissons arrivent à maturité après un peu plus de deux ans en mer et entament alors leur montaison vers le lac Cultus. Les adultes qui migrent sont vulnérables à la prédation des mammifères marins et d'autres grands prédateurs et peuvent être exposés à des températures plus élevées que les températures optimales dans le Fraser et ses affluents avant d'atteindre le lac Cultus. Depuis le milieu des années 1990, la montaison vers le lac se produit près de six semaines plus tôt, ce qui est associé à des taux plus élevés de mortalité avant le frai chez les adultes.

La LEP définit la résidence comme suit : « Gîte — terrier, nid ou autre aire ou lieu semblable — occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant tout ou partie de leur vie, notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation » [paragraphe 2(1)]. Conformément aux Lignes directrices pour la désignation de la résidence et la préparation d'un énoncé de résidence pour les espèces aquatiques en péril (MPO 2015), les nids de frai correspondent le plus étroitement aux critères d'une résidence parce qu'ils sont construits. Ils ont une forme structurelle et une fonction de nid, la femelle a investi de l'énergie dans leur création, ils sont essentiels à la réussite de l'incubation et de l'éclosion des œufs, et ils peuvent contenir de quelques centaines à quelques milliers d'œufs d'une femelle reproductrice. Les nids de frai situés dans les frayères du lac Cultus pourraient être considérés comme des résidences.

Menaces et facteurs limitatifs liés à la survie et au rétablissement

Une évaluation des menaces et des facteurs limitatifs a été menée selon le protocole décrit dans le document MPO (2014). Une menace est définie comme suit : « Activité ou processus humain qui a causé, cause ou peut causer des dommages à une espèce sauvage en péril, sa mort ou des modifications de son comportement, ou la destruction, la détérioration ou la perturbation de son habitat jusqu'au point où des effets sur la population peuvent se produire » (MPO 2014). Les résultats de l'évaluation sont présentés dans les tableaux 1 et 2.

Menaces

Les menaces qui pourraient être considérées comme présentant le plus grand risque pour la population sont la mortalité par pêche, l'eutrophisation du lac et les changements climatiques. Elles sont abordées ci-dessous, mais un certain nombre d'autres menaces énumérées dans le tableau 1 et évaluées comme présentant un risque faible ou modéré pourraient également être importantes. Toutefois, dans certains cas, le manque d'information empêche d'évaluer le risque.

Le saumon rouge du lac Cultus est la plus petite population des cinq UD de saumon rouge du fleuve Fraser qui forment le regroupement de gestion du saumon rouge du Fraser de montaison tardive. De ce fait, il arrive qu'il soit pêché fortuitement dans les diverses pêches qui ciblent les populations plus abondantes de saumon rouge de montaison tardive, ainsi que dans certaines autres pêches du saumon du Fraser.

Trois séries chronologiques différentes des taux d'exploitation sont présentées dans le document MPO (2018a) et montrent que la mortalité par pêche (toutes les pêches) est généralement faible (3 ~20 %) les années où les montaisons tardives sont peu abondantes, mais peut avoir dépassé 50 % les années où elles sont abondantes, en raison de la pêche dirigée qui cible des populations plus larges. Le taux de prise de saumon rouge du lac Cultus est difficile à estimer, car le nombre de poissons originaires du lac Cultus que l'on trouve dans l'échantillonnage des prises est très faible, ce qui ne permet pas de procéder à des estimations directes. L'utilisation d'estimations portant sur d'autres populations plus larges à titre de substituts est problématique parce que les poissons du lac Cultus peuvent avoir des périodes de migration et une exposition aux pêches différentes de celles des populations de remplacement potentielles. La mortalité par pêche a une incidence directe sur le nombre d'adultes qui reviennent dans le lac.

L'eutrophisation est le résultat des apports excessifs d'éléments nutritifs dans le lac. Les apports anthropiques d'éléments nutritifs dans le lac Cultus résultent du ruissellement agricole, du lixiviat septique, du dépôt de guano par les goélands migrateurs et du dépôt atmosphérique d'éléments nutritifs provenant de sources agricoles et industrielles de la vallée du Fraser. Les apports d'éléments nutritifs stimulent la production d'algues dans le lac, ce qui augmente le dépôt de matières organiques dans le fond du lac. La décomposition de ces matières entraîne une diminution de l'oxygène dans les couches plus profondes du lac à la fin de l'été et à l'automne. Les niveaux d'oxygène diminuent depuis 20 ans et atteignent maintenant des minimums stressants ou potentiellement mortels pour les poissons. Les niveaux d'oxygène dans le lac sont fortement corrélés aux estimations de la survie hivernale du saumon rouge juvénile.

Le dépôt de matières organiques peut aussi entraîner une détérioration de la qualité des habitats de frai le long des rives du lac, en bouchant le gravier de frai et en abaissant les niveaux d'oxygène dans l'eau entre les graviers.

Les faibles niveaux d'oxygène au fond du lac provoquent des processus anaérobies qui libèrent de l'azote et du phosphore des sédiments lacustres, ainsi que des contaminants toxiques et des métaux qui pourraient autrement rester liés dans les sédiments. Du sulfure d'hydrogène, toxique pour les poissons, est également rejeté pendant le métabolisme anaérobie. Ce processus, appelé charge interne, est considéré comme une menace pour la survie des juvéniles.

Le lac Cultus se réchauffe sous l'effet des changements climatiques. À l'heure actuelle, les températures élevées de l'eau à la fin de l'été à la sortie du lac Cultus sont stressantes pour les adultes qui remontent de la rivière Vedder au lac Cultus en passant par le ruisseau Sweltzer. La thermocline saisonnière devient plus forte et le lac est plus résistant au renouvellement, ce qui exacerbe les effets des faibles niveaux d'oxygène dans les parties plus profondes du lac. Ainsi, les effets des changements climatiques se combinent avec l'eutrophisation pour créer dans le lac des conditions moins convenables au saumon rouge.

Facteurs limitatifs

Les facteurs limitatifs naturels qui présentent le plus grand risque pour le rétablissement du saumon rouge sont les effets du avancement récent (depuis le milieu des années 1990) du moment de la migration du saumon rouge adulte et la variabilité accrue de la survie des juvéniles dans le lac.

La migration des adultes dans le lac se produit environ six semaines plus tôt, pour des raisons encore inconnues, ce qui fait que les poissons sont exposés à des eaux plus chaudes dans le fleuve Fraser pendant leur migration et restent beaucoup plus longtemps dans le lac avant de

frayer. Cela s'est traduit par une augmentation de la mortalité avant le frai chez les adultes, probablement en raison de l'aggravation des maladies résultant d'une résidence prolongée en eau douce. Les données disponibles permettent de penser que ce taux a augmenté depuis 20 ans et qu'il contribue probablement au faible taux de production de saumoneaux observé au cours de cette période.

On a également déterminé que la variabilité accrue des conditions en eau douce peut limiter le rétablissement. Ce constat est le résultat de l'interaction des conditions climatiques plus variables causées par les changements climatiques et des autres menaces et facteurs limitatifs ayant une incidence sur la survie du saumon. Ces effets contribuent également probablement au faible taux actuel de production de saumoneaux, et cette variation devrait augmenter à l'avenir.

Tableau 1 : Menaces pour la survie et le rétablissement du saumon rouge du lac Cultus. Les menaces sont classées en fonction de leur cote de risque biologique actuelle. Voir le document MPO (2014) pour obtenir la description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. Le chiffre entre parenthèses qui suit le classement du risque présenté par la menace représente le classement de la certitude causale (1=très élevé, 5=très faible)

Menace	Stade du cycle vital	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque présenté par la menace au niveau de la population	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Interceptions dans les pêches : Pertes directes de population	Adultes	Connue	Élevé	Très élevée (1)	Élevé (1)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
Production en éclosion : Réduction de la valeur adaptative des populations sauvages	Tous les stades biologiques	Probable	Moyen	Moyenne (3)	Moyen (3)	Actuelle, anticipée	Récurrente	Considérable
Pollution : Augmentation de la mortalité ou des effets sublétaux attribuable aux polluants aquatiques	Tous les stades biologiques	Probable	Moyen	Faible (4)	Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable
Eutrophisation du lac : Faible niveau d'oxygène dans les frayères	Œufs et alevins	Probable	Élevé	Moyenne (3)	Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable
Faibles niveaux d'oxygène dans le lac	Œufs, alevins et juvéniles	Connue	Extrême	Très élevée (1)	Élevé (1)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable
Charge interne en sédiments	Juvéniles	Connue	Élevé	Très élevée (1)	Élevé (1)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable

Menace	Stade du cycle vital	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque présenté par la menace au niveau de la population	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Espèces envahissantes : Effets du myriophylle sur les frayères et la décomposition des matières organiques	Adultes, œufs, alevins, juvéniles	Connue	Faible	Faible (4)	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
Espèces envahissantes : Prédation par l'achigan à petite bouche	Juvéniles, saumoneaux	Inconnue	Inconnu	Faible (4)	Inconnu (4)	Actuelle, anticipée	Continue	Considérable
Modifications de l'habitat du corridor de migration : Construction de digues, canalisation, barrière de dénombrement	Adultes, saumoneaux	Connue	Inconnu	Faible (4)	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
Changements climatiques : Eau douce : Températures sublétales à létales du lac	Juvéniles	Connue	Moyen	Moyenne (3)	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable
Interaction avec l'eutrophisation	Adultes, œufs, alevins, juvéniles, saumoneaux	Connue	Élevé	Élevée (2)	Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
Changements climatiques - milieu marin : Impacts sur la fécondité, la croissance, la survie	Adultes, immatures, saumoneaux	Connue	Moyen	Moyenne (3)	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
Concurrence en mer avec d'autres espèces : Interactions avec le saumon rose	Adultes, immatures, saumoneaux	Probable	Inconnu	Faible (4)	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Menace	Stade du cycle vital	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque présenté par la menace au niveau de la population	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Aquaculture en parcs en filet : Maladie, parasites	Adultes, saumoneaux	Probable	Inconnu	Faible (4)	Inconnu (4)	Actuelle	Récurrente	Vaste

Tableau 2 : Facteurs limitatifs de la survie et du rétablissement du saumon rouge du lac Cultus

Facteur limitatif	Stade du cycle vital	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque présenté par la menace au niveau de la population	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Maladie et agents pathogènes : p. ex. <i>Salmonicola</i> , <i>Parvicapsula</i> , maladie bactérienne du rein, N.H.I.	Adultes, juvéniles, saumoneaux	Connue	Moyen	Faible (4)	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
Changement du moment de la migration : Mortalité avant le frai	Adultes	Connue	Élevé	Moyenne (3)	Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable
Prédation en eau douce : Prédateurs indigènes	Œufs, juvéniles, saumoneaux	Connue	Moyen	Moyenne (3)	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
Prédation en mer : Mammifères marins indigènes, piscivores, oiseaux	Saumoneaux, immatures, adultes	Connue	Faible	Élevé (2)	Faible (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
Variabilité accrue des conditions en eau douce	Adultes, œufs, alevins, juvéniles, saumoneaux	Connue	Élevé	Très élevée (1)	Élevé (1)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable
Variabilité accrue des conditions en mer	Adultes, immatures	Connue	Moyen	Moyenne (3)	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable
Répartition limitée en eau douce : Susceptibilité aux événements catastrophiques	Adultes, œufs, alevins, juvéniles, saumoneaux	Connue	Moyen	Faible (4)	Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable

Objectifs de rétablissement

Fondé sur une moyenne de quatre ans, un objectif de rétablissement de 7 000 adultes qui entrent dans le lac est proposé, car il est semblable aux abondances observées par le passé et suffisant pour que la population ne soit pas évaluée comme étant en voie de disparition selon le critère C du COSEPAC (< 2 500 adultes) si elle a subi une période de déclin. Un objectif de survie de 2 500 reproducteurs et d'au moins 500 reproducteurs chaque année a également été établi pour faciliter l'évaluation des mesures de rétablissement. Les objectifs de survie ou de rétablissement pourraient inclure les reproducteurs d'écloserie, dans la mesure où le programme actuel respecte les normes établies par le MPO (2018b) en vue de réduire les risques pour les populations sauvages. Une mesure du risque connue sous le nom d'influence naturelle proportionnelle (INP) a été utilisée pour évaluer les risques génétiques des apports de poissons d'écloserie et le MPO (2018b) a proposé que des valeurs de 0,72 de l'INP soient nécessaires pour maintenir une population essentiellement sauvage. Dans la plupart des cas, ces normes impliquent que moins de 30 % des adultes frayant à l'état sauvage soient des poissons d'écloserie dans la population rétablie. Toutefois, l'INP pourrait être plus faible pendant la période de rétablissement, lorsque l'on recourt à des apports de poissons d'écloserie pour accroître l'abondance.

Scénarios d'atténuation des menaces et alternatives aux activités

Les mesures d'atténuation possibles des principales menaces sont les suivantes :

- Poursuite du programme actuel d'apport de poissons d'écloserie pour atténuer la faible survie dans le lac.
- Gestion de la mortalité par pêche afin de réduire le nombre de poissons adultes qui interagissent avec des engins de pêche ou qui sont pêchés à l'aide de ces engins.
- Gestion ciblée des apports d'éléments nutritifs dans le lac Cultus afin de réduire ou d'inverser les tendances de l'eutrophisation, par exemple la mise à niveau du traitement des eaux usées, l'interruption de l'augmentation de la charge en guano par les goélands migrateurs dans le lac, l'atténuation du ruissellement des éléments nutritifs dans le bassin hydrographique et des changements des pratiques agricoles dans la vallée du Fraser (c.-à-d. agriculture de conservation) pour réduire les dépôts atmosphériques dans le bassin hydrographique.
- Prévention de l'introduction d'autres espèces envahissantes et contrôle de celles qui se sont établies dans le lac.
- La réimplantation du programme de reproduction en captivité pourrait être envisagée si la survie des saumoneaux d'écloserie tombe sous les niveaux de remplacement.

L'efficacité des quatre premières mesures a été évaluée à l'aide d'un modèle de simulation empirique qui a estimé la probabilité d'atteindre l'objectif de survie ou de rétablissement (et les objectifs d'INP, le cas échéant) après trois générations (12 ans) selon divers scénarios de gestion et d'atténuation. Certaines simulations ont été élargies pour évaluer les résultats à plus long terme. Les simulations ont utilisé les taux de survie en eau douce et en mer de 2003 à 2016, en supposant que les taux observés récemment se maintiendraient à l'avenir.

Les mesures d'atténuation possibles ont été ramenées à trois : des taux de mortalité par pêche différents, la présence ou l'absence du programme actuel d'apports de poissons d'écloserie et une approche générique de la modélisation de l'atténuation des facteurs influençant la survie

dans le lac. La menace exacte qui est atténuée n'est pas précisée et dépendrait de la ou des causes les plus probables des faibles taux de production de saumoneaux. La méthode simule l'atténuation en réduisant graduellement (sur 50 ans) la fréquence des très faibles taux de production de saumoneaux observés récemment (figure 2).

Deux méthodes ont été élaborées pour traiter les poissons d'écloserie dans l'évaluation. Dans la première (méthode 1), tous les poissons d'écloserie (reproducteurs dans le lac et stock de géniteurs) sont considérés comme faisant partie de la population, ce qui représente le cas où les pratiques de gestion de l'écloserie sont appropriées pour prévenir les impacts significatifs sur la valeur adaptative de la population sauvage. Dans le deuxième scénario (méthode 2), les poissons d'écloserie n'ont pas été inclus dans l'évaluation par rapport aux objectifs de rétablissement. Il s'agit de l'approche utilisée par le COSEPAC (2017), partant de l'hypothèse que les poissons d'écloserie représentent un risque pour la population à l'état sauvage.

Toutes ces évaluations et l'incertitude qui en a résulté ont été résumées à l'aide de l'échelle de probabilité établie par la note d'orientation sur le traitement de l'incertitude du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Mastrandrea *et al.* 2010).

Les résultats de la modélisation montrent que, dans les scénarios de statu quo (scénarios 8 ou 9, tableau 3), il est très peu probable que la population atteigne l'objectif de rétablissement. Si toutes les mesures d'atténuation (écloserie, réduction de la mortalité par pêche et atténuation des menaces pesant sur la survie en eau douce) sont appliquées avec succès, la population devrait afficher une trajectoire de croissance et est plus susceptible d'atteindre l'objectif de rétablissement en plus de six générations (figure 4).

Tableau 3. Résultats de la modélisation de la population pour évaluer la probabilité d'atteindre l'objectif de survie ou de rétablissement et la taille de la population à la dernière génération selon plusieurs scénarios d'atténuation possibles. La colonne « Pêche » indique les taux de mortalité par pêche appliqués aux trois cycles non dominants de montaison tardive (0, 0,1, 0,2). Pour la montaison dominante (2018 et tous les quatre ans par la suite), des taux de 0, 0,25 et 0,5 ont été utilisés, d'après les tendances récentes observées de la mortalité par pêche. Des simulations ont été effectuées sur trois générations, et l'évaluation est fondée sur l'abondance de la dernière génération. Les méthodes 1 et 2 font référence à différentes façons de traiter les poissons d'éclosion dans l'évaluation.

Scénario	Éclosion	Atténuation en eau douce	Pêche	Probabilité d'atteindre les objectifs ¹				INP
				Survie (>2 500)		Rétablissement (7 000)		
				Méthode 1	Méthode 2	Méthode 1	Méthode 2	
1	Non	Non	0	0	0	0,01	0	1
2	Non	Non	0,1	0	0	0	0	1
3	Non	Non	0,2	0	0	0	0	1
4	Non	Oui	0	0	0	0	0	1
5	Non	Oui	0,1	0	0	0	0	1
6	Non	Oui	0,2	0	0	0	0	1
7	Oui	Non	0	0,49	0,03	0,04	0	0,3
8	Oui	Non	0,1	0,31	0,01	0,01	0	0,27
9	Oui	Non	0,2	0,13	0	0	0	0,23
10	Oui	Oui	0	0,75	0,12	0,07	0,03	0,46
11	Oui	Oui	0,1	0,53	0,05	0,02	0,01	0,41
12	Oui	Oui	0,2	0,25	0,01	0	0	0,36

[1] Les couleurs sont des catégories de probabilité codées : Très probable $\geq 0,90$, Probable $\geq 0,66$ (vert pâle), Environ aussi probable qu'improbable $0,33 - 0,66$ (blanc), Peu probable $\leq 0,33$ (violet pâle), Très improbable $\leq 0,10$ (violet foncé).

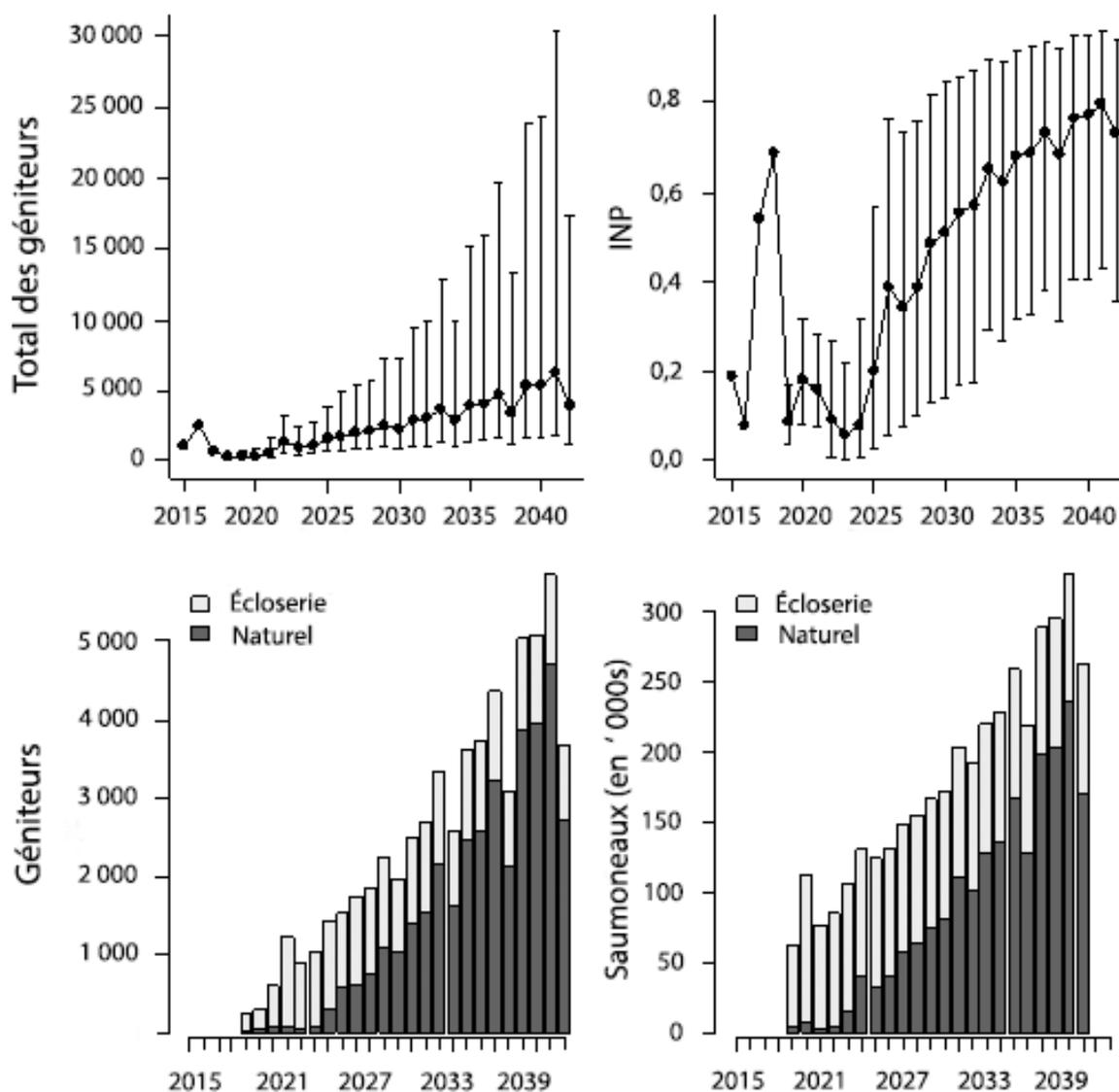


Figure 5. Résultats de la simulation pour le scénario 11 du tableau 3, étendus à six générations pour montrer que les effets combinés de l'apport de poissons d'écloserie, de la réduction de la mortalité par pêche et de l'atténuation des menaces en eau douce peuvent entraîner une croissance de la population. La population est très peu susceptible (probabilité = 0,02) d'atteindre l'objectif de rétablissement en trois générations, mais cette probabilité augmente à 0,56 après six générations (selon la méthode 1). De plus, la valeur moyenne de l'INP pour la dernière génération est de 0,71, ce qui est proche du niveau cible. Les barres d'erreur montrent la plage de 90 % dans les valeurs simulées.

Dommmages admissibles

Selon la modélisation, compte tenu des conditions actuelles dans le lac, la population de saumon rouge du lac Cultus diminuera en l'absence d'apport de poissons d'écloserie, même si la mortalité par pêche est éliminée. Étant donné son taux de croissance négatif, il n'y a pas de dommages admissibles pour cette population.

Si les menaces pesant sur la productivité en eau douce peuvent être atténuées et que les taux de survie en mer ne diminuent pas davantage, le rétablissement est possible avec des dommages admissibles limités. Par exemple, si les mesures visant à ramener la production de saumoneaux d'origine naturelle à des niveaux durables (plus de 50 saumoneaux/reproducteur) sont efficaces, une croissance de la population est possible. De tels dommages (résultant, par exemple, de la pêche ou des impacts sur l'habitat) ralentiraient le taux de rétablissement. À l'heure actuelle, il n'est pas possible de quantifier le niveau de mortalité qui pourrait être autorisé à l'avenir parce que l'efficacité des mesures possibles pour atténuer les menaces pesant sur la population est inconnue.

Sources d'incertitude

- Il faudrait prendre en compte l'incertitude qui entoure les estimations de la mortalité par pêche du saumon rouge du lac Cultus dans l'évaluation des effets des plans de pêche sur le rétablissement.
- Les effets à long terme des apports significatifs de poissons d'écloserie sur la valeur adaptative de la population à l'état sauvage sont inconnus et n'ont pas été pris en compte dans le modèle de simulation.
- Les changements futurs de la survie en eau douce et en mer découlant des changements climatiques n'ont pas non plus été pris en compte dans le modèle, et on peut s'attendre à ce que les résultats soient plus pessimistes s'ils étaient inclus.
- Bien que les effets de l'eutrophisation sur la survie du saumon rouge puissent être atténués par une meilleure gestion des nutriments, il n'est vraiment pas certain que des mesures de gestion opportunes et efficaces soient mises en place à temps pour contribuer au rétablissement.
- Les effets des espèces de poissons envahissantes sont actuellement inconnus, tout comme la possibilité que d'autres espèces de poissons envahissantes nuisibles soient introduites dans le lac.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Prénom	Organisme d'appartenance
Ashton	Chris	Comité consultatif sur la pêche commerciale au saumon
Bailey	Richard	Secteur des sciences du MPO
Benner	Keri	Secteur des sciences du MPO
Bradford	Mike	Secteur des sciences du MPO
Braun	Douglas	Secteur des sciences du MPO
Campbell	Kelsey	A-Tlegay Fisheries
Candy	John	MPO - Centre des avis scientifiques du Pacifique
Caron	Chantelle	Programme de la LEP du MPO
Cône	Tracy	Secteur des sciences du MPO
Davis	Brooke	Secteur des sciences du MPO
Decker	Scott	Secteur des sciences du MPO
Doutaz	Daniel	Évaluation des stocks du MPO
Fisher	Aidan	Fraser River Aboriginal Fisheries Secretariat
Frederickson	Nicole	Island Marine Aquatic Working Group

Nom	Prénom	Organisme d'appartenance
Grant	Paul	Secteur des sciences du MPO
Grant	Sue	Secteur des sciences du MPO
Hague	Merran	Commission du saumon du Pacifique
Hawkshaw	Mike	Secteur des sciences du MPO
Healy	Stephen	Secteur des sciences du MPO
Hollingsworth	Shaun	Conseil consultatif sur la pêche sportive
Holt	Carrie	Secteur des sciences du MPO
Huang	Ann-Marie	Secteur des sciences du MPO
Jantz	Les	Gestion des ressources du MPO
Labelle	Marc	Okanagan Nation Alliance
Laliberté	Bernette	Tribus Cowichan
Magera	Anna	Gestion des ressources du MPO
May-McNally	Shannan	Secteur des sciences du MPO
McGreer	Madeline	Fraser River Aboriginal Fisheries Secretariat
Michielsens	Catherine	Commission du saumon du Pacifique
Morley	Rob	Représentant du Conseil du fleuve Fraser
Mortimer	Matt	Gestion des ressources du MPO
Nener	Jennifer	Gestion des ressources du MPO
Nicklin	Pete	Upper Fraser Fisheries Conservation Alliance (UFFCA)
Ogden	Athena	Secteur des sciences du MPO
Olivier	Gilles	Secteur des sciences du MPO
Patterson	Dave	Secteur des sciences du MPO
Pearce	Robyn	Programme de la LEP du MPO
Pestal	Gottfried	Solv Contracting
Pillipow	Ray	Province de la Colombie-Britannique - Prince George
Pon	Lucas	Secteur des sciences du MPO
Price	Michael	Université Simon Fraser
Robinson	Kendra	Secteur des sciences du MPO
Scroggie	Jamie	Gestion des ressources du MPO
Selbie	Dan	Secteur des sciences du MPO
Staley	Mike	Fraser River Aboriginal Fisheries Secretariat
Thom	Michael	Programme de mise en valeur des salmonidés du MPO
Thomson	Madeline	Programme de la LEP du MPO
Thorpe	Suzanne	Programme de protection du poisson et de l'habitat du poisson du MPO
Townend	Emily	Secteur des sciences du MPO
Walsh	Michelle	Nation Shuswap
Welch	Paul	Programme de mise en valeur des salmonidés du MPO
Whitney	Charlotte	Fondation du saumon du Pacifique
Wier	Lauren	Programme de protection des pêches du MPO
Wor	Catarina	Secteur des sciences du MPO
Xu	Yi	Secteur des sciences du MPO

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs du 7 au 10 octobre 2019 sur l'Évaluation du potentiel de rétablissement : Saumon rouge du fleuve Fraser (*Oncorhynchus nerka*) – Dix unités désignables. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

- COSEPAC. 2017. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon rouge \(*Oncorhynchus nerka*\), 24 unités désignables dans le bassin versant du fleuve Fraser, au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 179 pp.
- Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers. 2010. Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- MPO. 2014. [Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des impacts écologiques pour les espèces en péril](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/013. (Erratum : juin 2016)
- MPO. 2015. Directive sur l'Application de l'article 33 (résidence) de la *Loi sur les espèces en péril* aux espèces aquatiques en péril. Programme des espèces en péril. Ottawa.
- MPO. 2018a. [Information scientifique à l'appui de la prise en compte des risques pesant sur le saumon rouge du lac Cultus en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2018/052.
- MPO. 2018b. [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.

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. Évaluation du potentiel de rétablissement – saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) du lac Cultus (2019). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/011.

Also available in English:

DFO. 2020. *Recovery Potential Assessment – Cultus Lake Sockeye Salmon (Oncorhynchus nerka) (2019)*. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2020/011.