



# AVIS DÉCOULANT DE L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LE SAUMON ROUGE DU FLEUVE FRASER QUE REPRÉSENTE LE TRANSFERT DE L'ORTHORÉOVIRUS PISCIAIRE (RVP) À PARTIR DES FERMES DE SAUMON DE L'ATLANTIQUE SITUÉES DANS LA RÉGION DES ÎLES DISCOVERY, EN COLOMBIE-BRITANNIQUE



Parc en filet le long de la côte de la Colombie-Britannique (Photo : MPO).

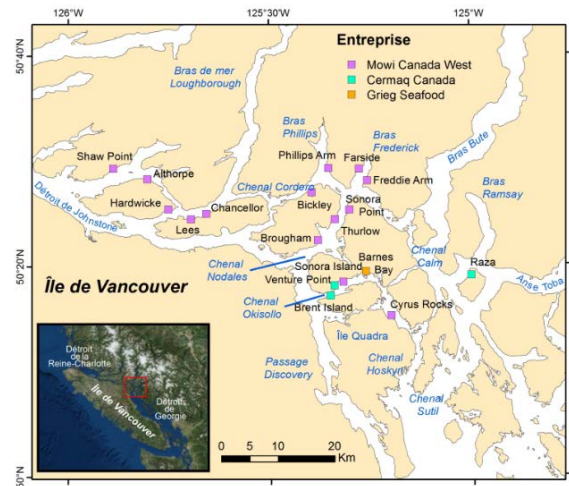


Figure 1. Emplacement des 18 fermes de saumon de l'Atlantique de la région des îles Discovery qui ont étéensemencées au moins une fois entre 2010 et 2016.

## Contexte :

Conformément au Programme d'aquaculture durable, Pêches et Océans Canada (MPO) s'engage à mener des évaluations des risques environnementaux pour appuyer un processus décisionnel fondé sur la science relativement aux activités aquacoles. L'Initiative des sciences de l'aquaculture pour l'évaluation des risques environnementaux a été mise en œuvre pour évaluer les risques des activités aquacoles pour le poisson sauvage et l'environnement. Les risques liés à chaque agent de stress environnemental validés dans l'Avis scientifique sur les séquences d'effets liés à l'aquaculture des poissons, des mollusques et des crustacés (DFO, 2010) seront évalués conformément au Cadre d'évaluation des risques environnementaux dans le domaine de l'aquaculture, afin de garantir un processus systématique, cohérent et transparent.

La Direction générale de la gestion de l'aquaculture du MPO a demandé un avis scientifique du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) sur les risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert d'agents pathogènes à partir des fermes de saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique. Cette demande soutient le rôle du MPO sur le plan de la gestion de l'aquaculture en Colombie-Britannique et

elle s'inscrit dans le cadre des recommandations figurant dans le rapport définitif de la Commission d'enquête sur le déclin des populations de saumon rouge du fleuve Fraser, notamment les recommandations 18 et 19 sur les risques pour les populations de poissons sauvages que représente le transfert d'agents pathogènes à partir des fermes aquacoles (Cohen, 2012).

L'avis sera présenté au moyen d'une série d'évaluations des risques que représente le transfert d'agents pathogènes; cette sixième évaluation des risques porte sur l'orthoréovirus pisciaire (RVP). Les risques liés aux autres agents pathogènes connus pour causer également des maladies dans les fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery feront l'objet d'une évaluation dans le cadre de processus subséquents.

Le présent avis scientifique découle de la réunion de consultation scientifique nationale qui s'est déroulée du 28 au 30 janvier 2019 sur l'Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, dans le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

## SOMMAIRE

### Évaluation des risques que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP-1)

- Il a été établi que le RVP-1 disséminé à partir des fermes de saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) exploitées dans la région des îles Discovery présente un risque minimal pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser (*Oncorhynchus nerka*). Les incertitudes varient d'une certitude élevée à une forte incertitude (voir ci-dessous et le tableau 1).
- L'évaluation a été effectuée à l'aide de données scientifiques pertinentes sur l'orthoréovirus pisciaire (RVP-1), y compris des données sur la santé des poissons d'élevage, des pratiques actuelles de gestion de la santé des poissons, des enquêtes et des études sur le saumon sauvage et le saumon mis en valeur en Colombie-Britannique.
- L'évaluation des risques a été effectuée d'après les constatations selon lesquelles toutes les fermes actives finissent probablement par révéler la présence du RVP-1 et le saumon rouge du fleuve Fraser est sensible à l'infection par le RVP-1.
- L'évaluation des risques suppose :
  - l'excrétion continue du RVP-1 à partir des fermes, que le temps et la dose d'exposition sont suffisants pour entraîner une infection chez au moins un saumon rouge du fleuve Fraser lors de sa migration dans la région des îles Discovery;
  - que les résultats des études de laboratoire sur l'incidence de l'infection par le RVP-1 chez le saumon rouge juvénile sont représentatifs de ce qui se passe dans les milieux marins.
- L'évaluation globale de la probabilité a permis de conclure que l'infection par le RVP-1 d'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser, au stade juvénile ou adulte, attribuable au saumon de l'Atlantique de la région des îles Discovery est très probable, les incertitudes aux différentes étapes variant d'une certitude élevée à une forte incertitude.

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

- L'évaluation des conséquences a permis de conclure que l'ampleur potentielle des conséquences sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser est négligeable, avec une certitude raisonnable pour les juvéniles et une incertitude raisonnable pour les adultes. Les niveaux d'incertitude de cette conclusion ont fait l'objet de discussions et les participants sont arrivés à des conclusions différentes sur l'applicabilité et l'abondance des données à l'appui des estimations de l'incertitude.
- Les principales incertitudes dans cette évaluation des risques sont :
  - la forte incertitude liée à la probabilité d'infection du saumon rouge du fleuve Fraser par le RVP-1 à partir des fermes de saumon de l'Atlantique infectées, compte tenu du manque de données permettant d'estimer la concentration du RVP-1 attribuable aux fermes de saumon de l'Atlantique infectées et puisque la durée d'exposition requise pour que l'infection par le RVP-1 se produise et la dose infectieuse minimale du RVP-1 pour le saumon rouge sont inconnues;
  - l'incertitude raisonnable liée à l'évaluation des conséquences étant donné l'applicabilité des données indirectes et des études de laboratoire pour estimer les conséquences pour le saumon rouge adulte.

Cette évaluation des risques s'est appuyée sur un résumé de l'état actuel des connaissances relatives à l'orthoréovirus pisciaire (RVP) et aux maladies connexes (Polinski et Garver, 2019), dont les principaux éléments sont résumés ci-dessous.

**Caractérisation de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) et des maladies connexes**

- Des trois génogroupes connus de RVP, le RVP-1 est présent en Colombie-Britannique, en Norvège et dans d'autres régions. La variante du RVP-1 trouvée en Colombie-Britannique fait l'objet de l'évaluation des risques.
- Les données norvégiennes suggèrent qu'il existe une variation de la virulence parmi les souches de RVP-1. Le RVP-1 de la Colombie-Britannique présente une variabilité génétique moindre et une virulence moindre pour le saumon de l'Atlantique que le RVP-1 de la Norvège.
- Le RVP-1 est omniprésent et très répandu chez le saumon de l'Atlantique et le saumon quinnat d'élevage en parcs en filet marins de la Colombie-Britannique. Le RVP-1 a une vaste aire de répartition géographique parmi le saumon sauvage du Pacifique (C.-B., Alaska et Washington), mais sa prévalence est plus faible que celle du saumon d'élevage et elle varie selon les espèces et les stocks.
- La preuve de l'infection par le RVP-1 repose sur l'utilisation de méthodes moléculaires qui détectent la présence de matériel génétique du RVP-1, mais cela n'indique pas que le RVP-1 est infectieux.
- Le RVP-1 infecte les globules rouges. Des charges élevées du RVP-1 ont été signalées dans des essais de provocation en laboratoire menés sur des saumons de l'Atlantique ou des saumons rouges juvéniles. Cependant, cela ne permettait pas de prédire l'évolution de la maladie.
- Les saumons d'élevage et les saumons sauvages de la Colombie-Britannique semblent les plus susceptibles d'être infectés par le RVP-1 dans l'eau de mer, bien que des infections chez des saumons juvéniles aient été signalées en eau douce.

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

- Le saumon rouge semble moins sensible à l'infection que le saumon de l'Atlantique en Colombie-Britannique après une exposition expérimentale.
- Dans les parcs en filet marins, le RVP-1 a été associé à une grave inflammation cardiaque chez le saumon de l'Atlantique d'élevage et au syndrome de l'anémie et de la jaunisse chez le saumon quinnat d'élevage en Colombie-Britannique, mais aucun lien de causalité n'a été établi.
- Dans des essais de provocation en laboratoire menés sur des saumons de l'Atlantique juvéniles, lorsque des charges virales élevées ont été générées, la variante du RVP-1 de la Colombie-Britannique a révélé une augmentation de la prévalence des lésions cardiaques de mineures à modérées, sans aucun mortalité de poissons, signes cliniques, ni anémie.
- Dans quatre essais de provocation en laboratoire menés sur des saumons rouges juvéniles, des charges virales élevées du RVP-1 ont été générées sans aucun mortalité de poissons, signes cliniques, ni anémie. Les résultats de l'histopathologie n'ont pas pu être attribués au RVP-1.
- Aucune altération de la fonction respiratoire n'a été démontrée chez les saumons de l'Atlantique ou les saumons rouges juvéniles infectés par le RVP-1 de la Colombie-Britannique dans des conditions expérimentales.
- D'après les observations décrites ci-dessus, les données actuelles ne permettent pas de conclure que le RVP-1 de la Colombie-Britannique entraîne des maladies ou la mortalité chez le saumon rouge.

## **INTRODUCTION**

Cette évaluation des risques a été menée dans le cadre de l'Initiative des sciences de l'aquaculture pour l'évaluation des risques environnementaux du MPO, mise en œuvre en tant qu'approche structurée pour fournir des avis scientifiques axés sur les risques et ainsi mieux appuyer le développement durable de l'aquaculture au Canada. Les évaluations des risques menées dans le cadre de cette initiative respectent le Cadre d'évaluation des risques environnementaux dans le domaine de l'aquaculture, qui est lui-même adapté des cadres internationaux et nationaux d'évaluation des risques (GESAMP, 2008; ISO, 2009; Mandrak et al., 2012). Des renseignements détaillés au sujet de l'initiative et du cadre sont disponibles sur la page Web de l'Initiative des sciences de l'aquaculture pour l'évaluation des risques environnementaux du MPO. Les évaluations des risques menées dans le cadre de l'initiative ne tiennent pas compte des considérations socio-économiques.

Le présent avis scientifique résume l'avis consensuel<sup>1</sup> formulé pendant la réunion d'examen scientifique par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) qui a eu lieu du 28 au 30 janvier 2019 et qui a réuni des experts scientifiques nationaux et internationaux. L'information et les connaissances scientifiques actuelles sur l'orthoréovirus pisciaire (RVP) et les maladies connexes ainsi que l'évaluation des risques ont été présentées dans les documents suivants :

---

<sup>1</sup> Voir la section sur « Incertitudes de l'évaluation des conséquences », ci-dessous.

## **Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery**

Région de la capitale nationale

- Caractérisation de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) et des maladies connexes pour informer les évaluations des risques de transfert d'agents pathogènes en Colombie-Britannique (Polinski et Garver, 2019).
- Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente l'orthoréovirus pisciaire (RVP) dans les fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique (Mimeault et al., 2019).

Les deux documents de recherche à l'appui ont été examinés et utilisés pour atteindre les autres objectifs de la réunion, plus précisément :

- procéder à l'examen des évaluations qualitatives du risque pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery;
- passer en revue les incertitudes liées à l'estimation du risque pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser;
- Si les résultats de l'évaluation des risques le justifient, présenter un avis sur les mesures supplémentaires qui permettraient de réduire le risque pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery.

## **ANALYSE**

### **Caractérisation de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) et des maladies connexes**

L'analyse qui suit met en lumière les principaux aspects du RVP et des maladies connexes qui sont pertinents pour l'évaluation des risques; pour plus de détails, voir Polinski et Garver (2019).

Le RVP est un virus à ARN double brin non enveloppé qui fait partie de la famille des *Reoviridae* (Palacios et al., 2010; Kibenge et al., 2013), qui n'a été identifié que récemment et qui infecte les globules rouges (érythrocytes) du saumon. La preuve de l'infection par le RVP repose sur la détection moléculaire de la présence de matériel génétique du RVP, ce qui n'est pas synonyme d'infectiosité. Il existe trois génogroupes distincts : le RVP-1, le RVP-2 et le RVP-3 (Dhamotharan et al., 2018; Kuehn et al., 2018), mais à ce jour, seul le RVP-1 a été détecté en Colombie-Britannique.

Le RVP-1 infecte principalement le saumon, bien que la prévalence de l'infection chez le saumon du Pacifique puisse varier considérablement d'une espèce et d'un stock à l'autre, la détection étant plus fréquente chez le saumon coho et le saumon quinnat que chez le saumon kéta, le saumon rose, le saumon rouge et la truite arc-en-ciel. La prévalence et l'intensité des infections par le RVP étaient plus faibles chez les saumons rouges juvéniles que chez les saumons de l'Atlantique juvéniles lorsqu'ils ont cohabité avec des saumons de l'Atlantique (Garver et al., 2016a) qui révèlent la présence du RVP-1, ce qui indique que les saumons rouges sont moins sensibles à une infection par le RVP-1 que les saumons de l'Atlantique.

Des différences quant à la virulence des souches de RVP-1 ont été signalées : en Norvège, des études de laboratoire contrôlées ont démontré que le RVP-1 causait des lésions cardiaques graves (Wessel et al., 2017) en conjonction avec des lésions occasionnelles des muscles squelettiques semblables à celles observées dans les fermes de saumon atteint d'inflammation des muscles squelettiques et cardiaques (IMSC) (Kongtorp et al., 2004b; Kongtorp et Taksdal,

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

2009; Mikalsen et al., 2012; Finstad et al., 2014; Lund et al., 2017). Par contre, dans le Pacifique canadien, le RVP-1 de la Colombie-Britannique n'a pas entraîné de lésions cardiaques graves ou d'inflammation des muscles squelettiques à la suite d'une provocation expérimentale chez le saumon de l'Atlantique ou du Pacifique (Garver et al., 2016a; Polinski et al., 2019; Zhang et al., 2019). De plus, les signes cliniques du syndrome de la jaunisse ou de l'anémie ne se sont pas reproduits chez le saumon quinnat, le saumon coho ou le saumon rouge novice lors des essais de provocation en laboratoire menés sur la côte ouest de l'Amérique du Nord malgré le passage réussi et le développement des infections sanguines à forte charge de RVP-1 (Garver et al., 2016b; BCSFA, 2018; Polinski et al., 2019).

Des variations régionales de la virulence du RVP-1 ont également été signalées chez le saumon de l'Atlantique d'élevage. En Norvège, la plupart des saumons de l'Atlantique d'élevage finissent par révéler la présence du RVP-1, mais seulement quelques-uns développent la maladie. Bien que les éclosions cliniques d'IMSC chez le saumon de l'Atlantique d'élevage de Norvège soient raisonnablement communes, on ne sait pas très bien pourquoi certaines fermes en Norvège subissent des pertes élevées en raison de l'IMSC alors que cela n'est pas le cas dans d'autres fermes. Dans le Pacifique canadien, bien que le RVP-1 soit très répandu chez le saumon de l'Atlantique d'élevage et que deux cas subcliniques de maladie semblable à l'IMSC aient été signalés à la ferme (Di Cicco et al., 2017; Polinski et al., 2019), la présentation clinique de la maladie ne correspondait pas à la définition de cas de l'IMSC utilisée initialement en Norvège (Kongtorp et al., 2004a; Kongtorp et al., 2004b).

Le RVP se propage horizontalement (de poisson à poisson) pendant les études de cohabitation en laboratoire (Garver et al., 2016a; Wessel et al., 2017). Les saumons infectés par le RVP sont donc considérés comme la principale source de transmission du virus, mais, à ce jour, le taux et la durée de l'excrétion du RVP d'un poisson infecté demeurent inconnus. Une mauvaise transmission virale a été démontrée lors de la cohabitation pendant la phase infectieuse tardive, ce qui suggère que l'excrétion naturelle du virus pourrait être minimale pendant les infections persistantes et pourrait même cesser complètement avec le temps (Garver et al., 2016a).

Jusqu'à présent, dans les essais expérimentaux contrôlés, ni les variantes du RVP-1 de la C.-B. ni celles de la Norvège n'ont causé de morbidité ou de mortalité clinique chez le saumon, même pendant des infections sanguines extrêmes (Garver et al., 2016a; Takano et al., 2016; Wessel et al., 2017; Polinski et al., 2019), ni n'ont contribué à la morbidité ou à la mortalité clinique pendant les essais expérimentaux en association avec des facteurs de stress comme la smoltification, la co-infection virale, l'hypoxie ou la poursuite exhaustive (Garver et al., 2016a; Lund et al., 2016; Polinski et al., 2016; Lund et al., 2017; Zhang et al., 2019).

Jusqu'à présent, quatre études ont été menées pour déterminer si l'exposition à l'orthoréovirus pisciaire (RVP) cause des maladies chez le saumon rouge. Ces études ont révélé que le saumon rouge peut devenir hautement infecté par le RVP. Par contre, aucun problème de santé n'a été établi, quand même si le saumon rouge ait été exposé au RVP par injection intrapéritonéale ou en cohabitant avec des saumons atlantiques infectés par le RVP (Garver et al., 2016a; Garver et al., 2016b; Polinski et al., 2016). Pour le saumon rouge, une infection à charge élevée par le RVP qui est généralisée et persistante ne cause aucune perte de poids, morbidité, ni pathologie grave selon les examens qui ont été faits sur de multiples tissus (c.-à-d. branchie, muscle squelettique, œil, cœur, rate, foie, rein, cæcum pylorique, cerveau et intestin) et à différents moments (entre une et 41 semaines après l'exposition) (Garver et al., 2016a; Garver et al., 2016b; Polinski et al., 2016). De plus, dans le cadre de la plus récente étude, on a évalué la fonction physiologique respiratoire du saumon rouge infecté par le RVP comme on

l'avait fait pour le saumon atlantique (Zhang et al., 2019). On a constaté que l'infection par le RVP n'avait aucune conséquence sur la fonction respiratoire du saumon rouge (Polinski et al., manuscrit en préparation). Enfin, dans le cadre d'une étude sur le terrain d'individus adultes des lacs Chilko ou Shuswap qui remontaient le Fraser, on a déterminé que la présence du RVP sur ou dans les branchies des saumons migrant à travers le passage Discovery ou le détroit Juan De Fuca n'avait aucun effet significatif sur la probabilité que ceux-ci atteignent leurs frayères (Miller et al., 2014).

### **Évaluation des risques du transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP)**

Les risques pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery (voir la figure 1) ont été évalués dans le cadre des pratiques actuelles de gestion de la santé.

Les pratiques actuelles de gestion de la santé des poissons comprennent les exigences réglementaires (p. ex. le Plan de gestion de la santé des salmonidés [PGSS], les procédures opérationnelles normalisées [PON] exclusives et connexes et la réglementation du déplacement des poissons vivants) et d'autres pratiques industrielles volontaires (p. ex. la surveillance et la mise à l'essai, l'utilisation des sites de croissance). Il n'existe pas de vaccin commercial contre le RVP et il n'existe pas non plus de traitement pour le saumon de l'Atlantique infecté par le RVP.

Puisque le RVP-1 est le seul génogroupe détecté dans le Pacifique canadien à ce jour (Polinski et Garver, 2019), c'est le seul qui a été pris en compte dans cette évaluation des risques.

### **Modèle conceptuel**

L'évaluation des risques a suivi les trois principales étapes décrites à la figure 2. Il s'agissait de l'évaluation de la probabilité, de l'évaluation des conséquences et de l'estimation du risque.

**ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ**

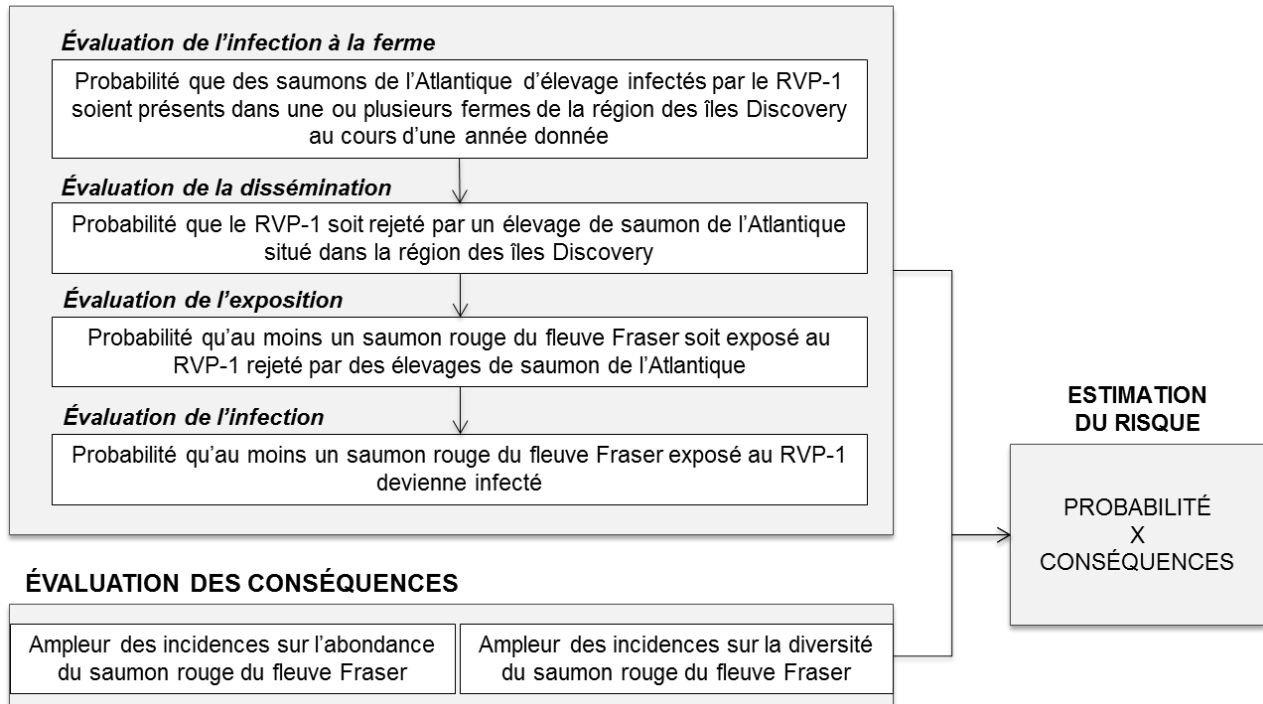


Figure 2. Modèle conceptuel d'évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser résultant de la présence de l'orthoréovirus pisciaire-1 (RVP-1) attribuable aux fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique. Adapté de (Mimeault et al., 2017).

**Évaluation de la probabilité**

L'évaluation de la probabilité a été réalisée au moyen de quatre évaluations séquentielles : l'évaluation de l'infection à la ferme, l'évaluation de la dissémination, l'évaluation de l'exposition et l'évaluation de l'infection. Chaque étape de l'évaluation de la probabilité suppose que les pratiques de gestion actuelles des fermes de saumon de l'Atlantique sont suivies et seront maintenues. Les principales considérations et conclusions de chaque étape sont présentées ici.

*Évaluation de l'infection à la ferme*

L'évaluation de l'infection à la ferme a permis de déterminer la probabilité de la présence de saumons de l'Atlantique d'élevage infectés par le RVP dans une ou plusieurs fermes de la région des îles Discovery au cours d'une année donnée.

À la suite du transfert à l'eau de mer, on a documenté que le saumon de l'Atlantique de la Colombie-Britannique se révélait infecté par le RVP-1 après trois à quatre mois environ (Di Cicco et al., 2017; Laurin et al., 2019), ou après 100 à 200 jours, indépendamment du lieu ou du moment de l'ensemencement (Polinski et Garver, données non publiées). Une fois que le RVP-1 est présent dans une ferme salmonicole, on s'attend à ce qu'il atteigne une prévalence de 100 % au sein de la population dans les quelques mois suivant l'infection initiale (Di Cicco et al., 2017; Polinski et al., 2019).



**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

Étant donné la preuve que toutes les fermes de saumon de l'Atlantique finissent par révéler la présence du RVP-1 à la suite du transfert à l'eau de mer, on a conclu avec une certitude élevée qu'il est extrêmement probable que des saumons de l'Atlantique d'élevage infectés par le RVP soient présents dans une ou plusieurs fermes de saumon de l'Atlantique de la région des îles Discovery dans le cadre des pratiques actuelles de gestion de la santé des poissons.

*Évaluation de la dissémination*

L'évaluation de la dissémination a permis de déterminer la probabilité que tout RVP-1 soit disséminé à partir d'une ferme de saumon de l'Atlantique située dans la région des îles Discovery dans un environnement accessible au saumon rouge du fleuve Fraser en supposant que le saumon de l'Atlantique infecté par le RVP-1 soit présent dans au moins une ferme. Deux voies de dissémination possibles ont été envisagées : la dissémination par le saumon de l'Atlantique d'élevage infecté et la dissémination par des vecteurs mécaniques (p. ex. le personnel, les visiteurs et la faune) et des vecteurs passifs (p. ex. l'équipement d'élevage et les navires).

Puisque le saumon de l'Atlantique infecté par le RVP-1 est considéré comme une source du virus (Polinski et Garver, 2019) et que le saumon de l'Atlantique est élevé dans des parcs en filet, on a conclu avec une certitude élevée qu'il est extrêmement probable que le virus soit libéré dans l'environnement par le saumon de l'Atlantique infecté.

Dans le cadre des exigences relatives aux permis, les pratiques de biosécurité et de bioconfinement sont précisées dans les plans de gestion de la santé des salmonidés (PGSS) et les procédures opérationnelles normalisées (PON) connexes. Les faibles niveaux de lacunes opérationnelles liées à la santé des poissons dans les fermes de saumon de l'Atlantique de la région des îles Discovery ont été documentés dans le programme de vérification et de surveillance de la santé des poissons du MPO et résumés par Wade (2017); on a par conséquent conclu que la dissémination par des vecteurs mécaniques ou des vecteurs passifs est peu probable dans le cadre des pratiques actuelles de gestion de la santé des poissons. Cette conclusion a été tirée avec une incertitude raisonnable, car on a supposé que les mesures de bioconfinement en place sont efficaces contre le RVP-1.

On a déterminé la probabilité globale de dissémination en adoptant les voies de dissémination les plus probables. Il est donc extrêmement probable que le RVP-1 se disséminerait à partir d'une ferme de saumon de l'Atlantique si celle-ci finissait par être infectée.

*Évaluation de l'exposition*

L'évaluation de l'exposition a permis de déterminer la probabilité qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser soit exposé au RVP-1 au cours d'une année donnée, en supposant que le RVP-1 ait été disséminé par au moins une ferme de saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery. Deux groupes d'exposition potentielle ont été pris en considération : les saumons rouges juvéniles et les saumons rouges adultes du fleuve Fraser. L'exposition de nature hydrique a été considérée comme la voie d'exposition la plus pertinente pour cette évaluation des risques.

L'évaluation de l'exposition a permis d'examiner si les infections par le RVP-1 dans les fermes de saumon de l'Atlantique se sont produites au même moment où l'on sait que le saumon rouge du fleuve Fraser se trouve dans la région des îles Discovery.

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

---

Le RVP-1 a été signalé dans des fermes de saumon de l'Atlantique de la région des îles Discovery tout au long de l'année (Mimeault et al., 2019); comme les taux d'excrétion sont inconnus, on a supposé qu'il y avait une sorte d'excrétion continue à partir des fermes.

Les saumons rouges juvéniles de type lacustre du fleuve Fraser migrent dans la région des îles Discovery de la mi-mai à la mi-juillet environ, tandis que les adultes de retour migrent de fin juin à début octobre environ (examiné dans Grant et al. (2018)). Pour tenir compte des variations annuelles du moment de la migration, on a supposé que des juvéniles pourraient être présents dans la région des îles Discovery de début mai à fin juillet. De même, pour les adultes de retour, on a supposé que des saumons rouges adultes pourraient être présents dans la région des îles Discovery de début juin à fin octobre.

Bien qu'il y ait des variations interannuelles en ce qui concerne le moment de la migration du saumon rouge du fleuve Fraser, des cas d'infection par le RVP-1 ont été signalés tout au long de l'année dans les fermes de saumon de l'Atlantique de la région des îles Discovery. On a conclu qu'il est extrêmement probable qu'au moins un saumon rouge juvénile ou adulte du fleuve Fraser soit exposé au RVP-1 disséminé à partir des fermes de saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery au cours d'une année donnée. La conclusion a été tirée avec une certitude raisonnable.

*Évaluation de l'infection*

L'évaluation de l'infection a permis de déterminer la probabilité qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser soit infecté par le RVP-1 au cours d'une année donnée, en supposant qu'au moins un saumon rouge ait été exposé au RVP-1 disséminé à partir des fermes de saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery.

Les infections dépendent de la concentration d'agents pathogènes auxquels l'hôte est exposé et de la durée d'exposition. Des études en laboratoire ont démontré que le saumon rouge est sensible aux infections par le RVP-1 par cohabitation (Garver et al., 2016a; Garver et al., 2016b; Polinski et al., 2016); cependant, la concentration minimale et le temps requis pour l'infecter sont inconnus. Dans le cas des infections par le RVP-1 dans les fermes de saumon de l'Atlantique de la Colombie-Britannique, il peut s'écouler plusieurs mois entre l'infection initiale et la prévalence de l'infection de 100 % (Di Cicco *et al.*, 2017; Polinski et Garver, données non publiées).

La durée d'exposition du saumon rouge du fleuve Fraser aux fermes de saumon de l'Atlantique n'est pas connue avec précision. Mimeault et al. (2017) ont utilisé des renseignements sur le moment de la migration, des estimations de la vitesse et de la distance de la migration pour estimer que les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser pourraient rencontrer des fermes de saumon de l'Atlantique pendant trois à huit jours durant leur migration dans la région des îles Discovery et pendant deux jours pour les adultes. De plus, un résumé des récentes études de télémétrie (Rechisky et al., 2018) a permis de confirmer la présence de saumons rouges étiquetés à proximité de fermes en jachère pendant une courte période (c.-à-d. quelques minutes).

Puisque le taux d'excrétion virale chez le saumon de l'Atlantique infecté par le RVP-1 ou d'autres salmonidés n'a pas été quantifié (Polinski et Garver, 2019), il n'a pas été possible d'estimer la concentration d'excrétion du RVP-1 dans une ferme de saumon de l'Atlantique infectée par le RVP-1 dans la région des îles Discovery. En outre, il n'existe pas de données sur le taux de décomposition du RVP dans le milieu marin. Par conséquent, il n'a pas été possible

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery**

Région de la capitale nationale

de modéliser la dispersion du RVP-1 à partir des fermes de saumon de l'Atlantique infectées dans la région des îles Discovery aux fins de cette évaluation des risques étant donné que la pression liée à l'infection virale attribuable à une ferme infectée par le RVP-1 ne pouvait pas être estimée.

On ne sait pas si l'exposition au RVP-1 à des concentrations pertinentes pour l'environnement à l'intérieur et autour des fermes de saumon de l'Atlantique et pendant la période de migration du saumon rouge du fleuve Fraser dans la région des îles Discovery où se trouvent les fermes (trois à huit jours pour les juvéniles, deux jours pour les adultes dans Mimeault et al. (2017) d'après Grant et al. (2018)) entraînera une infection chez le saumon rouge. Toutefois, puisque le saumon rouge est sensible à l'infection par le RVP-1 et qu'il a été démontré qu'il finit par être infecté après quatre semaines de cohabitation avec du saumon de l'Atlantique (Garver et al., 2016a) infecté par le RVP-1, on a conclu avec une forte incertitude qu'il est très probable qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser, au stade juvénile et adulte, soit infecté par le RVP attribuable aux fermes de saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery dans le cadre des pratiques d'élevage actuelles.

*Évaluation globale de la probabilité*

Le tableau 1 résume l'évaluation de la probabilité. On a conclu qu'il est très probable qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser soit infecté par le RVP disséminé à partir des fermes de saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery, tant pour les juvéniles que pour les adultes. Cette conclusion a été motivée par la probabilité d'infection, qui est très incertaine étant donné le manque de données sur les taux d'excrétion du RVP du saumon de l'Atlantique infecté par le RVP, les taux de décomposition du RVP dans le milieu marin et la dose minimale de RVP requise pour infecter le saumon rouge.

Les incertitudes peuvent être déclarées ensemble ou séparément. Dans la présente évaluation des risques, on a suivi la recommandation issue de l'examen par les pairs Mimeault et al. (2017) de communiquer séparément les incertitudes pour chaque étape de l'évaluation de la probabilité, car il a été déterminé que cette option était plus transparente pour la description des faiblesses des données disponibles.

*Tableau 1. Résumé des classements de probabilité et d'incertitude pour l'évaluation de la probabilité dans le cadre de l'évaluation des risques de l'orthoréovirus pisciaire (RVP). Les incertitudes sont décrites à chaque étape de l'évaluation de la probabilité; les incertitudes ne sont pas combinées. Les estimations sont indiquées dans les cellules blanches et les résultats combinés concernant la probabilité sont indiqués dans les cellules ombragées dans la colonne « Classement ».*

Étapes		Classement	
Évaluation de l'infection à la ferme	Probabilité d'infection à la ferme	Extrêmement probable (certitude élevée)	
Évaluation de la dissémination	Voies de dissémination	Saumon de l'Atlantique d'élevage	Vecteurs mécaniques et vecteurs passifs
	Probabilité de dissémination	Extrêmement probable (certitude élevée)	Peu probable (incertitude raisonnable)

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery**

Région de la capitale nationale

Étapes		Classement	
Évaluation de l'infection à la ferme	Probabilité d'infection à la ferme	Extrêmement probable (certitude élevée)	
	Probabilités combinées de dissémination	Extrêmement probable	
Évaluations de l'exposition et de l'infection	Groupes d'exposition	<b>Au moins un saumon rouge juvénile du fleuve Fraser</b>	<b>Au moins un saumon rouge adulte du fleuve Fraser</b>
	Probabilité d'exposition	Extrêmement probable (certitude raisonnable)	Extrêmement probable (certitude raisonnable)
	Probabilité d'infection	Très probable (forte incertitude)	
Probabilités combinées d'exposition et d'infection pour chaque groupe d'exposition		Très probable	Très probable
Probabilités combinées (infection à la ferme, dissémination, exposition et infection) pour chaque groupe d'exposition		Très probable	Très probable

### Évaluation des conséquences

L'évaluation des conséquences vise à déterminer l'ampleur potentielle des effets du RVP-1 attribuable aux fermes de saumon de l'Atlantique infectées dans la région des îles Discovery sur l'abondance des adultes de retour et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser, en supposant qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser ait été infecté par le virus. Les conséquences de l'infection par le RVP-1 chez le saumon rouge sont des plus pertinentes pour cette évaluation des risques.

#### *Saumon rouge juvénile du fleuve Fraser*

À ce jour, trois études ont été publiées (Garver et al., 2016a; Garver et al., 2016b; Polinski et al., 2016) et une autre est en préparation, qui porte sur les effets de l'infection par le RVP-1 chez le saumon rouge juvénile. Ensemble, ces études ont permis d'examiner plusieurs paramètres à différents moments au cours de toutes les phases d'une infection par le RVP. Malgré une infection réussie par le virus, aucune perte de poids, aucun changement dans le rapport du volume de globules rouges dans le sang, aucune anémie, aucune conséquence sur le fonctionnement respiratoire, aucune lésion tissulaire importante et aucune mortalité n'ont pu être attribués à la présence du RVP chez le saumon rouge juvénile. Dans une étude (Garver et al., 2016a), un gonflement important des cellules hépatiques a été observé chez deux saumons rouges infectés par le RVP six mois après la provocation; l'implication du RVP dans ces lésions n'était pas déterminante.

En supposant que les résultats des études de laboratoire sur les effets de l'infection par le RVP-1 chez le saumon rouge juvénile soient indicatifs de ce qui se produit dans le milieu marin,

on a conclu avec une certitude raisonnable<sup>2</sup> que l'ampleur potentielle des conséquences sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser serait négligeable.

#### *Saumon rouge adulte du fleuve Fraser*

À ce jour, la seule étude sur les effets de l'infection par le RVP-1 chez le saumon rouge adulte a porté sur deux stocks de saumon rouge du fleuve Fraser. Alors que l'infection par le RVP-1 dans le milieu marin était associée à des pertes migratoires lorsque les poissons entraient dans la rivière pour un stock, l'inverse a été signalé pour l'autre stock. De plus, le rapport des cotes de mortalité par rapport aux frayères entre les individus infectés et non infectés n'était pas significatif dans les deux stocks (Miller et al., 2014).

Étant donné le peu d'information propre aux infections par le RVP-1 chez le saumon rouge adulte, on a également tenu compte des données de substitution provenant de différentes espèces et de différents stades biologiques. Bien que les réponses au RVP-1 varient d'une espèce de saumon à l'autre, il n'y a que de rares cas de maladies associées au RVP-1 chez le saumon de l'Atlantique adulte d'élevage ou le saumon quinnat d'élevage (Di Cicco et al., 2018) en Colombie-Britannique, malgré la nature omniprésente et la prévalence élevée du virus. De plus, d'après des études menées sur le saumon rouge juvénile, le RVP-1 du Pacifique canadien semble avoir une faible virulence dans des conditions de laboratoire lorsqu'on utilise des charges virales élevées (Garver et al., 2016a; Garver et al., 2016b; Polinski et Garver, 2019). Cette étude peut servir d'indicateur pour le saumon rouge adulte, et on s'attend donc à ce que le RVP-1 soit également de faible virulence chez les adultes.

Il s'écoule quatre semaines entre l'exposition de nature hydrique et le développement d'une infection par le RVP-1 détectable d'après des études de laboratoire menées chez le saumon de l'Atlantique et le saumon rouge (Garver et al., 2016a). Dans le milieu marin, le saumon de l'Atlantique se révèle positif au RVP-1 environ trois à quatre mois après le transfert à l'eau de mer (Di Cicco et al., 2017; Polinski et Garver, données non publiées). De plus, il semble que la transmission du RVP-1 ne se produise pas avant environ trois semaines après l'infection (Polinski et Garver, 2019). Par conséquent, si les adultes de retour auraient été infectés par le RVP-1 dans la région des îles Discovery, on ne s'attendrait à aucune propagation importante de l'infection avant le frai parce que le délai d'atteinte des frayères (jusqu'à 35 jours) est plus court que le temps nécessaire pour qu'un saumon exposé devienne infectieux.

Puisque l'infection par le RVP-1 chez le saumon rouge de retour n'a pas d'incidence sur le risque qu'il meure avant d'atteindre les frayères, qu'une infection par le RVP-1 ne devrait pas se propager chez le saumon rouge adulte et que le RVP-1 semble être de faible virulence chez le saumon rouge juvénile, on a conclu que l'ampleur potentielle des conséquences sur la diversité et la richesse du saumon rouge du fleuve Fraser serait négligeable. En raison de la dépendance partielle à l'égard des données de substitution provenant de différents stades biologiques et de différentes espèces, cette conclusion a été tirée avec une incertitude raisonnable.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Voir la section sur « Incertitudes de l'évaluation des conséquences », ci-dessous.

<sup>3</sup> Voir la section sur « Incertitudes de l'évaluation des conséquences », ci-dessous.

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery**

Région de la capitale nationale

**Estimation du risque**

Les risques estimatifs qui pèsent sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser sont fondés sur les résultats des évaluations de la probabilité et des conséquences. Des matrices des risques ont été élaborées, comme le décrivent Mimeault et al. (2017), et elles sont alignées sur les échelles des conséquences pertinentes pour la gestion des pêches et les objectifs stratégiques du MPO, les politiques existantes et les tolérances au risque de la gestion actuelle pertinentes pour l'évaluation des risques.

Selon les pratiques d'élevage actuelles, le risque pour l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser par suite d'une infection par le RVP-1 attribuable aux fermes de saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery est minime (Figure 3).

Probabilité	Extrêmement probable						
	Très probable	<b>X</b>					
	Probable						
	Peu probable						
	Très improbable						
	Extrêmement improbable						
		Négligeable	Mineur	Modéré	Majeur	Grave	Extrême
Conséquences sur l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser							

Figure 3. Matrice des risques pour combiner les résultats de l'évaluation de la probabilité et des conséquences sur l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser. Les couleurs vert, jaune et rouge, respectivement, représentent un risque minime, modéré et élevé. Le « X » indique le risque estimé.

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery**

Région de la capitale nationale

Selon les pratiques d'élevage actuelles, le risque pour la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser par suite d'une infection par le RVP attribuable aux fermes de saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery est minime (Figure 4).

Probabilité	Extrêmement probable						
	Très probable	<b>X</b>					
	Probable						
	Peu probable						
	Très improbable						
	Extrêmement improbable						
		Négligeable	Mineur	Modéré	Majeur	Grave	Extrême
Conséquences sur la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser							

Figure 4. Matrice des risques pour combiner les résultats de l'évaluation de la probabilité et des conséquences sur la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser. Les couleurs vert, jaune et rouge, respectivement, représentent un risque minime, modéré et élevé. Le « X » indique le risque estimé.

### Sources d'incertitude

L'incertitude totale comprend à la fois la variabilité, qui est une fonction du système non réductible par d'autres mesures, et le manque de connaissances qui peut être réduit par l'obtention de données supplémentaires ou d'avis d'experts (Vose, 2008).

#### Incertitudes de l'évaluation de la probabilité

Les principales incertitudes de l'évaluation de la probabilité sont attribuées au manque de données sur l'efficacité des pratiques de bioconfinement propres au RVP-1; au manque de connaissances sur les sources du RVP-1; au manque de connaissances sur la survie du RVP-1 dans le milieu marin; à la variabilité et aux lacunes des connaissances sur les voies précises de migration du saumon rouge du fleuve Fraser de type lacustre dans la région des îles Discovery; à la connaissance limitée de l'étendue des interactions entre le saumon rouge du fleuve Fraser et les fermes de saumon de l'Atlantique; au manque de connaissances sur les taux d'excrétion du saumon de l'Atlantique infecté par le RVP-1; au manque de connaissances sur la durée d'exposition minimale et la dose minimale requise pour provoquer une infection par le RVP-1 chez les saumons rouges juvéniles et adultes du fleuve Fraser, aux concentrations du RVP-1 observées dans la nature.

#### Incertitudes de l'évaluation des conséquences

Les principales incertitudes de l'évaluation de la probabilité sont attribuées au manque de connaissances sur les doses infectieuses minimales pour infecter le saumon rouge par le RVP-1; au manque de connaissances sur la propagation des infections par le RVP-1 dans les populations de saumon rouge et au manque d'études de provocation en laboratoire sur le saumon rouge adulte.

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

La caractérisation de l'incertitude associée à l'évaluation des conséquences comme étant raisonnablement certaine pour le saumon rouge juvénile du fleuve Fraser et raisonnablement incertaine pour le saumon rouge adulte du fleuve Fraser a été débattue. Une minorité de participants ont indiqué que, selon eux, les incertitudes associées à l'évaluation des conséquences étaient d'un niveau supérieur à celles présentées dans l'évaluation des risques. Ces résultats étaient fondés sur leur évaluation de la quantité de publications et de résultats, et sur la pertinence d'utiliser les résultats des études en laboratoire pour estimer les conséquences de l'infection par le RVP-1 chez le saumon rouge sauvage. Il n'y a pas eu de consensus pour modifier les classements d'incertitude (incertitude raisonnable et forte incertitude).

Les incertitudes retenues pour l'évaluation des conséquences étaient fondées sur la [Politique portant sur le principe de consensus du SCCS](#) : Le terme « consensus renvoie à une absence d'opposition sur les conclusions et avis avancés d'après les données et les informations scientifiques présentées et non d'après des considérations externes, comme les impacts potentiels de décisions futures. Dans de nombreux cas, certains participants estiment que des données supplémentaires ou des analyses plus complètes pourraient soutenir une autre conclusion ou raffiner les conclusions et l'avis; cependant, ils ne s'opposent pas aux conclusions proposées puisqu'elles sont appuyées par les données et les analyses scientifiques actuelles ».

Les définitions utilisées pour évaluer les incertitudes associées au classement dans les évaluations de la probabilité et des conséquences sont :

- Forte incertitude : L'absence ou l'insuffisance de données; la qualité médiocre des données disponibles; une très grande variabilité intrinsèque; la variation considérable des conclusions des experts.
- Incertitude raisonnable : Les données disponibles sont limitées, incomplètes ou seulement des données de substitution; les données disponibles ne peuvent être déclarées qu'avec des réserves importantes; il existe une variabilité intrinsèque importante; les experts ou les modèles arrivent à des conclusions différentes.
- Certitude raisonnable : Les données disponibles sont abondantes, mais non exhaustives; les données disponibles sont solides; il existe une faible variabilité intrinsèque; les experts ou modèles arrivent pour la plupart à des conclusions similaires.
- Certitude élevée : Les données disponibles sont abondantes et complètes; les données disponibles sont solides, évaluées par des pairs et publiées; il existe une très faible variabilité intrinsèque; les experts ou les modèles arrivent à des conclusions similaires.

## **CONCLUSIONS**

### **Caractérisation de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) et des maladies connexes**

Le RVP-1 est omniprésent et très répandu chez le saumon du Pacifique et le saumon de l'Atlantique d'élevage en parcs en filet de la Colombie-Britannique et il est également largement répandu chez le saumon sauvage du Pacifique à une prévalence moindre.

Les sources environnementales et le potentiel de transmission du RVP dans les milieux océaniques sont inconnus. Plus précisément, il n'existe actuellement aucune donnée sur



**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

l'excrétion environnementale (quantité ou durée) ou sur la dose minimale d'exposition (quantité ou durée) requise pour établir une infection chez une espèce de saumon.

On ne comprend pas encore très bien pourquoi le RVP-1 peut présenter une plus grande virulence dans certains cas que dans d'autres. Lorsque le RVP-1 a été associé à des maladies chez le saumon d'élevage, on ne sait pas encore clairement si tous les facteurs propres à l'hôte, à l'environnement et au virus de ces maladies peuvent se manifester dans le milieu naturel en Colombie-Britannique.

Les infections par le RVP-1 en Colombie-Britannique génèrent des infections sanguines à forte charge chez le saumon de l'Atlantique et le saumon rouge, mais elles n'ont pas réussi à générer des maladies notables (modérées à graves) à la suite d'infections expérimentales. Jusqu'à présent, rien n'indique que le RVP-1 entraîne des maladies ou la mortalité chez le saumon rouge.

### **Évaluation des risques que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP-1)**

Au vu de l'état actuel des connaissances, l'évaluation a permis de conclure que le RVP attribuable aux fermes de saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery pose un risque minime pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser compte tenu des pratiques actuelles d'élevage des poissons. Les niveaux d'incertitude attribués à l'ampleur des conséquences variaient d'une certitude raisonnable à une incertitude raisonnable. Les experts participants sont arrivés à des conclusions différentes sur l'applicabilité et l'abondance des données à l'appui des estimations de l'incertitude.

L'attribution du risque minimal a été principalement influencée par l'ampleur potentielle des conséquences pour le saumon rouge du fleuve Fraser. Même s'il est très probable qu'un saumon rouge du fleuve Fraser soit infecté par le RVP-1 attribuable aux fermes de saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery, les conséquences de ces infections sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser ont été jugées négligeables.

Il existe des sources d'incertitude associées à la détermination du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser posé par le transfert du RVP-1 à partir des fermes de saumon de l'Atlantique dans les îles Discovery. Parmi les sources d'incertitude, mentionnons le manque de connaissances sur le taux d'excrétion chez le saumon de l'Atlantique infecté par le RVP-1, la survie du RVP-1 dans le milieu marin et les doses infectieuses minimales de RVP-1 requises pour infecter le saumon rouge. De plus, on manque de connaissances sur la persistance des infections par le RVP-1 chez le saumon rouge et sur la propagation des infections chez le saumon rouge du fleuve Fraser en migration.

## **RECOMMANDATIONS**

- Des mesures pourraient être prises pour réduire les principaux domaines d'incertitude et les lacunes sur le plan des connaissances, par exemple, en déterminant les taux d'excrétion du saumon infecté par le RVP-1 et en évaluant la prévalence et les charges du RVP-1 chez le saumon rouge du fleuve Fraser au moyen de la surveillance. Un certain nombre de recommandations de recherche particulières ont également été trouvées dans le document sur les agents pathogènes (Polinski et Garver, 2019) et l'évaluation des risques (Mimeault et al., 2019).

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

- Il conviendrait de revoir les conclusions de cette évaluation des risques à mesure que les résultats de nouvelles recherches viendront combler les lacunes sur le plan des connaissances.
- Si le programme de vérification évalue des changements en ce qui concerne la prévalence des lésions liées à l'exposition au RVP-1, des échantillons de vérification pourraient être utilisés pour d'autres essais afin de déterminer si la composition génétique ou la virulence du RVP-1 a changé.
- Entreprendre une évaluation des facteurs influençant le risque d'importation de souches exotiques du RVP en Colombie-Britannique.

## **AUTRES CONSIDÉRATIONS**

Les considérations ci-dessous devraient être prises en compte dans toutes les évaluations des risques de transfert d'agents pathogènes du poisson dans la région des îles Discovery.

- Les impacts à long terme de l'évolution des conditions climatiques sur le virus, le saumon d'élevage et le saumon sauvage devront être mieux compris et faire l'objet d'une étude plus approfondie.
- La région des îles Discovery n'est pas la seule région le long de la route migratoire du saumon rouge du fleuve Fraser qui abrite des fermes de saumon de l'Atlantique.
- Une analyse des risques associés à l'infection par plus d'un agent pathogène n'a pas été entreprise, mais c'est un domaine qui mérite une étude plus approfondie.
- L'application des études de laboratoire sur les agents pathogènes pour l'évaluation des risques est influencée par les méthodes et la conception expérimentales, y compris le besoin de normes minimales pour les outils de diagnostic.
- Cette évaluation des risques est fondée sur la taille actuelle de l'industrie; s'il y a un changement en ce qui concerne la taille ou les pratiques de l'industrie aquacole du saumon de l'Atlantique dans la région des îles Discovery, ces changements devraient faire l'objet d'une analyse ou d'un examen plus approfondi dans l'estimation des risques.

## LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Organisme d'appartenance
Boily, France	Pêches et Océans Canada
Bruneau, Nathalie	Agence canadienne d'inspection des aliments
Burgetz, Ingrid	Pêches et Océans Canada
Farrell, Tony	Université de la Colombie-Britannique
Fuller, Chad	Conseil des pêches des Premières nations de la Colombie-Britannique
Gagné, Nellie	Pêches et Océans Canada
Gardner, Ian	Collège vétérinaire de l'Atlantique, Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Garver, Kyle	Pêches et Océans Canada
Hewison, Tim	Grieg Seafood
Holt, Kendra	Pêches et Océans Canada
Johnson, Stewart	Pêches et Océans Canada
Jones, Simon	Pêches et Océans Canada
Marty, Gary	Animal Health Centre de la C.-B.
Miller-Saunders, Kristi	Pêches et Océans Canada
Milligan, Barry	Cermaq Canada
Mimeault, Caroline	Pêches et Océans Canada
Olivier, Gilles (coprésident)	Pêches et Océans Canada
Parsons, Jay	Pêches et Océans Canada
Polinski, Mark	Pêches et Océans Canada
Powell, Mark	Institute of Marine Research, Norvège
Rechisky, Erin	Kintama Research
Riddell, Brian	Fondation du saumon du Pacifique
Rimstad, Espen	Université norvégienne des sciences de la vie (NMBU)
Rodger, Hamish	Fish Vet Group
Roth, Myron	Ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique
Saksida, Sonja	Consultante vétérinaire
Siah, Ahmed	Centre for Aquatic Health Science de la C.-B.
Stephen, Craig (coprésident)	Centre canadien coopératif de la santé de la faune
Struthers, Alistair	Pêches et Océans Canada
Vendramin, Niccolo	Université technique du Danemark
Waddington, Zac	Pêches et Océans Canada
Weber, Lily	Pêches et Océans Canada
Werring, John	Fondation David Suzuki

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

Région de la capitale  
nationale

Les experts suivants ont présenté des observations écrites mais n'ont pas assisté à la réunion :

Nom	Organisme d'appartenance
Meyers, Ted	Alaska Department of Fish and Game
Peeler, Edmund	Center for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS)

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion nationale d'examen par les pairs qui s'est déroulée du 28 au 30 janvier 2019 sur l'Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

- BCSFA. 2018. Exploring PRV and HSML in Europe and British Columbia. *In* Workshop Report. Campbell River B.C. 1-21 p.
- Cohen, B. I. 2012. Recommendations, summary, process. *In* The uncertain future of Fraser River Sockeye. Minister of Public Works and Government Services Canada. Publishing and Depository Services, Ottawa, ON. Vol 3: 211 p.
- Dhamotharan, K., Vendramin, N., Markussen, T., Wessel, Ø., Cuenca, A., Nyman, I. B., Olsen, A. B., Tengs, T., Krudtaa Dahle, M. and Rimstad, E. 2018. Molecular and antigenic characterization of Piscine orthoreovirus (PRV) from Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Viruses*. 10(4): 1-16.
- Di Cicco, E., Ferguson, H. W., Kaukinen, K., Schulze, A. D., Li, S., Tabata, A., Gunther, O. P., Mordecai, G., Suttle, C. A. and Miller, K. M. 2018. The same strain of Piscine orthoreovirus (PRV-1) is involved with the development of different, but related, diseases in Atlantic and Pacific salmon in British Columbia. *FACETS* 3: 599-641.
- Di Cicco, E., Ferguson, H. W., Schulze, A. D., Kaukinen, K. H., Li, S., Vanderstichel, R., Wessel, O., Rimstad, E., Gardner, I. A., Hammell, K. L. and Miller, K. M. 2017. Heart and skeletal muscle inflammation (HSML) disease diagnosed on a British Columbia salmon farm through a longitudinal farm study. *PLoS One* 12(2): 1-31.
- Finstad, Ø. W., Dahle, M. K., Lindholm, T. H., Nyman, I. B., Løvoll, M., Wallace, C., Olsen, C. M., Storset, A. K. and Rimstad, E. 2014. Piscine orthoreovirus (PRV) infects Atlantic salmon erythrocytes. *Vet. Res.* 45(35): 1-13.
- Garver, K. A., Johnson, S. C., Polinski, M. P., Bradshaw, J. C., Marty, G. D., Snyman, H. N., Morrison, D. B. and Richard, J. 2016a. Piscine orthoreovirus from western North America is transmissible to Atlantic Salmon and Sockeye Salmon but fails to cause heart and skeletal muscle inflammation. *PLoS One*. 11(1): e0146229.

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

- Garver, K. A., Marty, G. D., Cockburn, S. N., Richard, J., Hawley, L. M., Müller, A., Thompson, R. L., Purcell, M. K. and Saksida, S. 2016b. Piscine reovirus, but not jaundice syndrome, was transmissible to Chinook Salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum), Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka* (Walbaum), and Atlantic Salmon, *Salmo salar* L. J. Fish Dis. 39(2): 117-128.
- GESAMP. 2008. Assessment and communication of environmental risks in coastal aquaculture. In Reports and Studies GESAMP. Rome, Italy. FAO 76: 198 p.
- Grant, S. C. H., Holt, C., Wade, J., Mimeault, C., Burgetz, I. J., Johnson, S. and Trudel, M. 2018. Summary of Fraser River Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) ecology to inform pathogen transfer risk assessments in the Discovery Islands, British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/074. v + 30 p.
- ISO. 2009. Risk management - Risk assessment techniques. In International Standard. International Standard. IEC/FDIS 31010. 90 p.
- Kibenge, M. J., Iwamoto, T., Wang, Y., Morton, A., Godoy, M. G. and Kibenge, F. S. 2013. Whole-genome analysis of piscine reovirus (PRV) shows PRV represents a new genus in family Reoviridae and its genome segment S1 sequences group it into two separate sub-genotypes. Virology 10(230): 1-20.
- Kongtorp, R., Taksdal, T. and Lyngøy, A. 2004a. Pathology of heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) in farmed Atlantic salmon *Salmo salar*. Dis. Aquat. Org. 59(3): 217-224.
- Kongtorp, R. T., Kjerstad, A., Taksdal, T., Guttvik, A. and Falk, K. 2004b. Heart and skeletal muscle inflammation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.: a new infectious disease. J. Fish Dis. 27(6): 351-358.
- Kongtorp, R. T. and Taksdal, T. 2009. Studies with experimental transmission of heart and skeletal muscle inflammation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. J. Fish Dis. 32(3): 253-262.
- Kuehn, R., Stoeckle, B. C., Young, M., Popp, L., Taeubert, J. E., Pfaffl, M. W. and Geist, J. 2018. Identification of a piscine reovirus-related pathogen in proliferative darkening syndrome (PDS) infected brown trout (*Salmo trutta fario*) using a next-generation technology detection pipeline. PLoS One 13(10): e0206164.
- Laurin, E., Jaramillo, D., Vanderstichel, R., Ferguson, H., Kaukinen, K., Schulze, A. D., Keith, I., Gardner, I. and Miller, K. M. 2019. Histopathological and novel high-throughput molecular monitoring data from farmed salmon (*Salmo salar* and *Oncorhynchus* spp.) in British Columbia, Canada, from 2011-2013. Aquaculture 499: 220-234.
- Lund, M., Krudtaa Dahle, M., Timmerhaus, G., Alarcon, M., Powell, M., Aspehaug, V., Rimstad, E. and Jorgensen, S. M. 2017. Hypoxia tolerance and responses to hypoxic stress during heart and skeletal muscle inflammation in Atlantic salmon (*Salmo salar*). PLoS One 12(7): e0181109.

**Évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve  
Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire  
(RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées  
dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale  
nationale**

- Lund, M., Røsæg, M. V., Krasnov, A., Timmerhaus, G., Nyman, I. B., Aspehaug, V., Rimstad, E. and Dahle, M. K. 2016. Experimental *Piscine orthoreovirus* infection mediates protection against pancreas disease in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Vet. Res.* 47(1): 107.
- Mandrak, N. E., Cudmore, B. and Chapman, P. M. 2012. National detailed-level risk assessment guidelines: assessing the biological risk of aquatic invasive species in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/092. vi + 17 p.
- Mikalsen, A. B., Haugland, O., Rode, M., Solbakk, I. T. and Evensen, O. 2012. Atlantic Salmon reovirus infection causes a CD8 T cell myocarditis in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). *PLoS One* 7(6): e37269.
- Miller, K. M., Teffer, A., Tucker, S., Li, S. R., Schulze, A. D., Trudel, M., Juanes, F., Tabata, A., Kaukinen, K. H., Ginther, N. G., Ming, T. J., Cooke, S. J., Hipfner, J. M., Patterson, D. A. and Hinch, S. G. 2014. Infectious disease, shifting climates, and opportunistic predators: cumulative factors potentially impacting wild salmon declines. *Evol. Appl.* 7(7): 812-855.
- Mimeault, C., Polinski, M., Garver, K. A., Jones, S. R. M., Johnson, S., Boily, F., Malcolm, G., Holt, K., Burgetz, I. J. et Parsons, G. J. 2019. Évaluation du risque que représente pour le saumon rouge du fleuve Fraser le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes d'élevage de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique. *Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech.* 2019/036. Sous presse.
- Mimeault, C., Wade, J., Foreman, M. G. G., Chandler, P. C., Aubry, P., Garver, K. A., Grant, S. C. H., Holt, C., Jones, S., Johnson, S., Trudel, M., Burgetz, I. J. and Parsons, G. J. 2017. Assessment of the risk to Fraser River Sockeye Salmon due to infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) transfer from Atlantic Salmon farms in the Discovery Islands, British Columbia. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2017/075. vii + 75 p.
- MPO. 2010. Avis scientifique sur les séquences d'effets liés à l'aquaculture des poissons, des mollusques et des crustacés. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci.* 2009/071.
- Palacios, G., Lovoll, M., Tengs, T., Hornig, M., Hutchison, S., Hui, J., Kongtorp, R.-T., Savji, N., Bussetti, A. V., Solovyov, A., Kristoffersen, A. B., Celone, C., Street, C., Trifonov, V., Hirschberg, D. L., Rabadan, R., Egholm, M., Rimstad, E. and Lipkin, W. I. 2010. Heart and skeletal muscle inflammation of farmed salmon is associated with infection with a novel reovirus. *PLoS One* 5(7): e11487.
- Polinski, M. P., Bradshaw, J. C., Inkpen, S. M., Richard, J., Fritsvold, C., Poppe, T. T., Rise, M. L., Garver, K. A. and Johnson, S. C. 2016. *De novo* assembly of Sockeye salmon kidney transcriptomes reveal a limited early response to piscine reovirus with or without infectious hematopoietic necrosis virus superinfection. *BMC Genom.* 17(1): 848.
- Polinski, M. P. et Garver, K. A. 2019. Caractérisation de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) et des maladies connexes pour informer les évaluations des risques de transfert d'agents pathogènes en Colombie-Britannique. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech.* 2019/035. Sous presse.

- Polinski, M. P., Marty, G. D., Snyman, H. N. and Garver, K. A. 2019. Piscine orthoreovirus demonstrates high infectivity but low virulence in Atlantic salmon of Pacific Canada. *Sci. Rep.* 40025: doi: 10.1038/s41598-41019-40025-41597.
- Rechisky, E. L., Stevenson, C., Porter, A. D., Welch, D. W., Furey, N. B., Healy, S., Johnston, S. and Hinch, S. G. 2018. Telemetry-based estimates of early marine survival and residence time of juvenile sockeye salmon in the Strait of Georgia and Queen Charlotte Strait, 2017. *In* State of the physical, biological and selected fishery resources of Pacific Canadian marine ecosystems in 2017. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3266. viii + 245 p.
- Takano, T., Nawata, A., Sakai, T., Matsuyama, T., Ito, T., Kurita, J., Terashima, S., Yasuike, M., Nakamura, Y., Fujiwara, A., Kumagai, A. and Nakayasu, C. 2016. Full-genome sequencing and confirmation of the causative agent of erythrocytic inclusion body syndrome in coho salmon identifies a new type of piscine orthoreovirus. *PLoS One* 11(10): e0165424.
- Vose, D. 2008. Risk analysis: a quantitative guide. 3rd ed. Wiley, Chichester, England. 735 p.
- Wade, J. 2017. British Columbia farmed Atlantic Salmon health management practices. DFO *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2017/072. vi + 55 p.
- Wessel, Ø., Braaen, S., Alarcon, M., Haatveit, H., Roos, N., Markussen, T., Tengs, T., Dahle, M. K. and Rimstad, E. 2017. Infection with purified piscine orthoreovirus demonstrates a causal relationship with heart and skeletal muscle inflammation in Atlantic salmon. *PLoS One* 12(8): e0183781.
- Zhang, Y., Polinski, M., Morrison, P. R., Brauner, C. J., Farrell, A. P. and Garver, K. A. 2019. High-load reovirus infections do not imply physiological impairment in salmon. *Front. Physiol.* 10:114: 1-12.

**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)  
Région de la capitale nationale  
Pêches et Océans Canada  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6  
Téléphone : 613-990-0293  
Courriel : [csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](mailto:csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)  
Adresse Internet : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/>

ISSN 1919-5117

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2019. Avis découlant de l'évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert de l'orthoréovirus pisciaire (RVP) à partir des fermes de saumon de l'Atlantique situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/022.

*Aussi disponible en anglais :*

*DFO. 2019. Advice from the assessment of the risk to Fraser River Sockeye Salmon due to piscine orthoreovirus (PRV) transferred from Atlantic Salmon farms in the Discovery Islands area, British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2019/022.*