



AVIS DÉCOULANT DE L'ÉVALUATION DU RISQUE POUR LE SAUMON ROUGE DU FLEUVE FRASER ATTRIBUABLE AU TRANSFERT DE LA BACTÉRIE *PISCIRICKETTSIA SALMONIS* À PARTIR DES FERMES D'ÉLEVAGE DE SAUMON ATLANTIQUE SITUÉES DANS LA RÉGION DES ÎLES DISCOVERY (COLOMBIE-BRITANNIQUE)



Parc en filet le long de la côte de la Colombie-Britannique (mention de la source des photos : MPO).

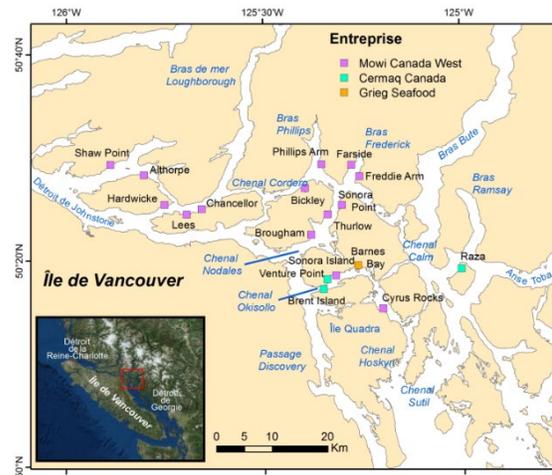


Figure 1. Emplacement des 18 fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery qui ont étéensemencées au moins une fois entre 2010 et 2016.

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 d'évaluation du risque environnemental des Sciences de l'aquaculture a été mise en œuvre pour évaluer le risque 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 (MPO, 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 le risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert d'agents pathogènes à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique 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 attribuables au transfert d'agents pathogènes à partir des fermes aquacoles (Cohen, 2012).

L'avis est présenté au moyen d'une série d'évaluations des risques attribuables au transfert d'agents pathogènes; cette deuxième évaluation des risques porte sur *Aeromonas salmonicida*, l'agent causal de la furonculose, *Piscirickettsia salmonis*, l'agent causal de la septicémie rickettsienne des salmonidés (SRS), *Renibacterium salmoninarum*, l'agent causal de la maladie bactérienne du rein (MBR) et *Yersinia ruckeri*, l'agent causal de la maladie bactérienne de la bouche rouge (MBBR). Ces agents pathogènes bactériens, connus pour provoquer des maladies, ont été rapportés par l'industrie ou diagnostiqués dans des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans le secteur des îles Discovery dans le cadre du Programme de vérification et de surveillance de la santé des poissons du MPO. Les risques liés aux autres agents pathogènes connus pour causer également des maladies dans les fermes d'élevage de saumon 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 du 6 au 8 novembre 2018 sur l'évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser en raison du transfert de bactéries causant des infections systémiques provenant de fermes d'élevage 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](#).

SOMMAIRE

Évaluation du risque attribuable au transfert de *Piscirickettsia salmonis*

- L'évaluation a été réalisée à l'aide des données environnementales et relatives aux fermes d'élevage de 2002–2017, d'après les pratiques actuelles de gestion de la santé du poisson et en tenant compte des informations scientifiques pertinentes.
- L'évaluation a permis de conclure que la bactérie *P. salmonis* disséminée à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) exploitées dans la région des îles Discovery présente un risque minime pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser (*Oncorhynchus nerka*). Les incertitudes ont été évaluées à chaque étape de la présente évaluation et allaient d'une grande incertitude à une grande certitude (voir les puces ci-après et le Tableau 1).
- Deux facteurs principaux ont influencé l'attribution d'un risque minime :
 - les étapes relatives à la probabilité ont permis de déterminer qu'il est extrêmement improbable que le saumon rouge du fleuve Fraser soit infecté par la bactérie *P. salmonis* disséminée à partir d'une ferme d'élevage de saumon atlantique située dans la région des îles Discovery. Les incertitudes associées aux différentes étapes allaient d'une grande certitude à une grande incertitude;
 - les étapes relatives aux conséquences ont permis de déterminer que dans le cas très improbable où un saumon rouge du fleuve Fraser serait infecté par la bactérie *P. salmonis* disséminée à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery, l'infection ne devrait pas se propager dans les populations sauvages, ce qui fait que l'ampleur des conséquences sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser serait négligeable. Les incertitudes correspondantes allaient d'une incertitude raisonnable à une grande incertitude.

- L'évaluation de la probabilité globale, ainsi que les évaluations distinctes relatives à l'infection à la ferme, à la dissémination, à l'exposition et à l'infection, ont été appuyées par les constatations clés suivantes :
 - *Piscirickettsia salmonis*, ou septicémie rickettsienne des salmonidés (SRS), a été détectée dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery;
 - il y a un chevauchement temporel entre la migration des saumons rouges du Fraser juvéniles et adultes et les rapports sur la présence de *P. salmonis* dans les fermes de la région des îles Discovery;
 - bien qu'il n'existe pas de vaccin contre la SRS en Colombie-Britannique, la dissémination de *P. salmonis* entre les parcs en filet des fermes d'élevage de saumon atlantique a été limitée.
- Incertitude : la certitude évoquée dans la présente évaluation est limitée par un manque de connaissances sur les éléments suivants :
 - la durée pendant laquelle les populations de saumons sauvages du Pacifique juvéniles et adultes se trouvent dans les environs des fermes d'élevage de saumon atlantique et à quelle distance;
 - le taux d'excrétion de *P. salmonis* chez le saumon atlantique infecté;
 - la sensibilité et la pathogénèse de *P. salmonis* chez le saumon rouge;
 - la survie de *P. salmonis* dans le milieu marin;
 - la dose minimale infectieuse et létale de *P. salmonis* pour toutes les espèces de salmonidés sensibles (saumon quinnat (*Oncorhynchus tshawytscha*), saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*), saumon rose (*Oncorhynchus gorbuscha*), saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*), saumon kéta (*Oncorhynchus keta*), saumon atlantique (*Salmo salar*) ou truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*));
 - la mortalité due à la SRS chez le saumon rouge sauvage et d'autres poissons sauvages sensibles;
 - les conséquences des effets sublétaux de l'infection par *P. salmonis* sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser.
- Aux fins de la présente évaluation, un certain nombre d'hypothèses clés ont été formulées :
 - la détection positive de l'agent pathogène dans un élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery est la preuve de l'infection par *P. salmonis* dans cet élevage;
 - le saumon rouge est sensible aux infections par *P. salmonis* et à la SRS;
 - l'excrétion par le saumon atlantique infecté par *P. salmonis* dans le milieu environnant;
 - les poissons sensibles des populations sauvages pourraient être infectés et mourir à un rythme semblable à celui observé chez le saumon atlantique d'élevage.

En outre, la présente évaluation des risques s'est appuyée sur un sommaire de l'état actuel des connaissances relatives à *P. salmonis* et à la SRS (Jones, 2019), dont les éléments les plus pertinents sont résumés ci-après.

Caractérisation de *Piscirickettsia salmonis* et de la septicémie rickettsienne des salmonidés (SRS)

- L'infection par *P. salmonis* peut entraîner le développement de la septicémie rickettsienne des salmonidés (SRS) chez un large éventail d'espèces hôtes, dont plusieurs espèces de salmonidés et de non-salmonidés.
- La sensibilité du saumon rouge à l'infection par *P. salmonis* et à la SRS reste à déterminer. D'après des données de laboratoire, le saumon coho est plus sensible que la truite arc-en-ciel et le saumon de atlantique. Il n'y a pas suffisamment de données pour attribuer des sensibilités différentes aux divers stades du cycle biologique des salmonidés.
- *Piscirickettsia salmonis* a une transmission horizontale; par conséquent, les poissons sensibles peuvent être infectés par contact avec des poissons infectés, de l'eau contaminée ou du matériel contaminé. Il existe peu de preuves d'une transmission verticale.
- La période d'incubation de *P. salmonis* varie de 10 à 20 jours et dépend des conditions environnementales, de la dose, de la souche de *P. salmonis* et de l'état de l'espèce hôte sensible.
- La maladie associée à l'infection par *P. salmonis* est fortement influencée par des facteurs environnementaux et d'autres événements stressants.
- Il n'existe pas de données sur la morbidité ou la mortalité associées à l'infection à *P. salmonis* chez les poissons sauvages.
- Il n'existe aucune donnée sur les taux d'excrétion ou la dose infectieuse minimale chez les espèces.
- Il existe peu d'informations sur la survie de *P. salmonis* dans le milieu marin.

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 réalisées 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). 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](#). Toutes les évaluations des risques menées dans le cadre de l'Initiative ne tiennent pas compte des considérations socio-économiques.

Le présent avis scientifique est l'un des quatre qui résument l'avis consensuel formulé pendant la réunion d'examen scientifique par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) qui a eu lieu du 6 au 8 novembre 2018 et qui a réuni des experts scientifiques nationaux et internationaux. Les informations et les connaissances scientifiques actuelles sur *P. salmonis* et la septicémie rickettsienne des salmonidés (SRS) ainsi que l'ébauche de l'évaluation des risques ont été présentés dans les documents suivants :

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale
nationale**

- Caractérisation de la bactérie *Piscirickettsia salmonis* et de la septicémie rickettsienne des salmonidés pour informer les évaluations des risques de transfert d'agents pathogènes en Colombie-Britannique (Jones, 2019).
- Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie *Piscirickettsia salmonis* à partir des fermes de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery (Colombie-Britannique) (Mimeault *et al.*, 2019b).
- Les deux documents de recherche connexes ont été examinés et utilisés pour atteindre les objectifs suivants de la réunion, en particulier : Examiner l'évaluation qualitative du risque pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser dû au transfert de *P. salmonis* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans les îles Discovery.
- Passer en revue et évaluer 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 attribuable au transfert de l'agent pathogène à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery.

ANALYSE

Caractérisation de la bactérie *Piscirickettsia salmonis* et de la septicémie rickettsienne des salmonidés (SRS)

La SRS est causée par une infection à *P. salmonis*, une bactérie à Gram négatif qui se manifeste individuellement ou en groupe, et de façon intracellulaire chez les poissons hôtes sensibles. *Piscirickettsia salmonis* a été isolée ou identifiée dans des cas de SRS au Chili, en Écosse, en Irlande, en Norvège et dans l'Est et l'Ouest du Canada.

Piscirickettsia salmonis a un large éventail d'espèces hôtes, y compris des espèces de salmonidés et de non-salmonidés. Les espèces de salmonidés sensibles à l'infection et chez lesquelles des signes cliniques de SRS ont été signalés sont notamment le saumon rose (*O. gorbuscha*), le saumon coho (*O. kisutch*), le saumon quinnat (*O. tshawytscha*), le saumon atlantique et la truite arc-en-ciel (*O. mykiss*). Il n'y a pas de déclaration concernant le saumon rouge ou le saumon kéta (*O. keta*). D'après des données de laboratoire, le saumon coho est plus sensible que la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique. Il n'y a pas suffisamment de données pour attribuer des sensibilités différentes aux divers stades du cycle biologique des salmonidés. Aucune espèce n'a été identifiée comme réservoir naturel des infections chez le saumon atlantique d'élevage.

Comme pour tous les agents pathogènes du saumon, la période d'incubation dépendra de l'âge et de l'espèce du saumon et de son état général, de la dose et de la souche du pathogène et de sa voie d'inoculation, ainsi que des conditions environnementales, particulièrement la température, au moment de l'exposition. Pour *P. salmonis*, des périodes d'incubation de 10 à 20 jours, selon la souche bactérienne, ont été estimées sur la base d'études de laboratoire et de preuves cliniques fondées sur le saumon coho en eau douce (Smith *et al.*, 2004).

Aucune étude n'a estimé les doses minimales (infectieuses ou létales) de *P. salmonis* nécessaires pour causer la SRS ou la mortalité chez les poissons par des voies d'exposition qui

imitent les voies naturelles de transmission. Il n'existe pas non plus d'études décrivant les taux d'excrétion ou le moment de l'excrétion au cours de l'infection.

La survie de *P. salmonis* dans le milieu marin est influencée par la présence de matières particulaires (p. ex. le mucus et les excréments), ainsi que par des processus physiques (comme la température et la salinité). Une étude de laboratoire a mentionné qu'une souche chilienne de *P. salmonis* pouvait survivre dans l'eau de mer (32 ‰) pendant 10 à 15 jours à 5 °C, 10 °C ou 15 °C, mais qu'aucune bactérie viable n'a été détectée après une semaine à 20 °C (Lannan et Fryer, 1994).

Les données de laboratoire et les données épidémiologiques du Chili et de Norvège appuient la transmission horizontale de *P. salmonis* entre populations de poissons sauvages et entre élevages (Cvitanich *et al.*, 1991; Garces *et al.*, 1991; Almendras *et al.*, 1997; Rees *et al.*, 2014; Price *et al.*, 2017).

Il existe des preuves de différences de virulence entre les différentes souches de *P. salmonis*, et il est également utile de reconnaître que les épidémies de SRS semblent être déclenchées par des agents de stress environnementaux, provenant de l'environnement ou de l'élevage.

Occurrence dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique

Les données sur l'occurrence de la SRS dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique ont été tirées des rapports suivants : événements liés à la santé des poissons (ESP), Programme de vérification et de surveillance de la santé des poissons (PVSSP) et rapports d'épisodes de mortalité. Voir davantage de précisions sur ces sources de données dans Wade (2017). Des données supplémentaires de l'industrie sur la santé des poissons et les paramètres environnementaux ont également été incluses dans l'analyse (Wade, 2017).

Entre 2002 et 2017, 36 événements liés à la santé des poissons attribués à la SRS ont été déclarés dans des fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique. Des diagnostics de SRS au niveau des fermes d'élevage de saumon atlantique de la C.-B., fondés sur des vérifications, ont été établis neuf des 15 années (de 2002 à la fin de 2016). Il y a eu au total 36 diagnostics de SRS au niveau des fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique, dont trois dans la région des îles Discovery.

Évaluation du risque attribuable au transfert de *Piscirickettsia salmonis*

Mimeault *et al.* (2019b) fournissent l'évaluation complète des risques que pose pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser le transfert de *P. salmonis* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery en Colombie-Britannique. Les risques ont été évalués à l'aide des données sur la santé du poisson et des conditions environnementales de 2002 à 2017 et en appliquant les pratiques actuelles de gestion de la santé du poisson. Les éléments les plus pertinents pour guider l'évaluation du risque de transfert de *P. salmonis* sont résumés ici.

Les pratiques actuelles de gestion de la santé du poisson 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 supplémentaire et la mise à l'essai).

Modèle conceptuel

L'évaluation du risque a été réalisée en trois étapes principales illustrées sur la Figure 2 : une évaluation de la probabilité, une évaluation des conséquences et une estimation du risque.

ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ

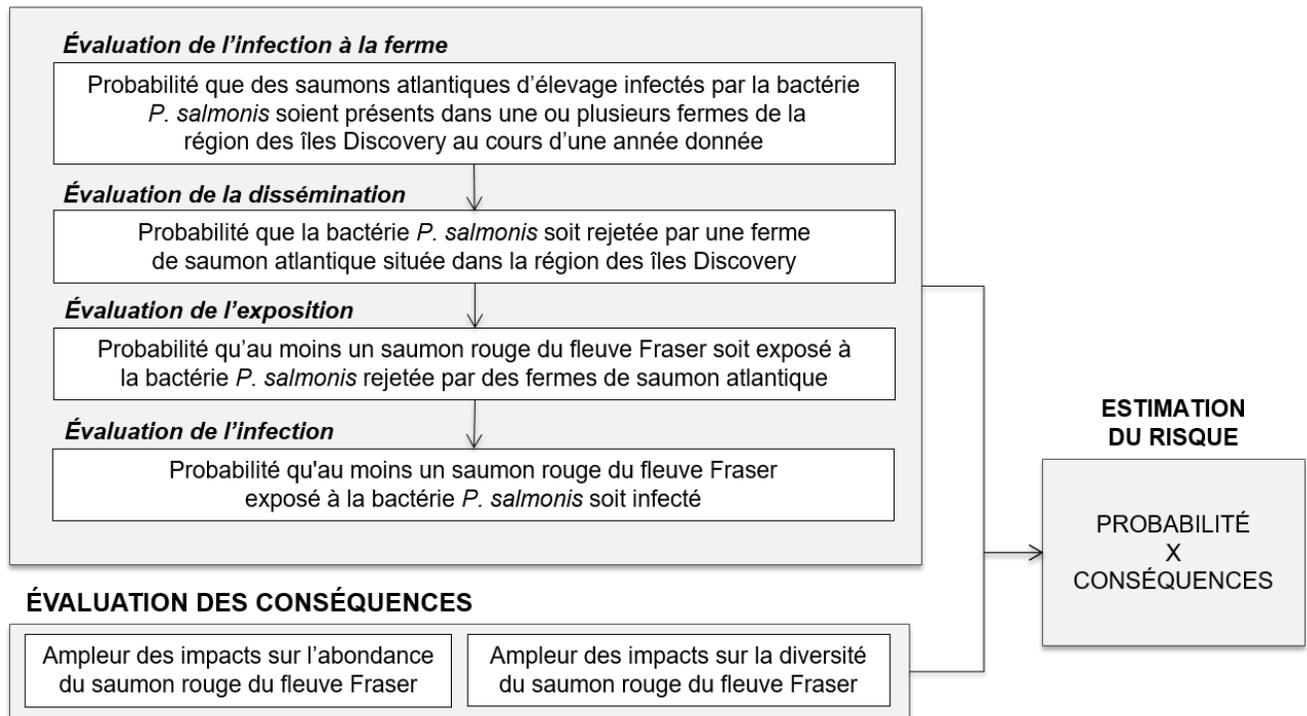


Figure 2. Modèle conceptuel d'évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuables au transfert de la bactérie *Piscirickettsia salmonis* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique.

Évaluation de la probabilité

L'évaluation de la probabilité a été réalisée en quatre étapes 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 d'élevage de saumon atlantique sont suivies et seront maintenues. Les principales considérations et conclusions de chaque étape sont présentées ici.

Évaluation de l'infection à la ferme

Les résultats de la surveillance et du dépistage dans l'industrie (2011–2017), des rapports réglementaires sur la santé du poisson (événements liés à la santé des poissons et événements de mortalité) et du Programme de vérification et de surveillance de la santé des poissons (2002–2017) montrent qu'il existe des preuves de la présence de *P. salmonis* ou de la SRS dans un total de neuf fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery au cours de cinq années différentes (2009, 2012, 2015, 2016 et 2017).

Compte tenu des preuves de la présence de *P. salmonis* ou de la SRS cinq des 16 années (2002–2017), on a conclu qu'il est improbable que des saumons atlantiques d'élevage infectés par *P. salmonis* puissent être présents dans une ou plusieurs fermes de la région des îles Discovery selon les pratiques d'élevage actuelles. Cette conclusion a été tirée avec une certitude raisonnable car elle repose sur les données abondantes et solides concernant le dépistage et la détection dans les fermes sur une période de 16 ans.

Évaluation de la dissémination

Nonobstant l'évaluation de la probabilité d'infection au niveau de la ferme, l'évaluation de la dissémination a permis de déterminer la probabilité que la bactérie *P. salmonis* soit disséminée à partir d'une ferme d'élevage de saumon atlantique contaminée de la région des îles Discovery dans un environnement accessible au saumon rouge du fleuve Fraser. Deux voies de dissémination possibles ont été envisagées : la dissémination par le saumon 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).

Piscirickettsia salmonis a une transmission horizontale et on suppose que les saumons atlantiques infectés cliniquement et sub-cliniquement l'excrètent dans le milieu environnant. Comme le saumon atlantique est élevé dans des parcs en filet, il est extrêmement probable que les poissons infectés disséminent *P. salmonis* dans l'environnement. La probabilité a été conclue avec une certitude élevée.

Il existe de faibles niveaux de déficiences opérationnelles dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery, en particulier en ce qui concerne les pratiques de biosécurité pertinentes. On a donc conclu avec une certitude raisonnable que la dissémination par des vecteurs ou des vecteurs passifs est improbable selon les pratiques actuelles de gestion de la santé du poisson.

On a déterminé la probabilité globale de dissémination en adoptant la probabilité la plus élevée des voies de dissémination. Il est ainsi extrêmement probable que la bactérie *P. salmonis* soit disséminée à partir d'une ferme d'élevage de saumon atlantique contaminée.

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 à la bactérie *P. salmonis* attribuable à une ferme d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery une année donnée, en supposant que la bactérie ait été disséminée à partir d'au moins une de ces fermes.

Deux groupes d'exposition ont été pris en considération : les saumons rouges juvéniles et les saumons rouges adultes du fleuve Fraser pendant qu'ils traversent la région des îles Discovery. L'exposition en milieu aqueux a été considérée comme la voie d'exposition la plus pertinente pour les espèces sauvages vulnérables pour cette évaluation des risques. D'autres voies d'exposition potentielles, y compris l'exposition indirecte à *P. salmonis* par l'infection d'autres espèces sensibles infectées par des saumons atlantiques, ont été jugées négligeables pour la présente évaluation des risques.

L'évaluation de l'exposition a comparé le chevauchement dans le temps et l'espace entre le moment de la détection de *P. salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery et celui où les saumons rouges juvéniles ou adultes migrent à travers la région.

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 du début mai à la 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 du début juin à la fin octobre.

Au cours des cinq années où *P. salmonis* a été signalée dans au moins une ferme d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery, elle a été détectée tous les mois, sauf en mars et en mai. Ces détections proviennent de la surveillance et du dépistage effectués par l'industrie et du Programme de vérification et de surveillance de la santé des poissons. En janvier, avril, juin, juillet, septembre et décembre, les preuves se limitent à des tests moléculaires positifs pour *P. salmonis*. Aucun événement lié à la santé des poissons ou événement de mortalité attribué à la SRS n'a jamais été signalé dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery.

Bien que le calendrier de migration du saumon rouge du fleuve Fraser puisse varier d'une année sur l'autre, les données sur lesquelles reposent les estimations de la présence de saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser dans la région des îles Discovery de mai à juillet sont nombreuses. On a donc conclu qu'il est improbable qu'au moins un saumon rouge juvénile du fleuve Fraser soit exposé à *P. salmonis* disséminée par les fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery. Cette conclusion s'accompagne d'une certitude raisonnable compte tenu du chevauchement temporel limité avec les rapports de *P. salmonis* dans les fermes d'élevage au moment où les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser sont présents.

Cependant, comme le moment où *P. salmonis* est signalée dans les fermes d'élevages chevauche celui où les saumons rouges adultes du fleuve Fraser traversent la région des îles Discovery pendant leur migration, on a conclu qu'il est très probable qu'au moins un saumon rouge adulte du fleuve Fraser sera exposé. Cette conclusion s'assortit d'une certitude raisonnable en raison de la solidité des données étayant le moment de la migration des adultes et la détection de *P. salmonis* tant par l'industrie lors de la surveillance régulière que par l'échantillonnage aléatoire mené pendant les vérifications.

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, en supposant qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser ait été exposé à *P. salmonis* disséminée par des fermes d'élevage de saumon atlantique opérant dans la région des îles Discovery à une concentration et pendant une durée suffisantes pour provoquer une infection.

Comme les taux d'excrétion, les concentrations infectieuses ou létales minimales et les durées d'exposition ne sont pas disponibles pour la souche de *P. salmonis* présente en Colombie-Britannique, l'évaluation de l'infection repose sur les observations d'une épidémie de SRS dans une ferme de cette province en 1991, qui avait des parcs en filet pour le saumon atlantique et le saumon quinnat. Au cours de cette épidémie de SRS, les mortalités sont survenues dans deux des huit parcs en filet de saumon atlantique et sont restées négligeables dans les quatre parcs de saumon quinnat de la ferme. Le taux quotidien de mortalité dans les parcs de saumon

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale
nationale**

atlantique a augmenté régulièrement au cours du mois d'octobre, passant de 0,01 % à 0,06 % dans deux des huit parcs (Brocklebank *et al.*, 1993).

Les fermes d'élevages de saumon atlantique dans la région des îles Discovery ne sont pas situés dans tous les chenaux et n'occupent pas une grande partie de la zone (Mimeault *et al.*, 2017). On prévoit par conséquent que tous les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser ne migrent pas par des chenaux où se trouvent des fermes d'élevages de saumon atlantique. En outre, une récente étude de télémétrie (Rechisky *et al.*, 2018) a présenté des observations de saumons rouges marqués, suggérant des interactions transitoires avec les infrastructures des fermes d'élevage. Si l'on suppose une vitesse de migration constante et un déplacement unidirectionnel des saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser, ils pourraient se trouver au voisinage des élevages pendant trois à huit jours (Mimeault *et al.*, 2017). De même, les saumons rouges adultes du fleuve Fraser, bien qu'ayant un taux de déviation très variable (route du nord ou du sud vers le fleuve Fraser), traversent la zone d'élevage en deux à trois jours (Mimeault *et al.*, 2017).

Ainsi, étant donné le faible taux de mortalité signalé dans l'élevage lors d'une épidémie de SRS en Colombie-Britannique, et le fait que tous les parcs n'ont pas été touchés pendant l'épidémie, comme le décrivent Brocklebank *et al.* (1993), on peut en déduire une propagation limitée de l'infection sur une durée d'exposition plus longue que celle que connaîtrait un saumon rouge du Fraser juvénile ou adulte. On a conclu avec une incertitude élevée qu'il est très improbable qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser, juvénile ou adulte, soit infecté par *P. salmonis* disséminée à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery à la suite d'une exposition dans le milieu aqueux.

Évaluation globale de la probabilité

Le Table 1 résume l'évaluation de la probabilité. On a conclu qu'il est très improbable que les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery rejettent *P. salmonis* dans un environnement et exposent ensuite les saumons rouges du fleuve Fraser à une concentration et pendant une période suffisantes pour provoquer une infection et une maladie, tant chez les juvéniles que chez les adultes. Voir Mimeault *et al.* (2019b) pour obtenir plus de détails sur la combinaison des cotes de probabilité.

Les incertitudes pour chaque étape de l'évaluation de la probabilité ne sont pas combinées, mais sont plutôt déclarées séparément dans un souci de clarté et de transparence.

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

Région de la capitale
nationale

Tableau 1. Sommaire des classements de probabilité et d'incertitude pour l'évaluation de la probabilité dans le cadre de l'évaluation du risque attribuable au *Piscirickettsia salmonis*. Les estimations sont indiquées dans les cellules blanches et les résultats combinés concernant la probabilité sont présentés dans les cellules ombragées de la colonne « Classement ».

Étape		Classement	
Évaluation de l'infection à la ferme	Probabilité	Improbable (certitude raisonnable)	
Évaluation de la dissémination	Voies de dissémination	Saumon atlantique d'élevage	Vecteurs et vecteurs passifs
	Probabilité	Extrêmement probable (certitude élevée)	Improbable (certitude raisonnable)
	Probabilités combinées de dissémination	Extrêmement probable	
Évaluations de l'exposition et de l'infection	Groupes d'exposition	Saumon rouge juvénile du fleuve Fraser	Saumon rouge adulte du fleuve Fraser
	Probabilité d'exposition	Improbable (certitude raisonnable)	Très probable (certitude raisonnable)
	Probabilité d'infection	Très improbable (incertitude élevée)	Très improbable (incertitude élevée)
Probabilités combinées d'exposition et d'infection pour chaque groupe d'exposition		Très improbable	Très improbable
Probabilités combinées (infection à la ferme, dissémination, exposition et infection) pour chaque groupe d'exposition		Très improbable	Très improbable

Évaluation des conséquences

L'évaluation des conséquences a permis de déterminer l'ampleur potentielle des impacts sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser, en supposant qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser ait été infecté par la bactérie *P. salmonis* disséminée à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique contaminées dans la région des îles Discovery.

L'évaluation de la probabilité a permis de déterminer qu'il est improbable que des saumons atlantiques infectés par *P. salmonis* soient présents dans les fermes d'élevage de la région des îles Discovery. Les années sans infection à *P. salmonis*, il n'y aurait pas de conséquences sur le nombre d'adultes en migration de retour ou sur la diversité des saumons rouges du fleuve Fraser. Cependant, au cours d'une année d'infection par *P. salmonis*, les dossiers de santé du poisson montrent que jusqu'à trois élevages peuvent être infectés.

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale
nationale**

La Figure 3 illustre les résultats potentiels de l'infection d'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser par la bactérie *P. salmonis* disséminée à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery.

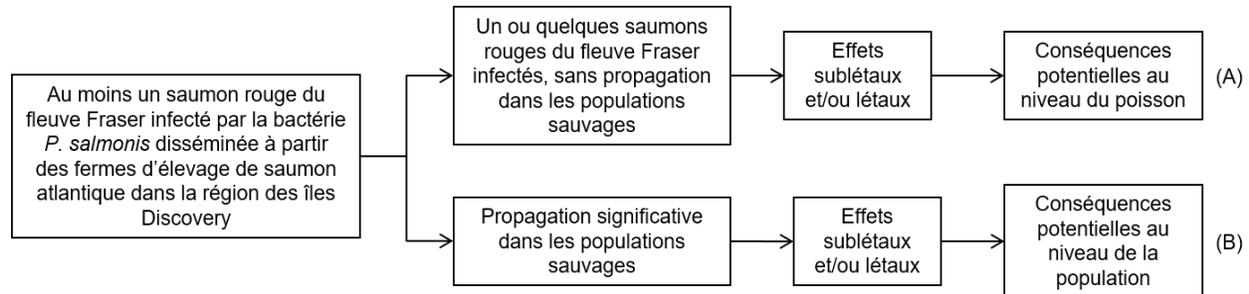


Figure 3. Résultats potentiels de l'infection d'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser par la bactérie *Piscirickettsia salmonis* disséminée à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery.

La modélisation hydrodynamique antérieure et les estimations par suivi des particules des concentrations de VHNI provenant d'une épidémie dans une ferme de la région des îles Discovery (Garver *et al.*, 2013; Chandler *et al.*, 2017; Mimeault *et al.*, 2017) n'ont pas permis de prédire les augmentations localisées des concentrations de virus ou de bactéries rejetées en raison des courants ou des tourbillons. La survie signalée de *P. salmonis* dans l'eau de mer est de 14 jours entre 5 °C et 15 °C (Lannan et Fryer, 1994). Combinée à la propagation limitée dans les fermes observée lors de l'épidémie de SRS de 1991 (Brocklebank *et al.*, 1992; Brocklebank *et al.*, 1993), la concentration de *P. salmonis* disséminée à partir de plusieurs fermes d'élevage contenant des saumons atlantiques infectés, une fois dispersée loin de la ferme contaminée, ne devrait pas être supérieure à la concentration dans une exploitation infectée.

Les saumons rouges adultes du fleuve Fraser seraient exposés en dehors des parcs en filet, et les juvéniles soit dans un parc en filet infecté, soit en dehors des fermes infectées.

Compte tenu du temps d'exposition limité et des faibles concentrations estimées en dehors des parcs en filet, on a conclu que seuls quelques saumons rouges du fleuve Fraser seraient infectés. Si un ou quelques poissons sont infectés, on ne prévoit aucune propagation dans la population et les effets sublétaux ou mortels de l'infection par *P. salmonis* peuvent avoir des conséquences au niveau du poisson (voie A), plutôt que de la population (voie B).

Comme la documentation ne fait état d'aucune preuve de la maladie chez le saumon rouge (Jones, 2019), on a utilisé des données de substitution pour l'évaluation des conséquences. L'épidémie de SRS de 1991 en Colombie-Britannique, dans un élevage mixte de saumon atlantique et de saumon quinnat, a été utilisée spécifiquement pour la portée de la propagation de *P. salmonis* et de la SRS (Brocklebank *et al.*, 1992; Brocklebank *et al.*, 1993). Ces données sont applicables car il n'existe pas de vaccin disponible pour *P. salmonis* au Canada. Les densités dans les fermes sont plus élevées que les densités estimées de saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser (~0,03 poisson/m³ (Neville *et al.*, 2013; Freshwater *et al.*, 2017)) dans la région des îles Discovery, qui devraient être supérieures aux densités en mer. On a conclu qu'il n'était pas plausible que la densité de saumons rouges du fleuve Fraser soit suffisamment élevée pour que quelques individus infectés permettent la propagation de l'infection à *P. salmonis* dans la population. Étant donné que cette conclusion repose sur les données relatives à une épidémie passée en Colombie-Britannique et des données concernant le saumon

atlantique et le saumon quinnat, on peut conclure avec une incertitude raisonnable que l'ampleur des répercussions potentielles sur l'abondance de la population de saumon rouge du fleuve Fraser serait négligeable.

Chez les saumons rouges adultes du fleuve Fraser exposés à un maximum de trois fermes d'élevage de saumon atlantique contenant des poissons infectés par *P. salmonis* dans la région des îles Discovery (nombre maximum d'individus infectés par an selon les données sur la santé du poisson), environ un mois s'écoulera entre l'exposition et le frai. Compte tenu de l'absence de propagation entre les cages lors de l'épidémie de 1991, on ne s'attend pas à ce que l'infection se propage dans la population sauvage de saumon rouge du fleuve Fraser. Comme dans le cas de la modélisation d'*A. salmonicida* (Mimeault *et al.*, 2019a), pour que *P. salmonis* se propage à 1 % de la population pendant la migration de retour dans ce délai à partir du jour de l'exposition à la ferme, il faudrait que le potentiel de transmission (taux de reproduction de base (R_0)) atteigne un niveau élevé irréaliste, en particulier compte tenu de ce que l'on sait de la propagation et de la virulence de *P. salmonis* (Mimeault *et al.*, 2019a). On a donc conclu avec une grande incertitude que l'ampleur des répercussions potentielles sur l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser serait négligeable.

Les impacts sur la diversité ont été considérés comme négligeables compte tenu des répercussions négligeables (c'est-à-dire une réduction de moins de 1 % des saumons rouges adultes du fleuve Fraser lors de la migration de retour) sur l'abondance, de même que les effets cumulatifs d'une exposition pendant plusieurs années successives à *P. salmonis* provenant des fermes d'élevage.

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. Les catégories de risque minime, modéré et élevé ont été déterminées et définies en collaboration avec les Secteurs des sciences des écosystèmes et des océans et de la gestion des pêches du MPO (Mimeault *et al.*, 2017). Elles sont alignées sur les échelles de conséquences pertinentes pour la gestion des pêches, les politiques existantes et les tolérances au risque de la gestion actuelle pertinentes pour l'évaluation des risques.

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale
nationale**

Probabilité	Extrêmement probable						
	Très probable						
	Probable						
	Improbable						
	Très improbable	X					
	Extrêmement improbable						
		Négligeables	Mineures	Modérées	Majeures	Graves	Extrêmes
Conséquences sur l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser							

Figure 4. Matrice des risques pour combiner les résultats de l'évaluation de la probabilité d'infection par la bactérie *Piscirickettsia salmonis* chez le saumon sauvage attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery et l'ampleur 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 l'estimation du risque.

Selon les pratiques actuelles de gestion de la santé du poisson, le risque pour la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser par suite d'une infection par la bactérie *P. salmonis* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery est minime (Figure 5).

Probabilité	Extrêmement probable						
	Très probable						
	Probable						
	Improbable						
	Très improbable	X					
	Extrêmement improbable						
		Négligeables	Mineures	Modérées	Majeures	Graves	Extrêmes
Conséquences sur la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser							

Figure 5. Matrice des risques pour combiner les résultats de l'évaluation de la probabilité d'infection par la bactérie *Piscirickettsia salmonis* chez le saumon sauvage attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery et l'ampleur 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 l'estimation du risque.

Sources d'incertitude

Des incertitudes demeurent dans les évaluations de la probabilité et des conséquences. 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 liées à l'évaluation de la probabilité sont attribuables aux facteurs suivants :

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale
nationale**

- l'absence de confirmation de la sensibilité et de la pathogénèse de *P. salmonis* chez le saumon rouge;
- le manque d'informations sur les taux d'excrétion chez les saumons sains et malades infectés par *P. salmonis*;
- la survie de *P. salmonis* dans le milieu marin;
- les doses infectieuses et létales minimales de *P. salmonis* chez le saumon rouge;
- le manque de données pour estimer la proportion de la population qui serait exposée et infectée par *P. salmonis* disséminée à partir d'une ferme d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery en cas d'infection par la SRS.

Incertitudes de l'évaluation des conséquences

Les principales incertitudes dans les évaluations des conséquences, tant pour l'abondance que pour la diversité, résultent du manque de connaissances des conséquences, au niveau de l'individu et de la population, d'une infection subclinique par *P. salmonis* et de l'absence de données sur la sensibilité à *P. salmonis* et sur la mortalité due à la SRS chez le saumon rouge sauvage. Il a ainsi fallu se fier aux taux de mortalité observés dans les fermes d'élevage comme indicateurs indirects des taux de mortalité dans les populations sauvages.

CONCLUSIONS

Caractérisation de *Piscirickettsia salmonis* et de la septicémie rickettsienne des salmonidés (SRS)

Bien que *P. salmonis* ait été diagnostiquée chez des saumons d'élevage dans la région des îles Discovery en Colombie-Britannique (Jones, 2019), la grande majorité des données sur *P. salmonis* et la SRS proviennent de recherches liées à la salmoniculture au Chili. Bien que cela soit instructif pour comprendre la biologie de la bactérie et ses interactions avec l'hôte, les importantes différences entre le Chili et la Colombie-Britannique quant à l'ampleur et au mode d'exploitation de l'industrie limiteront la mesure dans laquelle les risques peuvent être extrapolés au contexte de la Colombie-Britannique. La vaste gamme d'hôtes de *P. salmonis* indique une forte probabilité que le saumon rouge soit sensible, malgré l'absence de preuve directe d'infection chez cette espèce. Il est utile de reconnaître que les épidémies de SRS semblent déclenchées par des agents de stress environnementaux, provenant de l'environnement ou de l'élevage.

Il manque encore des informations importantes qui guideront l'évaluation des risques, notamment la confirmation de la sensibilité et de la pathogénèse chez le saumon rouge, des taux d'excrétion de la bactérie propres à chaque espèce de saumon et des caractéristiques de l'atténuation de la viabilité de la bactérie dans des conditions naturelles. En outre, il faudrait examiner plus attentivement l'ensemble des données sur les événements liés à la santé des poissons pour vérifier l'hypothèse selon laquelle les épidémies de SRS ont tendance à faire suite à des événements stressants comme des proliférations algues, des conditions hypoxiques ou des traitements contre le pou du poisson, par exemple.

Évaluation du risque attribuable au transfert de *Piscirickettsia salmonis*

L'évaluation a permis de conclure que la bactérie *P. salmonis* attribuable aux fermes d'élevage de saumon 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 de gestion de la santé du poisson.

Deux facteurs principaux ont influencé l'attribution d'un risque minime. Tout d'abord, on a déterminé qu'il est très improbable que le saumon rouge soit infecté par la bactérie *P. salmonis* disséminée à partir d'une ferme d'élevage de saumon atlantique située dans la région des îles Discovery. Ensuite, même dans le cas très improbable où le saumon rouge serait infecté, l'infection ne devrait pas se propager, et l'ampleur des conséquences sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser serait donc négligeable.

Il existe des sources considérables d'incertitude associées à la détermination du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de *P. salmonis* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique dans les îles Discovery. Les principales incertitudes entourent d'une part, les évaluations de la probabilité d'infection du saumon rouge, pour lesquelles on manque d'informations sur : les taux d'excrétion chez les saumons sains et malades infectés par *P. salmonis*; la survie de *P. salmonis* dans le milieu marin; et la dose infectieuse et létale minimale de *P. salmonis* chez le saumon rouge; et d'autre part, l'évaluation des conséquences, pour laquelle il n'existe pas de données sur la mortalité due à la SRS chez le saumon rouge du fleuve Fraser et les conséquences d'une infection subclinique par *P. salmonis* au niveau de l'individu et de la population. Il conviendrait de revoir les conclusions de cette évaluation des risques à mesure que les résultats de nouvelles recherches viendront combler les lacunes dans les connaissances.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Les impacts à long terme de l'évolution des conditions climatiques sur la bactérie, 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 d'élevage de saumon atlantique.

Les risques associés à l'infection par plus d'un agent pathogène n'ont pas été analysés, mais ils seront étudiés dans le cadre d'une future évaluation des risques.

L'application des études de laboratoire sur les agents pathogènes à l'évaluation des risques est influencée par les méthodes et la conception des expériences, notamment pour déterminer les taux d'excrétion et les doses infectieuses et létales minimales.

La présente évaluation des risques est fondée sur la pathogénicité actuelle de *P. salmonis*, la taille actuelle de l'industrie et les pratiques de celle-ci. Une analyse plus approfondie serait nécessaire en cas de changement dans la pathogénicité de la bactérie ou la taille ou les pratiques de l'industrie de l'élevage du saumon atlantique dans la région des îles Discovery.

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

Région de la capitale
nationale

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Organisme d'appartenance
Ackerman, Paige	Pêches et Océans Canada
Bianucci, Laura	Pêches et Océans Canada
Boily, France	Pêches et Océans Canada
Bruneau, Nathalie	Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA)
Bruno, David	Marine Scotland Science
Burgetz, Ingrid	Pêches et Océans Canada
Byrne, Philip	Pêches et Océans Canada
Fuller, Chad	First Nations Fisheries Council de la Colombie-Britannique
Gardner, Ian	Collège vétérinaire de l'Atlantique, Université de l'Île-du-Prince-Édouard
Garver, Kyle	Pêches et Océans Canada
Hewison, Tim	Grieg Seafood
Higgins, Mark	Pêches et Océans Canada
Holt, Carrie	Pêches et Océans Canada
Jakob, Eva	Aqua Nutrition Cargill
Johnson, Stewart	Pêches et Océans Canada
Jones, Simon	Pêches et Océans Canada
Malcolm, Gabrielle	Pêches et Océans Canada
Milligan, Barry	Cermaq Canada
Mimeault, Caroline	Pêches et Océans Canada
Olivier, Gilles	Pêches et Océans Canada
Parsons, Jay	Pêches et Océans Canada
Paylor, Adrienne	Pêches et Océans Canada
Peterman, Randall	Université Simon Fraser
Powell, Mark	Institute of Marine Research
Proboszcz, Stan	Watershed Watch
Rhodes, Linda	National Oceanographic and Atmospheric Administration
Roth, Myron	Ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique
Saksida, Sonja	Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA)
Siah, Ahmed	BC Centre for Aquatic Health Science
Struthers, Alistair	Pêches et Océans Canada
Trudel, Marc	Pêches et Océans Canada
Wade, Joy	Fundy Aqua Services
Wan, Di	Pêches et Océans Canada
Werring, John	Fondation David Suzuki

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

Région de la capitale
nationale

(commentaires seulement) :

Nom	Organisme d'appartenance
Dalsgaard, Inger	Université technique du Danemark
Davies, Robert	Université de Glasgow
Purcell, Maureen	U.S. Geological Survey
Stevenson, Roselynn	Université de Guelph
St-Hilaire, Sophie	Collège vétérinaire de l'Atlantique, Université de l'Île-du-Prince-Édouard

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 6 au 8 novembre 2018 sur l'évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser en raison du transfert de bactéries causant des infections systémiques provenant de fermes d'élevage 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](#).

- Almendras, F. E., Fuentealba, I. C., Jones, S. R. M., Markham, F. and Spangler, E. 1997. Experimental infection and horizontal transmission of *Piscirickettsia salmonis* in freshwater-raised Atlantic salmon, *Salmo salar* L. J. Fish Dis. 20(6): 409-418.
- Brocklebank, J. R., Evelyn, T. P., Speare, D. J. and Armstrong, R. D. 1993. Rickettsial septicemia in farmed Atlantic and Chinook salmon in British Columbia: clinical presentation and experimental transmission. Can. Vet. J. 34(12): 745-748.
- Brocklebank, J. R., Speare, D. J., Armstrong, R. D. and Evelyn, T. 1992. Septicemia suspected to be caused by a rickettsia-like agent in farmed Atlantic salmon. Can. Vet. J. 33: 407-408.
- Chandler, P. C., Foreman, M. G. G., Ouellet, M., Mimeault, C. et Wade, J. 2017. [Conditions océanographiques et environnementales de la région des îles Discovery de la Colombie-Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2017/071. viii + 51 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.
- Cvitanich, J. D., Garate, O. N. and Smith, C. E. 1991. The isolation of a rickettsia-like organism causing disease and mortality in Chilean salmonids and its confirmation by Koch's postulate. J. Fish Dis. 14: 121-145.
- Freshwater, C., Trudel, M., Beacham, T. D., Grant, S. C. H., Johnson, S. C., Neville, C. E. M., Tucker, S. and Juanes, F. 2017. Effects of density during freshwater and early marine rearing on juvenile sockeye salmon size, growth, and migration. Mar. Ecol. Prog. Ser. 579: 97-110.
- Garces, L. H., Larenas, J. J., Smith, P. A., Sandino, S., Lannan, C. N. and Fryer, J. L. 1991. Infectivity of a rickettsia isolated from coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. Dis. Aquat. Org. 11(2): 93-97.

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale
nationale**

- Garver, K. A., Mahony, A. A. M., Stucchi, D., Richard, J., Van Woensel, C. and Foreman, M. 2013. Estimation of parameters influencing waterborne transmission of infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) in Atlantic Salmon (*Salmo salar*). PLoS One 8(12): e82296.
- 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. et Trudel, M. 2018. [Résumé de l'écologie du saumon rouge du fleuve Fraser \(*Oncorhynchus nerka*\) visant à éclairer les évaluations du risque de transfert d'agents pathogènes dans les îles Discovery, Colombie-Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2017/074. v + 30 p.
- ISO. 2009. Risk management - Risk assessment techniques.
- Jones, S. R. M. 2019. [Caractérisation de la bactérie *Piscirickettsia salmonis* et de la septicémie rickettsienne des salmonidés pour informer les évaluations des risques de transfert d'agents pathogènes en Colombie-Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2019/020. v + 22 p
- Lannan, C. N. and Fryer, J. L. 1994. Extracellular survival of *Piscirickettsia salmonis*. J. Fish Dis. 17: 545-548.
- Mimeault, C., Aubry, P., Wan, D., Wade, J., Boily, F., Jones, S. R. M., Johnson, S., Foreman, M. G. G., Chandler, P., Garver, K. A., Holt, C., Burgetz, I. J. et Parsons, G. J. 2019a. Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie *Aeromonas salmonicida* à partir des fermes de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery (Colombie-Britannique). Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2019/017. Sous presse.
- Mimeault, C., Jones, S. R. M., Wade, J., Aubry, P., Johnson, S., Foreman, M. G. G., Garver, K. A., Holt, C., Boily, F., Burgetz, I. J. et Parsons, G. J. 2019b. Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie *Piscirickettsia salmonis* à partir des fermes de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery (Colombie-Britannique). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/021. 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. et Parsons, G. J. 2017. [Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente le transfert du virus de la nécrose hématopoïétique infectieuse à partir des fermes de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery \(Colombie-Britannique\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 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.
- Neville, C. M., Trudel, M., Beamish, R. J. and Johnson, S. C. 2013. The early marine distribution of juvenile sockeye salmon produced from the extreme low return in 2009 and the extreme high return in 2010. North Pacific Anadromous Fish Commission 9: 65-68.
- Price, D., Ibarra, R., Sanchez, J. and St-Hilaire, S. 2017. A retrospective assessment of the effect of fallowing on piscirickettsiosis in Chile. Aquaculture 473: 400-406.

**Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge
du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie
Piscirickettsia salmonis à partir des fermes de saumon
atlantique situées dans la région des îles Discovery**

**Région de la capitale
nationale**

- 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.
- Rees, E. E., Ibarra, R., Medina, M., Sanchez, J., Jakob, E., Vanderstichel, R. and St-Hilaire, S. 2014. Transmission of *Piscirickettsia salmonis* among salt water salmonid farms in Chile. *Aquaculture* 428-429: 189-194.
- Smith, P. A., Rojas, M. E., Guajardo, A., Contreras, J., Morales, M. A. and Larenas, J. 2004. Experimental infection of coho salmon *Oncorhynchus kisutch* by exposure of skin, gills and intestine with *Piscirickettsia salmonis*. *Dis. Aquat. Org.* 61(1-2): 53-57.
- Vose, D. 2008. Risk analysis: a quantitative guide. 3rd ed. Wiley, Chichester, England. 735 p.
- Wade, J. 2017. [Pratiques en matière de gestion de la santé du saumon de l'Atlantique d'élevage en Colombie-Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2017/072. vi + 55 p.

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

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. Avis découlant de l'évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie *Piscirickettsia salmonis* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery (Colombie-Britannique). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/020.

Also available in English:

*DFO. 2020. Advice from the assessment of the risk to Fraser River Sockeye Salmon due to *Piscirickettsia salmonis* transfer from Atlantic Salmon farms in the Discovery Islands area, British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2019/020.*