



# AVIS DÉCOULANT DE L'ÉVALUATION DU RISQUE POUR LE SAUMON ROUGE DU FLEUVE FRASER ATTRIBUABLE AU TRANSFERT DE LA BACTÉRIE *RENIBACTERIUM SALMONINARUM* À PARTIR DE 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 (photo : MPO).

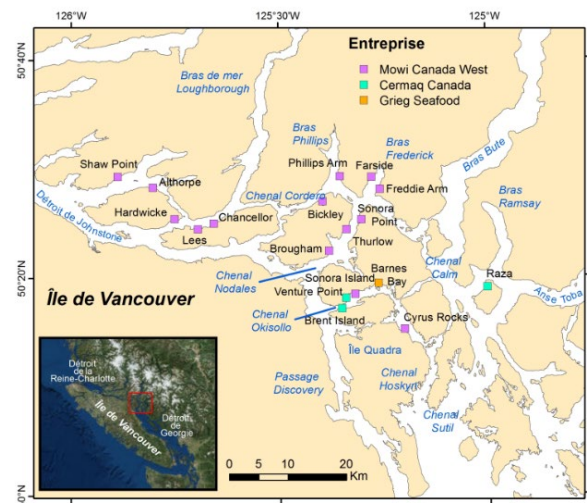


Figure 1. Emplacement des 18 fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery qui ont étéensemencées au moins une fois entre 2010 et 2016.

## Contexte :

Conformément au Programme d'aquaculture durable, Pêches et Océans Canada 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 afin d'évaluer les risques des activités aquacoles pour le poisson sauvage et l'environnement. Les risques liés à chaque facteur de stress environnemental qui sont 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 l'avis du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) sur les risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuables 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 s'inscrit dans le cadre des recommandations

issues du 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 d'élevages piscicoles (Cohen, 2012).

Le présent avis est fourni dans le cadre d'une série d'évaluations du risque de transfert d'agents pathogènes, cette deuxième série mettant l'accent 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. On sait que ces pathogènes bactériens causent des maladies, et ils ont été signalés par l'industrie et diagnostiqués dans le cadre du Programme de vérification et de surveillance de la santé du poisson du MPO dans des fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery. Les risques liés à d'autres agents pathogènes connus également comme causes de 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 du transfert de *Renibacterium salmoninarum*

- L'évaluation a été réalisée à l'aide de données relatives à l'aquaculture et à l'environnement recueillies de 2002 à 2017, fondées sur les pratiques actuelles de gestion de la santé du poisson et tenant compte de renseignements scientifiques pertinents.
- Les conclusions de l'évaluation étaient que la bactérie *R. salmoninarum* issue des fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) exploitées dans la région des îles Discovery constitue un risque minimal pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser (*Oncorhynchus nerka*). Au cours de cette évaluation, les incertitudes ont été mesurées à chaque étape selon une échelle allant d'une incertitude élevée à une certitude élevée (voir les points ci-dessous ainsi que le Tableau 1).
- Deux facteurs principaux ont influé sur l'attribution du risque minimal :
  - Pour ce qui est des probabilités, il a été déterminé qu'il est extrêmement improbable que le saumon rouge du fleuve Fraser soit infecté par des bactéries *R. salmoninarum* provenant de l'une des fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery, selon une échelle d'incertitudes allant d'une certitude élevée à une incertitude raisonnable.
  - Pour ce qui est des conséquences, il a été déterminé que dans le cas très improbable d'une infection du saumon rouge du fleuve Fraser par *R. salmoninarum* en provenance de fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery, une telle infection ne devrait pas se propager chez les populations sauvages du poisson; l'ampleur des conséquences sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser serait donc négligeable. L'incertitude connexe allait d'une incertitude raisonnable à une incertitude élevée.

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

**Région de la capitale nationale**

- Pour ce qui est de l'évaluation de la probabilité globale, comprenant des évaluations distinctes de l'infection à la ferme, de la dissémination, de l'exposition et de l'infection, elle s'est appuyée sur les constatations clés suivantes :
  - *Renibacterium salmoninarum* ou la maladie bactérienne du rein (MBR) ont été détectées dans des fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery.
  - Les saumons rouge, quinnat (*O. tshawytscha*), kéta (*O. keta*), coho, rose (*O. kisutch*) et atlantique sont sensibles aux infections par *R. salmoninarum* et à la MBR.
  - Il y a chevauchement temporel entre le saumon rouge juvénile et adulte du fleuve Fraser en migration et d'autres espèces de saumons du Pacifique désignées sensibles (les saumons coho, quinnat, kéta et rose) relativement à la déclaration de *R. salmoninarum* dans des fermes de la région des îles Discovery.
  - Les concentrations hydriques maximales potentielles de *R. salmoninarum* dans les parcs en filet ont été estimées inférieures de deux ordres de grandeur aux doses infectieuses les plus faibles ayant été signalées pour *R. salmoninarum* chez le saumon quinnat (Rhodes et Mimeault, 2019).
- Incertitude : La certitude dans cette évaluation est limitée par un manque de connaissances au sujet :
  - de la durée de séjour des populations sauvages de saumons du Pacifique juvéniles et adultes à proximité des fermes d'élevage de saumon atlantique et le degré de cette proximité;
  - de la prévalence des saumons atlantiques infectés par *R. salmoninarum* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery;
  - des taux d'excrétion chez les saumons atlantiques d'élevage infectés par *R. salmoninarum*;
  - des doses minimales infectieuses et létales de *R. salmoninarum* chez le saumon rouge;
  - de la proportion de poissons sauvages susceptibles d'être exposés et infectés par des bactéries *R. salmoninarum* introduites d'une ferme d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery;
  - de la mortalité due à la MBR chez le saumon rouge sauvage et d'autres espèces de saumons du Pacifique considérées comme sensibles;
  - des conséquences sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser attribuables aux effets sublétaux de l'infection par *R. salmoninarum*;
  - des conséquences pour les générations subséquentes liés au présence de *R. salmoninarum* chez les populations de reproducteurs.
- Aux fins de l'évaluation du risque, un certain nombre d'hypothèses clés ont été formulées :
  - la détection positive du pathogène dans une ferme d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery est la preuve d'une infection par *R. salmoninarum* dans cette ferme;
  - les saumons atlantiques infectés ont éliminé par excrétion des bactéries *R. salmoninarum* dans le milieu environnant;
  - la dose infectieuse et le temps d'exposition minimaux pour le saumon quinnat ont été utilisés comme approximations de la dose infectieuse et du temps d'exposition minimaux pour le saumon rouge;
  - les pratiques de gestion actuelles sont suivies et seront maintenues, y compris le prélèvement des géniteurs, la surveillance pour fins de détection précoce et les mesures de biosécurité.

De plus, l'évaluation des risques a été éclairée par un résumé de l'état actuel des connaissances au sujet de *R. salmoninarum* et de la MBR (Rhodes et Mimeault, 2019), dont les éléments les plus pertinents sont résumés ci-dessous.

### Caractérisation de *Renibacterium salmoninarum* et de la maladie bactérienne du rein (MBR)

- L'infection par *R. salmoninarum* peut entraîner le développement de la MBR chez plusieurs espèces de salmonidés.
- Le saumon rouge, le saumon quinnat et le saumon kéta sont considérés comme étant les plus sensibles à l'infection par *R. salmoninarum*, le saumon coho et le saumon atlantique auraient une sensibilité intermédiaire, et le touladi, la truite brune, l'omble à tête plate, la truite arc-en-ciel et le saumon arc-en-ciel, la sensibilité la moins marquée. Il n'y a pas suffisamment de données pour attribuer des degrés de sensibilité différents aux divers stades du cycle biologique.
- La propagation de *R. salmoninarum* est à la fois horizontale et verticale. Par conséquent, le poisson sensible peut être infecté par contact avec du poisson infecté, de l'eau contaminée ou de l'équipement contaminé, ainsi que par transmission de la femelle à l'ovule.
- La période d'incubation de *R. salmoninarum* chez le saumon quinnat en conditions expérimentales en eau douce va de 80 jours à 12 mois. Aucune étude en immersion en eau de mer n'est disponible.
- Les taux d'excrétion moyens les plus élevés chez les saumons quinnat juvéniles individuels affectés par *R. salmoninarum* ont été estimés à  $6,5 \times 10^6$  et à  $3,1 \times 10^6$  cellules par poisson, par heure, à 8 °C et à 12 °C respectivement (Purcell *et al.*, 2016).
- Les doses infectieuses ou létales minimales de *R. salmoninarum* chez le saumon rouge n'ont pas été établies.
- Chez les alevins du saumon quinnat en eau douce, la plus faible concentration de *R. salmoninarum* ayant causé une infection est de  $7 \times 10^8$  cellules/m<sup>3</sup> lorsqu'exposés pendant 24 h; la concentration la plus faible qui cause la mortalité est de  $3 \times 10^{10}$  cellules/m<sup>3</sup> lorsqu'exposés pendant 15 min.
- On a signalé des cas de MBR chez des salmonidés sauvages.
- La survie de *R. salmoninarum* dans le milieu marin varie selon la température et la disponibilité des nutriments. Il a été constaté que *R. salmoninarum* survit dans l'eau de mer non traitée pendant 7 jours à 10 °C, mais que sa viabilité a été réduite à 1 % après 24 heures et demeurerait à ce nombre.

## INTRODUCTION

La présente évaluation du risque a été réalisée 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, 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](#). Les évaluations des risques réalisées dans le cadre de l'Initiative ne prennent pas toutes en compte les considérations socioéconomiques.

Le présent avis scientifique fait partie d'une série de quatre documents résumant l'avis consensuel formulé et évalué pendant la réunion d'examen scientifique par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS), ayant eu lieu du 6 au 8 novembre 2018. Des experts scientifiques nationaux et internationaux étaient présents. L'information et les connaissances scientifiques actuelles sur *R. salmoninarum* et la MBR ainsi que l'ébauche de l'évaluation des risques ont été présentées dans les documents suivants :

- Caractérisation de la bactérie *Renibacterium salmoninarum* et de la maladie bactérienne du rein pour informer les évaluations des risques de transfert d'agents pathogènes en Colombie-Britannique (Rhodes et Mimeault, 2019);
- Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de *Renibacterium salmoninarum* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery (Colombie-Britannique) (Mimeault *et al.*, 2019).

Les deux documents de recherche à l'appui ont été examinés et utilisés en vue des 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 attribuable au transfert de bactéries *R. salmoninarum* à partir de fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery.
- Examiner et évaluer les incertitudes liées à l'estimation des risques 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 attribuables au transfert de *R. salmoninarum* à partir de fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery.

## **ANALYSE**

### **Caractérisation de la bactérie *Renibacterium salmoninarum* et de la maladie bactérienne du rein (MBR)**

La maladie bactérienne du rein (MBR) est une maladie mondiale affectant les salmonidés, qui est causée par la bactérie *R. salmoninarum* et peut être présente dans les milieux marins et d'eau douce. La MBR peut avoir un tableau clinique ou subclinique chez le poisson infecté et présenter toute une gamme de manifestations différentes allant de graves à chroniques. Elle est considérée comme endémique au Canada, et il s'agit d'une maladie à déclaration obligatoire annuelle à l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Pour ce qui est du saumon rouge, *R. salmoninarum* a été détectée dans 6 % (25/402) des poissons pêchés dans les eaux côtières au large des côtes de la C.-B. (Kent *et al.*, 1998); dans 0 % (0/1 530) des saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser ayant été pêchés dans le détroit de Georgie, les îles Discovery et le détroit de Johnstone en mai et juin de 2010 à 2012 (Mahony *et al.*, 2017); et dans 1 % à 89 % des saumons rouges du fleuve Fraser durant le frai, selon l'année et le stock (Mahony *et al.*, 2017).

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

**Région de la capitale nationale**

Selon les études comparatives portant sur la morbidité et la mortalité causées par *R. salmoninarum* chez les salmonidés, on peut penser que le saumon rouge, le saumon quinnat et le saumon kéta sont des espèces plus sensibles à la bactérie; que le saumon coho et le saumon atlantique y sont moyennement sensibles; et que le touladi (*Salvelinus namaycush*), la truite brune (*S. trutta*), l'omble à tête plate (*S. confluentus*) ainsi que la truite arc-en-ciel (*O. mykiss*) y sont moins sensibles (voir résumé dans Rhodes et Mimeault (2019)).

Les taux d'excrétion des bactéries chez les saumons atlantiques et saumons rouges qui sont infectés par *R. salmoninarum* ou en sont malades sont inconnus. Deux études font état de l'excrétion de *R. salmoninarum* chez le saumon quinnat en eau douce (McKibben et Pascho, 1999; Purcell *et al.*, 2016). Sur la base de ces études, les taux d'excrétion moyens estimés les plus élevés allaient de  $2,1 \times 10^5$  (27 g de poisson) à  $6,5 \times 10^6$  cellules par poisson, par heure, à 8 °C, et de  $3,1 \times 10^6$  cellules par poisson, par heure, à 12 °C dans le poisson fortement infecté (5 g) (voir Rhodes et Mimeault (2019) pour obtenir plus de détails). Il a également été constaté que le saumon et la truite subcliniquement infectés éliminaient la bactérie (Balfry *et al.*, 1996; Griffiths *et al.*, 1998); les taux d'excrétion chez les poissons infectés subcliniquement n'ont pas été signalés.

Les doses infectieuses ou létales minimales de *R. salmoninarum* chez le saumon rouge n'ont pas été établies. Toutefois, la plus faible concentration qui aurait causé de l'infection et de la mortalité chez le saumon quinnat en conditions de laboratoire a été utilisée comme donnée de substitution pour la dose infectieuse minimale dans l'évaluation des risques pour le saumon rouge. La plus faible concentration signalée de *R. salmoninarum* ayant causé une infection chez le saumon quinnat (poids non disponible) en eau douce a été de  $7 \times 10^2$  cellules/mL pendant 24 h (Elliott et Pascho (1995), cité dans McKibben et Pascho (1999)). La dose la plus faible de bactéries *R. salmoninarum* causant une infection et la mortalité chez le saumon quinnat (de 48 à 49 g) immergé pendant 15 minutes dans de l'eau douce était de  $3 \times 10^4$  cellules/mL (Murray *et al.*, 1992). La mortalité totale a atteint 5 % environ 180 jours après le test de provocation (Murray *et al.*, 1992).

Les expériences utilisant des voies d'exposition représentatives de l'exposition naturelle (c.-à-d. immersion ou cohabitation) se limitent au milieu d'eau douce. Or, aucune étude de ce genre n'a été menée sur le saumon rouge ou le saumon atlantique. À partir des résultats d'une étude menée sur le saumon quinnat (de 48 à 49 g), la première mortalité détectée à la dose la plus faible (soit de  $3 \times 10^4$  cellules/mL pendant 15 min) est survenue 85 jours après l'exposition. La mortalité cumulative dans cette expérience a atteint 5 % à l'étape de 180 jours après l'exposition, et 15 % après 350 jours (Murray *et al.*, 1992); cela indique la période d'incubation, c.-à-d. le temps écoulé entre l'infection initiale et l'apparition des symptômes de la maladie.

La propagation de *R. salmoninarum* peut être horizontale et verticale. La propagation horizontale peut poser un risque d'infection à n'importe quelle étape après l'éclosion (Balfry *et al.*, 1996). Il existe des preuves de propagation horizontale liée à la densité chez les populations en liberté de saumon quinnat juvénile au cours des 6 premiers mois suivant la migration annuelle vers la mer (Rhodes *et al.*, 2006; Rhodes *et al.*, 2011). La propagation verticale quant à elle peut survenir à presque toutes les étapes du développement de l'ovule, lorsque l'embryon y est infecté.

La survie de *R. salmoninarum* dans le milieu marin varie et dépend de la température, de la disponibilité des nutriments et de la concentration initiale (Balfry *et al.*, 1996). On a constaté que la concentration initiale de bactéries *R. salmoninarum* de  $5 \times 10^6$  cfu/mL (cellules souches

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

**Région de la capitale nationale**

unipotentes [cfu] par millilitre) par poisson, par heure, survivait au séjour dans l'eau de mer non traitée pendant 7 jours à 10 °C. La viabilité était réduite à environ 40 % après 8 heures, et à environ 1 % après 24 heures; elle est demeurée supérieure à 1 % à 7 jours (Balfry *et al.*, 1996).

Il a été démontré que le vaccin Renogen® réduit les mortalités liées à la MBR chez le saumon atlantique au cours d'essais à grande échelle (Salonius *et al.*, 2005). On a prouvé aussi que ce vaccin pouvait limiter la propagation horizontale de *R. salmoninarum* en limitant l'excrétion de l'agent pathogène chez le saumon atlantique (Griffiths *et al.*, 1998). Onze semaines après l'infection, *R. salmoninarum* a été détecté par PCR dans l'eau du réservoir du groupe témoin non vacciné, mais non dans les réservoirs des groupes vaccinés (Griffiths *et al.*, 1998).

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

Les données sur l'occurrence de la MBR dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en C.-B. ont été tirées des rapports sur les Événements liés à la santé du poisson (ESP), le Programme de vérification et de surveillance de la santé du poisson (PVSSP) et les événements de mortalité. Voir Wade (2017) pour obtenir plus de détails au sujet de ces sources de données. Des données supplémentaires sur la santé du poisson et les paramètres environnementaux ont également été inclus dans l'analyse. Voir Wade (2017) pour obtenir plus de détails au sujet de ces sources de données. Des données supplémentaires sur la santé du poisson et les paramètres environnementaux ont également été incluses dans l'analyse.

Entre 2002 et la fin de 2017, un total de 57 ESP attribués à la MBR ont été signalés dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique. Entre 2002 et la fin de 2016, il y a eu au total 49 diagnostics de MBR au niveau des fermes à partir des données de vérification en C.-B., dont 13 dans les fermes de la région des îles Discovery. Depuis 2015, la majeure partie du saumon atlantique d'élevage de la région des îles Discovery a été vaccinée.

### **Évaluation du risque du transfert de *Renibacterium salmoninarum***

Mimeault *et al.* (2019) ont fourni l'évaluation complète des risques pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser attribuables au transfert de bactéries *R. salmoninarum* à partir de fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery de la Colombie-Britannique. Nous avons évalué les risques 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 appuyer l'évaluation des risques du transfert de *R. salmoninarum* 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), ainsi que d'autres pratiques industrielles volontaires (p. ex. vaccination et surveillance additionnelle, mise à l'essai).

### **Modèle conceptuel**

L'évaluation des risques a été réalisée en trois grandes étapes, qui sont décrites à la Figure 2, soit l'évaluation de la probabilité, l'évaluation des conséquences et de l'estimation des risques.



## ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ

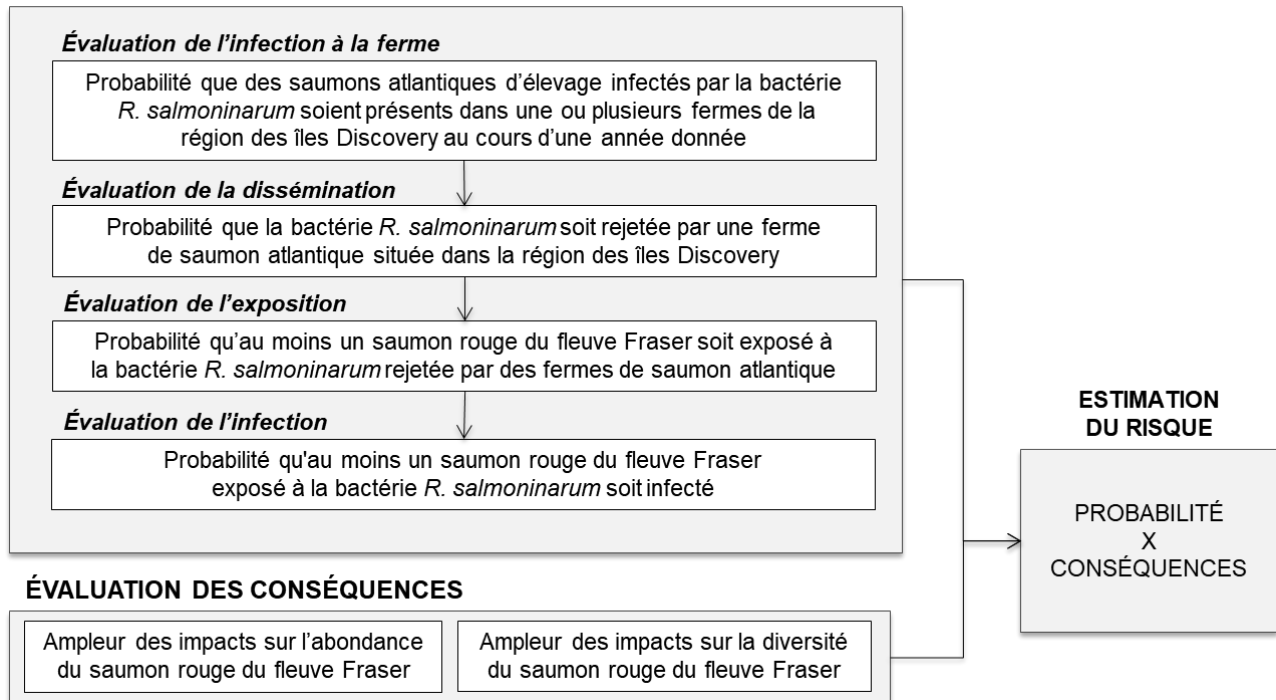


Figure 2. Modèle conceptuel pour l'évaluation du risque du transfert de bactéries *Renibacterium salmoninarum* à partir de fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique.

### Évaluation de la probabilité

L'évaluation de la probabilité a été réalisée suivant quatre étapes séquentielles : l'évaluation des infections 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 atlantique sont suivies et seront maintenues. Les principales considérations et conclusions de chacune des étapes sont présentées ici.

#### Évaluation de l'infection à la ferme

Les résultats de la surveillance et du dépistage de l'industrie (2011–2017), le Programme de vérification et de surveillance de la santé des poissons (2002–2016), les ESP (2002–2017), ainsi que les événements de mortalité (2011–2017) démontrent la présence de *R. salmoninarum* ou de la MBR dans un total de 17 fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery et dans au moins une ferme, chaque année entre 2002 et 2017.

Étant donné cette preuve de la présence de *R. salmoninarum* ou de cas de MBR dans au moins une ferme à chaque année allant de 2002 à 2017, on en a conclu avec une certitude raisonnable qu'il est très probable que des saumons atlantiques infectés par *R. salmoninarum* soient présents dans au moins une des fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery qui sont exploitées selon les pratiques aquicoles en vigueur.



### *Évaluation de la dissémination*

L'évaluation de la dissémination a permis de déterminer la probabilité que toute bactérie *R. salmoninarum* soit introduite, à partir d'une ferme d'élevage de saumon atlantique infectée située dans la région des îles Discovery, dans un environnement accessible aux populations de poissons sauvages. Deux voies d'introduction possibles ont été examinées : 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).

Étant donné la preuve que le saumon atlantique et le saumon quinnat infectés rejettent par leurs excréments la bactérie *R. salmoninarum* dans le milieu environnant (Griffiths *et al.*, 1998), et étant donné que le saumon atlantique est élevé dans des parcs en filet, il en a été conclu avec une certitude élevée que la probabilité de dissémination dans l'environnement de la bactérie par du saumon atlantique infecté était extrêmement probable compte tenu des pratiques de gestion actuelles.

Étant donné que les pratiques de biosécurité pertinentes font partie des exigences de permis et sont précisées dans les plans de gestion de la santé des salmonidés et les PON connexes, ainsi que les faibles niveaux de lacunes opérationnelles qui pourraient affecter la santé des poissons, on a pu conclure avec une certitude raisonnable que la probabilité d'introduction par des vecteurs ou des vecteurs passifs était improbable dans les pratiques actuelles de gestion de la santé du poisson.

On a déterminé la probabilité globale de la dissémination de la bactérie en considérant les voies d'introduction les plus probables. Il est donc extrêmement probable que *R. salmoninarum* se disséminerait à partir d'une ferme d'élevage de saumon atlantique si celle-ci devenait 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 à *R. salmoninarum* au cours d'une année donnée, en supposant que cette bactérie ait été introduite par au moins une ferme d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery.

Trois groupes d'exposition ont été pris en compte, soit les saumons rouges juvéniles et adultes du fleuve Fraser, et d'autres espèces de saumons du Pacifique sensibles à l'infection (saumon quinnat, saumon kéta, saumon coho et saumon rose) qui sont présentes dans la région des îles Discovery, et une voie d'exposition (hydrique).

L'évaluation de l'exposition a permis de déterminer si les infections causées dans les fermes par *R. salmoninarum* survenaient durant la même période que celle où l'on sait que les autres espèces saumon du Pacifique sensibles se trouvent dans la région des îles Discovery.

*Renibacterium salmoninarum* a été signalée dans au moins une ferme d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery à tous les mois de l'année. Toutefois, il n'a été fait état d'aucun événement de mortalité (2011–2017) attribuable à la MBR dans la région des îles Discovery.

Les saumons rouges juvéniles de type lacustre du fleuve Fraser migrent à travers la région des îles Discovery de la mi-mai à la mi-juillet environ, tandis que les adultes de la même espèce y migrent au retour aux alentours de la fin juin jusqu'au début octobre (examiné dans Grant *et al.* (2018)). Pour prendre en compte les variations annuelles du moment de la migration, on a

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

**Région de la capitale nationale**

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, il a été supposé que des saumons rouges adultes pourraient être présents dans cette région du début juin à la fin octobre. D'autres espèces de saumons du Pacifique sensibles se trouvent dans la région des îles Discovery entre la mi-mars et le mois d'octobre (Zetterberg et Carter, 2010; Zetterberg *et al.*, 2012). Le saumon quinnat peut habiter cette région toute l'année (Zetterberg et Carter, 2010; Zetterberg *et al.*, 2012). Par conséquent, il pourrait y avoir un chevauchement temporel entre la dissémination de *R. salmoninarum* à partir de fermes d'élevage de saumon atlantique infectées et la présence de tous les groupes exposés dans la région des îles Discovery.

Sur les 16 années depuis 2002 au cours desquelles des preuves de la présence de *R. salmoninarum* ou de la MBR ont été enregistrées dans les fermes, pendant 11 ans ces signalements ont été faits au cours des mois où il est prévu que des saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser soient présents dans la région des îles Discovery. Au cours de 13 de ces 16 années, *R. salmoninarum* ou la MBR ont été signalées durant les mois où il est prévu que des saumons rouges adultes du fleuve Fraser soient présents dans cette même région.

Vu le chevauchement temporel avec les signalements de *R. salmoninarum* dans les fermes, on en a conclu avec une certitude raisonnable qu'il est très probable qu'au moins un jeune ou adulte du saumon rouge du fleuve Fraser soit exposé à des bactéries *R. salmoninarum* disséminées par une ou plusieurs fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery.

*Renibacterium salmoninarum* ou la MBR ont été signalées durant tous les mois de l'année (2002–2018) au cours desquels les saumons quinnat, kéta et coho peuvent être présents en même temps qu'une ferme d'élevage de saumon atlantique se trouve infectée.

Comme on connaît moins bien les tendances en matière de migration et de répartition dans la région des îles Discovery des espèces de saumons du Pacifique autres que le saumon rouge du fleuve Fraser, on en a conclu avec une incertitude raisonnable qu'il est extrêmement probable qu'au moins un individu des autres espèces saumon du Pacifique sensibles autre que le saumon rouge du fleuve Fraser soit exposé à des bactéries *R. salmoninarum* provenant des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery.

#### *Évaluation de l'infection*

L'évaluation de l'infection a permis d'établir la probabilité qu'au moins un poisson sauvage d'une espèce sensible à *R. salmoninarum* devienne infecté, en supposant qu'au moins un individu sauvage sensible ait été exposé à la bactérie introduite par une ou plusieurs des fermes d'élevage de saumon atlantique qui sont exploitées dans la région des îles Discovery.

La durée de l'exposition aux rejets des fermes d'élevage de saumon atlantique n'est pas connue. Une récente étude de télémétrie (Rechisky *et al.*, 2018) a fait état d'observations portant sur des saumons rouges marqués suggérant des interactions transitoires avec les infrastructures aquicoles. En outre, Mimeault *et al.* (2017) ont utilisé l'information sur le moment de la migration ainsi que des estimations de la vitesse et de la distance de celle-ci pour en arriver à la conclusion que les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser pouvaient venir à proximité de fermes d'élevage de saumon atlantique pendant trois à huit jours durant leur migration dans la région des îles Discovery.

On a calculé les estimations de la concentration de bactéries *R. salmoninarum* éliminées par excrétion par le saumon atlantique infecté en utilisant les valeurs suivantes : les taux de

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

**Région de la capitale nationale**

prévalence estimés (3 % d'après une enquête auprès de vétérinaires de l'industrie [BC Centre for Aquatic Health Sciences (2010); un taux d'excrétion (soit  $6,5 \times 10^6$  cellules par poisson, par heure) issu d'études en laboratoire portant sur le saumon quinnat juvénile fortement infecté (Purcell *et al.* (2016)); la constante estimée de la décroissance bactérienne (2,3/jour); le nombre moyen de poissons par ferme (514 000) (données fournies par Gestion de l'aquaculture du MPO); le volume aquicole moyen ( $195\,000\text{ m}^3$ ) dans la région des îles Discovery (Mimeault *et al.*, 2017). Selon les calculs décrits dans l'évaluation des risques (Mimeault *et al.*, 2019), après 24 heures d'un taux d'excrétion constant, la concentration hydrique a pu être estimée à  $1,2 \times 10^7$  cellules/ $\text{m}^3$ . On considère qu'il s'agit là d'une surestimation représentant le pire des scénarios, car ni la décroissance bactérienne ni de la dispersion hydrodynamique ne sont prises en compte.

En appliquant la constante de décroissance calculée (soit de 2,3 par jour dans l'eau de mer), la concentration hydrique maximum de *R. salmoninarum* dans une ferme de saumon atlantique de taille moyenne a été estimée à  $5,6 \times 10^5$  cellules/ $\text{m}^3$ , sans tenir compte de la dispersion hydrodynamique.

Cette concentration estimative est environ 125 fois inférieure à la concentration infectieuse à 24 heures (soit de  $7 \times 10^8$  cellules/ $\text{m}^3$ ) chez le saumon quinnat (Elliott et Pascho (1995)), ce qui constitue la plus faible dose infectieuse signalée dans un saumon du Pacifique. La plus faible dose létale de *R. salmoninarum* signalée chez le saumon quinnat est de  $3 \times 10^{10}$  cellules/ $\text{m}^3$ . Dans Rhodes et Mimeault (en préparation), les espèces sensibles ont été classées comme suit : le saumon rouge, le saumon quinnat et le saumon kéta (*O. keta*) représentant les espèces les plus sensibles, le saumon coho (*O. kisutch*) et le saumon atlantique présentant une sensibilité intermédiaire, et le touladi (*Salvelinus namaycush*), la truite brune (*S. trutta*), l'omble à tête plate (*S. confluentus*) et la truite arc-en-ciel (*O. mykiss*) étant les espèces les moins sensibles. Comme la concentration hydrique estimative de *R. salmoninarum* dans les fermes de saumon atlantique est environ 125 fois plus faible que la dose la plus faible signalée comme cause d'infection chez le saumon quinnat, on en a conclu avec une incertitude raisonnable qu'il était extrêmement improbable qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser devienne infecté par la bactérie *R. salmoninarum* disséminée à partir d'une ou de plusieurs fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery, par exposition hydrique.

#### *Évaluation de la probabilité globale*

Le Tableau1 résume l'évaluation de la probabilité. On en a conclu qu'il était extrêmement improbable que les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery rejettent *R. salmoninarum* dans un environnement et exposent ainsi le saumon rouge du fleuve Fraser et d'autres espèces sensibles à une concentration bactérienne et pendant une période suffisante pour causer infection et maladie chez tous les groupes exposés. Voir Mimeault *et al.* (2019) pour obtenir plus de détails sur la combinaison des différents rangs de probabilité.

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

Tableau 1. Résumé des classements de probabilité et d'incertitude pour l'évaluation de la probabilité dans le cadre de l'évaluation des risques liés à *Renibacterium salmoninarum*. Les estimations sont indiquées dans les cellules blanches et les résultats combinés concernant la probabilité sont indiqués dans les cellules ombrées de la colonne « Classement ».

Étape		Classement		
Évaluation de l'infection à la ferme	Probabilité (incertitude)	Très probable (certitude raisonnable)		
Évaluation de la dissémination	Voies de dissémination	Saumon atlantique d'élevage	Vecteurs mécaniques et vecteurs passifs	
	Probabilité de dissémination	Extrêmement probable (certitude élevée)	Improbable (certitude raisonnable)	
	Probabilités combinées de dissémination	Extrêmement probable		
Évaluations de l'exposition et de l'infection	Groupes d'exposition	Saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser	Saumons rouges adultes du fleuve Fraser	Autres espèces de saumons du Pacifique sensible
	Probabilité d'exposition	Très probable (certitude raisonnable)	Très probable (certitude raisonnable)	Extrêmement probable (incertitude raisonnable)
	Probabilité d'infection	Extrêmement improbable (incertitude raisonnable)	Extrêmement improbable (incertitude raisonnable)	Extrêmement improbable (incertitude raisonnable)
Probabilités combinées d'exposition et d'infection pour chaque groupe d'exposition		Extrêmement improbable	Extrêmement improbable	Extrêmement improbable
Probabilités combinées (infection à la ferme, dissémination, exposition et infection) pour chaque groupe d'exposition		Extrêmement improbable	Extrêmement improbable	Extrêmement improbable

### Évaluation des conséquences

L'évaluation des conséquences a permis de déterminer l'ampleur potentielle des répercussions sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser, en supposant qu'au moins un saumon rouge du fleuve Fraser a été infecté par des bactéries *R. salmoninarum* provenant de fermes d'élevage de saumon atlantique infectées de la région des îles Discovery.

D'après l'évaluation de la probabilité, il a été établi comme étant très probable que des saumons atlantiques infectés par *R. salmoninarum* soient présents dans quatre fermes de la région des îles Discovery au cours d'une année donnée. L'évaluation de la probabilité a également permis de conclure qu'il était extrêmement improbable que les saumons rouges du fleuve Fraser, adultes ou juvéniles, deviennent infectés.

La Figure 3 donne les résultats potentiels de l'infection d'au moins un poisson sauvage d'une espèce qui y est sensible par les bactéries de *R. salmoninarum* provenant de fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery.

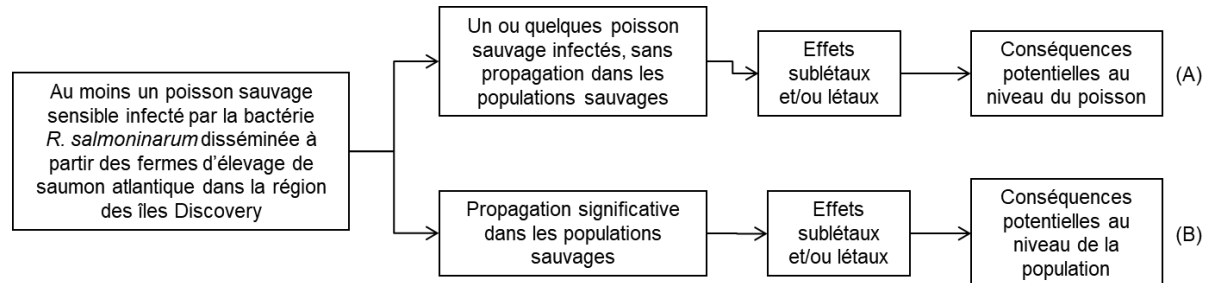


Figure 3. Résultats potentiels découlant de l'infection d'au moins un poisson sauvage d'une espèce qui y est sensible par les bactéries de *Renibacterium salmoninarum* introduites par des fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery.

Après l'exposition du saumon rouge du fleuve Fraser à au moins une ferme d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery qui était infectée par *R. salmoninarum*, et en utilisant une estimation du temps jusqu'au développement de la maladie aiguë de 80 jours (saumon quinnat, (Murray *et al.*, 1992)), on s'attendrait à ce que tout saumon rouge juvénile du fleuve Fraser ayant été exposé montre des signes d'infection par *R. salmoninarum* une fois arrivé en pleine mer.

Le potentiel de propagation de l'infection dans la population dépend de la probabilité que des individus sensibles entrent en contact avec un individu infectieux. Ce lien est tributaire, entre autres facteurs, de la densité des populations. Il n'existe pas de données expérimentales sur la densité de la population de poissons sauvages durant l'épizootie de la MBR. Dans une ferme d'élevage de saumon atlantique au cours d'un ESP, soit la MBR, la mortalité quotidienne se révèle très faible (de 0,01 à 0,04 %) pendant une période de plusieurs mois. Ceci laisse supposer une propagation limitée à de telles valeurs de densité (supérieures à celles estimées pour le saumon rouge en pleine mer). Par conséquent, si un ou quelques poissons deviennent infectés, avec propagation limitée au sein de la population, les effets sublétaux ou létaux peuvent entraîner des conséquences au niveau du poisson (voie A).

On en a conclu qu'il était extrêmement improbable que les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser qui sont exposés à des concentrations estimées de *R. salmoninarum* provenant de fermes d'élevage de saumon atlantique dont 3 % de la population aquicole se trouve atteinte par cette bactérie, deviennent à leur tour infectés au point où cette infection se propagerait et s'établirait au sein de leur population. Il en est conclu ainsi que l'ampleur potentielle des conséquences sur l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser serait négligeable. En raison du recours aux données de substitution, cette conclusion a pu être tirée avec un degré d'incertitude raisonnable.

Il s'écoule environ un mois entre l'exposition et le frai du saumon rouge adulte du fleuve Fraser qui s'est trouvé exposé à une ou plusieurs fermes d'élevage de saumon atlantique contenant des poissons infectés par *R. salmoninarum* dans la région des îles Discovery. Étant donné que le temps requis entre l'exposition à une faible concentration de *R. salmoninarum* provenant de fermes infectées et le frai ne sera probablement pas assez long pour permettre le

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

Région de la capitale nationale

développement de la maladie chez le saumon rouge adulte du fleuve Fraser, il a été établi que l'ampleur potentielle des conséquences sur l'abondance de cette espèce dans le fleuve Fraser serait négligeable. Nous en sommes arrivés à cette conclusion avec un degré d'incertitude raisonnable en raison du recours à des données de substitution pour la période d'incubation.

Étant donné que l'ampleur directe des conséquences chez le saumon rouge du fleuve Fraser a été jugée négligeable et qu'il n'y a aucune preuve que les conséquences indirectes seraient plus importantes que celles directes, il en a été conclu avec un degré d'incertitude élevé que l'ampleur potentielle de ces conséquences indirectes sur l'abondance et la diversité de l'espèce dans le fleuve Fraser découlant d'une infection par *R. salmoninarum* des autres espèces saumon du Pacifique sensibles attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery serait négligeable.

Les répercussions sur la diversité ont été envisagées en fonction d'une conséquence négligeable sur l'abondance (c.-à-d. une réduction de <1 % du retour des saumons rouges adultes du fleuve Fraser). Par conséquent, l'effet cumulatif des années successives d'exposition aux bactéries *R. salmoninarum* d'origine aquicole sera également négligeable.

**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. La catégorisation des risques suivant le barème minimal, modéré et élevé a été établie et définie en collaboration avec les secteurs des sciences des écosystèmes et des océans et de la gestion des pêches du MPO (Mimeault *et al.*, 2017). Elle s'aligne sur les échelles des conséquences qui sont pertinentes aux fins de la gestion et du cadre politique des pêches, des politiques existantes et de la tolérance au risque en matière de gestion actuelle, dans la mesure où sont visées les évaluations des risques.

Selon les pratiques actuelles de gestion de la santé des poissons, le risque pour l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser par suite d'une infection par des bactéries *R. salmoninarum* provenant de fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery demeure minime (Figure 4).

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

Figure 4. Matrice du risque pour la combinaison des résultats de l'évaluation de la probabilité d'infection du poisson sauvage par *Renibacterium salmoninarum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery, et ampleur des conséquences sur l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser. Les couleurs vert, jaune et rouge représentent respectivement un risque minimal, modéré et élevé. Le X indique l'estimation du risque.

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

**Région de la capitale nationale**

Selon les pratiques actuelles de gestion de la santé des poissons, le risque pour la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser par suite d'une infection par *R. salmoninarum* qui serait attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery demeure minime (Figure 5).

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

Figure 5. Matrice du risque pour combiner les résultats de l'évaluation de la probabilité d'infection du poisson sauvage par *Renibacterium salmoninarum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery, et ampleur des conséquences sur la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser. Les couleurs vert, jaune et rouge représentent respectivement un risque minimal, modéré et élevé. Le X indique l'estimation du risque.

### Sources d'incertitude

L'incertitude demeure dans les évaluations de la probabilité et des conséquences. L'incertitude totale comprend à la fois la variabilité, qui est fonction du système et qui est non réductible par des mesures additionnelles, et le manque de connaissances, qui est réductible au moyen 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 :

- le manque d'information sur la prévalence du saumon atlantique infecté par *R. salmoninarum* dans les fermes de la région des îles Discovery et la nécessité conséquente du recours à l'opinion d'experts recueillie lors d'une enquête auprès de professionnels de la santé du poisson afin d'estimer la prévalence de la MBR dans les élevages de saumon atlantique;
- le manque d'information sur les taux d'excrétion chez les sujets porteurs de *R. salmoninarum* parmi les saumons atlantiques d'élevage qui sont infectés et malades;
- le manque d'information sur les doses infectieuses et létales minimales de *R. salmoninarum* chez le saumon rouge;
- la variabilité des voies migratoires précises du saumon rouge du fleuve Fraser dans la région des îles Discovery et les lacunes dans les connaissances connexes;
- le manque de données permettant d'estimer la proportion de la population qui serait exposée et infectée par les bactéries *R. salmoninarum* provenant d'une ferme d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery.



### **Incertitudes de l'évaluation des conséquences**

Les principales incertitudes quant à l'évaluation des conséquences tant pour l'abondance que pour la diversité découlent :

- du manque de connaissances des conséquences au niveau individuel et au niveau de la population résultant d'une infection subclinique par *R. salmoninarum*;
- de l'absence de données sur la mortalité due à la MBR chez les saumons rouges sauvages et d'autres espèces de poissons sauvages qui y sont sensibles;
- de la nécessité de s'appuyer sur les taux de mortalité observés pendant les événements liés à la santé des poissons qui sont attribués à la MBR dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery comme indicateurs des taux de mortalité chez les populations sauvages;
- de l'utilisation de la période d'incubation dans des expériences en laboratoire en eau douce avec le saumon quinnat.

## **CONCLUSIONS**

### **Caractérisation de *Renibacterium salmoninarum* et de la maladie bactérienne du rein (MBR)**

La maladie bactérienne du rein est une maladie des salmonidés présente dans le monde entier qui est causée par la bactérie *R. salmoninarum*. On la trouve dans les milieux marins et d'eau douce. La MBR peut avoir un tableau clinique ou subclinique chez le poisson infecté et sa forme peut varier d'aiguë à chronique. La transmission de *R. salmoninarum* peut être horizontale et verticale. Les poissons symptomatiques et asymptomatiques éliminent la bactérie par excrétion, bien qu'il existe peu de données sur les taux d'excrétion chez le saumon quinnat de petite taille qui est très infecté en eau douce, et aucune donnée n'est disponible qui provienne d'autres espèces ou en eau salée. Une sensibilité différentielle des espèces est signalée : le saumon rouge est plus sujet à l'infection que le saumon atlantique.

Les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery en C.-B. ont fréquemment fait état de signes de la présence de *R. salmoninarum* ou de la MBR; toutefois, en raison de facteurs comme le taux de croissance relativement lent de cette bactérie et des pratiques en matière de santé des poissons d'élevages, la prévalence de même que les taux de mortalité quotidienne dans les fermes demeurent très faibles (de 0,01 à 0,04 %).

De l'information importante pour éclairer l'évaluation des risques découle principalement des expériences menées sur le saumon quinnat en eau douce. Cette information comprend des renseignements sur les taux d'excrétion, les doses infectieuses ou létales minimales, la durée de l'exposition et les taux de mortalité. Il n'existe pas de données sur la mortalité liée à l'infection par *R. salmoninarum* chez les poissons sauvages.

### **Évaluation du risque attribuable au transfert de *Renibacterium salmoninarum***

Cette évaluation a permis de conclure que la bactérie *R. salmoninarum* qui est introduite par les activités des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery pose un risque minimal pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser, compte tenu des pratiques actuelles d'aquaculture.

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

**Région de la capitale nationale**

Deux grands facteurs ont influé sur cette attribution du risque minimal. Premièrement, il a été établi qu'il est extrêmement improbable que les saumons dits sensibles soient infectés par des bactéries *R. salmoninarum* introduites par l'une des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery. Deuxièmement, même dans le cas extrêmement improbable où un saumon sauvage d'une espèce sensible du Pacifique serait infecté par *R. salmoninarum*, l'infection ne devrait pas se propager parmi les populations sauvages; ainsi, l'ampleur des conséquences sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser serait négligeable.

L'établissement des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser que représente la bactérie *R. salmoninarum* provenant des fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery comporte de nombreuses sources d'incertitude, particulièrement en ce qui concerne la prévalence réelle dans les fermes d'élevage, l'ampleur des interactions entre les populations de salmonidés sauvages et les fermes de cette région, ainsi que la dynamique des infections à *R. salmoninarum* chez le saumon rouge.

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.

## **AUTRES CONSIDÉRATIONS**

Les impacts à long terme des conditions climatiques changeantes 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 située le long de la route migratoire du saumon rouge du fleuve Fraser qui abrite des fermes d'élevage de saumon atlantique.

Aucune analyse des risques associés à l'infection à plus d'un pathogène n'a été entreprise, mais cette question sera examinée dans le cadre d'une évaluation des risques future.

L'application à l'évaluation des risques d'études en laboratoire menées sur des pathogènes est tributaire des méthodes et de la conception expérimentales, tout particulièrement en ce qui concerne l'établissement des taux d'excrétion et des doses infectieuses et létales minimales.

Cette évaluation des risques est fondée sur la taille et les pratiques actuelles de l'industrie aquacole. S'il y a changements au niveau de la taille ou des pratiques de l'industrie de l'élevage du saumon atlantique dans la région des îles Discovery, ils devraient faire l'objet d'une analyse ou d'un examen plus approfondis dans le cadre de l'estimation des risques.

## **LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION**

<b>Nom</b>	<b>Organisme d'appartenance</b>
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

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

Région de la capitale nationale

<b>Nom</b>	<b>Organisme d'appartenance</b>
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

(commentaires seulement) :

<b>Nom</b>	<b>Organisme d'appartenance</b>
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](#).

- Balfry, S. K., Albright, L. J. et Evelyn, T. P. T. 1996. Horizontal transfer of *Renibacterium salmoninarum* among farmed salmonids via the fecal-oral route. *Dis. Aquat. Org.* 25(1-2): 63-69.
- BC Centre for Aquatic Health Sciences. 2010. Evaluation of bacterial kidney disease (BKD) impacts on the Canadian salmon aquaculture industry: Final report. Cambell River, BC. 70 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.
- Elliott, D. G. et Pascho, R. J. 1995. Juvenile fish transportation: impact of bacterial kidney disease on survival of spring/summer Chinook salmon stock. 1993 Annual Report for the U.S. Fish & Wildlife Service. U.S. Army Corps of Engineers. Walla Walla, WA, USA.
- 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.
- Griffiths, S. G., Melville, K. J. et Salonius, K. 1998. Reduction of *Renibacterium salmoninarum* culture activity in Atlantic salmon following vaccination with avirulent strains. *Fish Shellfish Immunol.* 8(8): 607-619.
- ISO. 2009. Risk management - Risk assessment techniques. *In* International Standard. IEC/FDIS 31010. 90 p.
- Kent, M. L., Traxler, G. S., Kieser, D., Richard, J., Dawe, S. C., Shaw, R. W., Prosperi-Porta, G., Ketcheson, J. et Evelyn, T. P. T. 1998. Survey of salmonid pathogens in ocean-caught fishes in British Columbia, Canada. *J. Aquat. Anim. Health* 10(2): 211-219.
- Mahony, A. M., Johnson, S. C., Neville, C. M., Thiess, M. E. et Jones, S. R. M. 2017. *Myxobolus arcticus* and *Parvicapsula minibicornis* infections in sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* following downstream migration in British Columbia. *Dis. Aquat. Org.* 126(2): 89-98.
- McKibben, C. L. et Pascho, R. J. 1999. Shedding of *Renibacterium salmoninarum* by infected Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *Dis. Aquat. Org.* 38: 75-79.

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

**Région de la capitale  
nationale**

- Mimeault, C., Wade, J., Boily, F., Johnson, S., Jones, S. R. M., Aubry, P., Malcolm, G., Foreman, M. G. G., Chandler, P. C., Wan, D., Garver, K. A., Holt, C., Burgetz, I. J. et Parsons, G. J. 2019. Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie *Renibacterium salmoninarum* 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. 2019/019. 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.
- Murray, C. B., Evelyn, T. P. T., Beacham, T. D., Barner, L. W., Ketcheson, J. E. et Prospero-Porta, L. 1992. Experimental induction of bacterial kidney disease in chinook salmon by immersion and cohabitation challenges. *Dis. Aquat. Org.* 12(2): 91-96.
- Purcell, M. K., McKibben, C. L., Pearman-Gillman, S., Elliott, D. G. et Winton, J. R. 2016. Effects of temperature on *Renibacterium salmoninarum* infection and transmission potential in Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum). *J. Fish Dis.* 39(7): 787-798.
- Rechisky, E. L., Stevenson, C., Porter, A. D., Welch, D. W., Furey, N. B., Healy, S., Johnston, S. et 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.
- Rhodes, L. D., Durkin, C., Nance, S. L. et Rice, C. A. 2006. Prevalence and analysis of *Renibacterium salmoninarum* infection among juvenile Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* in North Puget Sound. *Dis. Aquat. Org.* 71(3): 179-190.
- Rhodes, L. D. et Mimeault, C. 2019. [Caractérisation de la bactérie \*Renibacterium salmoninarum\* et de la maladie bactérienne du rein pour informer les évaluations des risques de transfert d'agents pathogènes en Colombie Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/018. vii + 52 p.
- Rhodes, L. D., Rice, C. A., Greene, C. M., Teel, D. J., Nance, S. L., Moran, P., Durkin, C. A. et Gezhegne, S. B. 2011. Nearshore ecosystem predictors of a bacterial infection in juvenile Chinook salmon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 432: 161-172.
- Salonius, K., Siderakis, C., MacKinnon, A. M. et Griffiths, S. G. 2005. Use of *Arthrobacter davidanieli* as a live vaccine against *Renibacterium salmoninarum* and *Piscirickettsia salmonis* in salmonids. *Dev. Biol. (Basel)* 121: 189-197.
- Vose, D. 2008. Risk analysis: a quantitative guide. 3rd ed. Wiley, Chichester, England. 735 p.
- Zetterberg, P. R. et Carter, E. W. 2010. Strait of Georgia sport fishery creel survey statistics for salmon and groundfish, 2008. 2929. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* xiv + 123 p.

Zetterberg, P. R., Watson, N. M. et O'Brien, D. S. 2012. Strait of Georgia recreational fishery statistics for salmon and groundfish, 2010. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3000. xii + 106 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](mailto:csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)

Adresse Internet : [www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/](http://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 *Renibacterium salmoninarum* à partir de fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery (Colombie-Britannique). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/019.

*Also available in English:*

DFO. 2020. Advice from the assessment of the risk to Fraser River Sockeye Salmon due to *Renibacterium salmoninarum* transfer from Atlantic Salmon farms in the Discovery Islands area, British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2019/019.