



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



Parc en filet sur la côte de la Colombie-Britannique (photo : MPO).

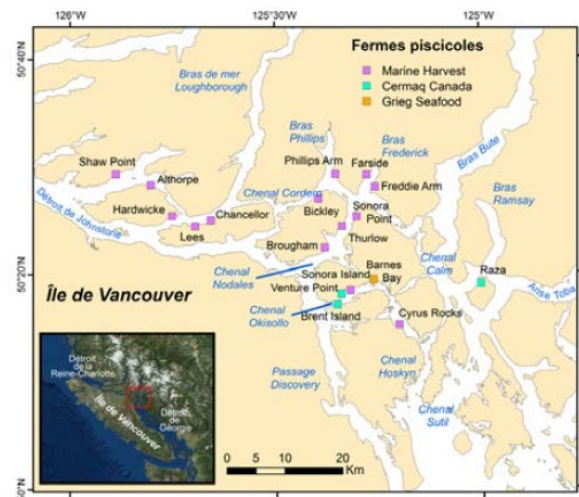


Figure 1. Emplacement des 18 fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery incluses dans la présente évaluation des risques

Contexte

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

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

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

Région de la capitale nationale

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

L'avis sera présenté au moyen d'une série d'évaluations des risques attribuables au transfert d'agents pathogènes; cette huitième évaluation des risques porte sur la bactérie *Tenacibaculum maritimum*. Les risques liés aux autres agents pathogènes connus pour causer également des maladies dans les fermes d'élevage de saumon de 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 nationale d'examen par les pairs qui s'est déroulée du 3 au 5 décembre 2019 sur l'Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser en raison de bactéries causant des lésions érosives provenant d'exploitations de saumon de l'Atlantique situées dans le secteur 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 *Tenacibaculum maritimum*

- Il a été établi que dans le cadre des pratiques d'élevage actuelles, la bactérie *T. maritimum* disséminée à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) exploitées dans la région des îles Discovery présente un risque minimal pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser (*Oncorhynchus nerka*).
- L'évaluation reposait sur des données sur la santé des poissons dans les fermes d'élevage de saumon de 2002 à 2018, et sur l'état actuel des connaissances sur *T. maritimum*, y compris des relevés de données sur la santé des poissons et des études sur le saumon d'élevage et le saumon sauvage en Colombie-Britannique.
- Entre 2002 et 2018, des signes cliniques de la pourriture de la bouche (maladie de la bouche jaune) ont été déclarés 13 années sur 17 dans des fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery dans le cadre du Programme de vérification et de surveillance de la santé des poissons ou d'un événement lié à la santé du poisson.
- La sensibilité du saumon rouge est inconnue; on a donc supposé, pour l'évaluation des risques, que le saumon rouge est vulnérable à l'infection à *T. maritimum*.
- L'évaluation de la probabilité globale a permis de conclure que la probabilité que le saumon rouge du fleuve Fraser soit infecté par la bactérie *T. maritimum* rejetée par les fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery était faible pour les juvéniles et extrêmement faible pour les adultes. Les incertitudes aux différentes étapes variaient d'une incertitude élevée à une forte certitude.
- L'évaluation des conséquences a permis de conclure que l'ampleur potentielle des répercussions sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser est négligeable étant donné que la mortalité attribuable à l'infection à *T. maritimum* provenant des fermes d'élevage de saumon atlantique a été estimée à moins de 1 %. Cette conclusion a été tirée avec une incertitude raisonnable.
- Les principales sources d'incertitude, l'approche adoptée pour aborder chacune d'entre elles et leurs répercussions potentielles sur les résultats/classements et les estimations

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

Région de la capitale nationale

finales des risques ont été incluses dans l'évaluation des risques. Les hypothèses et les estimations les plus prudentes (p. ex. les pires scénarios plausibles) ont été appliquées aux classements/conclusions définitifs dans la mesure du possible.

La présente évaluation du risque s'appuie sur un sommaire de l'état actuel des connaissances sur la bactérie *T. maritimum* et la pourriture de la bouche (Wade et Weber, 2020). Les principaux éléments de cet examen sont résumés ci-après.

Caractérisation de la bactérie *Tenacibaculum maritimum* et de la pourriture de la bouche

- *Tenacibaculum maritimum* a une répartition mondiale. Il s'agit d'un membre naturel de la communauté bactérienne marine. Cette espèce avait été trouvée associée à des poissons (c.-à-d. à la surface des poissons) présentant ou non des signes de maladie. Elle est considérée comme un agent pathogène opportuniste des poissons marins.
- La pourriture de la bouche (maladie de la bouche jaune) est une maladie des salmonidés juvéniles d'élevage en Colombie-Britannique (C.-B.) et dans le nord-ouest du Pacifique aux États-Unis (É.-U.). Les signes cliniques de cette maladie sont des plaques jaunes dans la bouche. Cette maladie est causée par une infection à *T. maritimum*.
- La pourriture de la bouche n'a été signalée pour aucune espèce de saumon sauvage en Colombie-Britannique ou dans l'État de Washington. Cependant, elle a rarement été observée chez le saumon quinnat d'élevage.
- Du matériel génétique de *T. maritimum* a été détecté dans 5 des 2 006 échantillons de saumons rouges sauvages juvéniles du fleuve Fraser. Il convient de noter que cette détection n'indique pas nécessairement une infection ou une maladie.
- La pourriture de la bouche est généralement diagnostiquée chez les saumons atlantiques juvéniles dans les premiers mois suivant leur entrée dans la mer. Aucun cas n'a été diagnostiqué chez les salmonidés d'élevage après la première année en mer.
- Les mécanismes par lesquels les saumons atlantiques juvéniles meurent de l'infection à *T. maritimum* sont inconnus.
- Une expérience en laboratoire a démontré que la bactérie *T. maritimum* responsable de la pourriture de la bouche se transférait d'un poisson à un autre. Toutefois, ni le moment de l'excrétion, ni le taux d'excrétion pendant l'infection n'ont été décrits.
- Il n'existe pas de vaccin commercial contre la bactérie *T. maritimum* chez le saumon atlantique. Le traitement de la pourriture de la bouche constitue la plus importante utilisation d'antimicrobiens par l'industrie salmonicole de la Colombie-Britannique et il s'agit d'un traitement efficace.

INTRODUCTION

Cette évaluation des risques a été menée dans le cadre de l'Initiative des sciences de l'aquaculture pour l'évaluation des risques environnementaux du MPO, mise en œuvre en tant qu'approche structurée pour fournir des avis scientifiques axés sur les risques et ainsi mieux appuyer le développement durable de l'aquaculture au Canada. Les évaluations des risques menées dans le cadre de cette initiative suivent un cadre adapté de cadres d'évaluation des risques internationaux et nationaux (GESAMP, 2008; ISO, 2009; Mandrak *et al.*, 2012). Des

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

Région de la capitale nationale

renseignements détaillés au sujet de l'initiative et du cadre sont disponibles sur la page Web de [l'Initiative des sciences de l'aquaculture pour l'évaluation des risques environnementaux du MPO](#). Les évaluations des risques menées dans le cadre de l'initiative ne tiennent pas compte des considérations socioéconomiques.

Le présent avis scientifique résume 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 3 au 5 décembre 2019 et qui a réuni des experts scientifiques nationaux et internationaux. L'information et les connaissances scientifiques actuelles sur la bactérie *T. maritimum* et la pourriture de la bouche, ainsi que l'évaluation des risques, ont été présentées dans les documents suivants :

- Caractérisation de la bactérie *T. maritimum* et de la pourriture de la bouche pour guider les évaluations des risques de transfert d'agents pathogènes en Colombie-Britannique (Wade et Weber, 2020).
- Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie *T. maritimum* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery (Colombie-Britannique) (Mimeault *et al.*, 2020).

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

- procéder à l'examen des évaluations qualitatives du risque pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser attribuables au transfert de la bactérie *T. maritimum* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery;
- passer en revue les incertitudes liées à l'estimation du risque pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser;
- si les résultats de l'évaluation des risques le justifient, présenter un avis sur les mesures supplémentaires qui permettraient de réduire le risque pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser attribuables au transfert de la bactérie *T. maritimum* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery.

ANALYSE

Caractérisation de la bactérie *Tenacibaculum maritimum* et de la pourriture de la bouche

Le sommaire qui suit met en évidence les principaux aspects de *T. maritimum* et de la pourriture de la bouche pertinents pour l'évaluation des risques; pour plus de détails, consulter Wade et Weber (2020).

Le genre *Tenacibaculum* comprend plusieurs espèces pathogènes pour les poissons marins. À ce jour, trois espèces (*Tenacibaculum dicentrarchi*, *Tenacibaculum finnmarkense* et *T. maritimum*) ont été associées à la ténacibaculose chez le saumon atlantique à l'échelle mondiale. Toutefois, sur la côte du Pacifique de l'Amérique du Nord, la présentation clinique de l'infection à *T. maritimum* chez le saumon atlantique diffère de la ténacibaculose et est appelée « pourriture de la bouche » ou « maladie de la bouche jaune » (résumé dans Frisch *et al.* (2018a)). Le traitement de l'infection à *T. maritimum* est la plus importante utilisation d'antimicrobiens par l'industrie en Colombie-Britannique, car il n'y a pas de vaccin disponible

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

**Région de la capitale
nationale**

sur le marché. La présente analyse porte sur la bactérie *T. maritimum* responsable de la pourriture de la bouche.

Tenacibaculum maritimum (anciennement *Flexibacter maritimus*) est une bactérie aérobie, à gram-négatif, mucilagineuse et filamenteuse (Wakabayashi *et al.*, 1986; Suzuki *et al.*, 2001; Avendaño-Herrera *et al.*, 2006). Chez le saumon atlantique, les signes cliniques de la pourriture de la bouche sont notamment la léthargie, la faiblesse et l'anorexie; certains poissons peuvent nager de façon erratique (*flashing*) ou avoir la tête qui tremble (Kent, 1992). Au début de l'infection, des tapis bactériens jaunes sont présents autour du palais, des dents et du vomer (Kent, 1992). À mesure que la maladie progresse, les poissons développent plusieurs ulcères dans la bouche avec de grands tapis bactériens jaunes (Kent, 1992; Frelier *et al.*, 1994).

Les analyses phylogénétiques des isolats de *T. maritimum* prélevés sur des poissons présentant une pourriture de la bouche clinique ont démontré que dans l'Ouest canadien, les isolats appartiennent à des types de séquence distincts (Frisch *et al.*, 2017), qui se rapprochent le plus de la souche isolée de la lompe norvégienne et d'une souche isolée du saumon atlantique chilien. D'après les résultats de cette étude et d'une analyse précédente de *T. maritimum* par Habib *et al.* (2014), la répartition de ces souches bactériennes pourrait être liée à la température de l'eau de mer.

La pourriture de la bouche a été signalée chez le saumon atlantique d'élevage en Colombie-Britannique (Ostland *et al.*, 1999) et dans l'État de Washington (Frelier *et al.* 1994), chez la truite arc-en-ciel d'élevage dans l'État de Washington (Frelier *et al.* 1994) et chez le saumon quinnat d'élevage (*O. tshawytscha*) en Colombie-Britannique (résumé dans Wade et Weber (2020)). À ce jour, la pourriture de la bouche n'a pas été diagnostiquée chez le saumon coho d'élevage (*O. kisutch*) en Colombie-Britannique (MPO, 2019a, b; Wade et Weber, 2020). Elle n'a été déclarée pour aucune espèce de poisson sauvage en Colombie-Britannique ou dans l'État de Washington. On n'a trouvé aucune référence décrivant l'isolement de la bactérie ou la pourriture de la bouche chez le saumon rouge. Cependant, Nekouei *et al.* (2018) ont fait état de la détection moléculaire de *T. maritimum* chez 5 des 2 006 saumons rouges du fleuve Fraser échantillonnés par la PCR quantitative microfluidique à haut débit. Les échantillons utilisés dans cette étude étaient des homogénats de cinq tissus différents, notamment des branchies, et le test de dépistage n'a pas été validé aux fins de diagnostic; par conséquent, les auteurs ont souligné que ces détections n'indiquent pas nécessairement une infection à la bactérie.

La pourriture de la bouche est surtout considérée comme une maladie préoccupante chez les saumoneaux. Elle s'observe habituellement chez les saumoneaux entre trois et huit semaines après leur entrée dans l'eau de mer (Hicks, 1989; Frelier *et al.*, 1994) et les touche au cours de leur première année en mer (Anonyme 1996 dans Ostland *et al.* (1999)). Certains des facteurs susceptibles de prédisposer les saumoneaux atlantiques à contracter la pourriture de la bouche sont notamment le fait qu'ils se nourrissent de granulés durs et qu'ils mordent les surfaces des filets, ainsi que les lésions/abrasions de la bouche causées par le stress (Kent et Poppe, 1998). Cependant, on comprend encore mal le mécanisme de l'infection, et le mécanisme de la mortalité chez les saumoneaux atlantiques infectés à *T. maritimum* en Colombie-Britannique est encore inconnu (Frisch *et al.*, 2018a).

Les isolats de *T. maritimum* provenant d'éclosions dans l'Ouest du Canada peuvent induire la pourriture de la bouche chez le saumon atlantique (Frisch *et al.*, 2018b); cependant, il existe des différences de virulence entre les différents isolats de *T. maritimum*. Par exemple, bien qu'une vérification de cinq heures en bassin d'élevage avec un isolat de l'Ouest canadien ait entraîné une mortalité de 100 % chez le saumon atlantique exposé à des concentrations

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

Région de la capitale nationale

d'environ 10^5 cellules/mL et plus, l'exposition à une concentration plus élevée ($\sim 10^7$) d'un isolat différent n'a pas entraîné de mortalité. Lorsque la mortalité a été induite, les premiers décès ont été observés entre 3 et 11 jours après l'exposition. Les dernières mortalités observées sont survenues de 6 à 14 jours après l'exposition. Toutes ces expériences ont été réalisées 21 jours après l'exposition.

Le seul document publié décrivant des éclosions de pourriture de la bouche dans des fermes d'élevage de saumon sans traitement (situées dans la baie Puget, État de Washington, É.-U.) indiquait que les taux de mortalité cumulée dans les parcs chez les saumoneaux présentant des lésions buccales caractéristiques variaient de 5 à 10 %, mais atteignaient parfois jusqu'à 30 % (Frelier *et al.*, 1994).

La transmission horizontale (de poisson à poisson) de *T. maritimum* a été démontrée par des expériences de cohabitation avec des saumoneaux atlantiques norvégiens de 40 g et des isolats dérivés du saumon atlantique de la Colombie-Britannique présentant des signes cliniques de pourriture de la bouche (Frisch *et al.*, 2018b). Bien que la transmission horizontale soit compatible avec l'excrétion de *T. maritimum* par les poissons infectés, à ce jour, ni le moment de l'excrétion, ni le taux d'excrétion pendant l'infection n'ont été décrits.

Des signes cliniques de pourriture de la bouche ont été signalés à des températures comprises entre 8 et 15 °C environ et à une salinité de 29 à 34 ppt (Frelier *et al.*, 1994; Frisch *et al.*, 2017).

La bactérie est adhésive et peut créer des biofilms sur les surfaces dures (Declercq *et al.*, 2013; Frisch *et al.*, 2017; Frisch *et al.*, 2018a; Frisch *et al.*, 2018b). D'après la cinétique de diverses souches de *T. maritimum* testées (aucune de la Colombie-Britannique), les surfaces inertes des installations d'aquaculture peuvent abriter des biofilms et servir de réservoirs transitoires pour la bactérie (Levipan *et al.*, 2019).

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

Entre 2002 et 2018, on a diagnostiqué la pourriture de la bouche dans 106 des 1 459 vérifications (7,3 %) menées dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique dans le cadre du Programme de vérification et de surveillance de la santé des poissons. Au cours de la même période (à l'exception de 2013 à 2015), 537 événements liés à la santé du poisson ont été attribués à la pourriture de la bouche dans des fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique. Entre 2011 et 2018, quatre cas de mortalité ont été attribués à la pourriture de la bouche dans des fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique. Consulter Wade et Weber (2020) pour obtenir de plus amples détails.

Évaluation du risque attribuable au transfert de *Tenacibaculum maritimum*

Les risques pour l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser attribuables au transfert de la bactérie *T. maritimum* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery (voir la Figure 1) ont été évalués dans le cadre des pratiques actuelles de gestion des fermes, y compris la gestion de la santé des poissons.

Les pratiques actuelles de gestion de la santé des poissons comprennent les exigences réglementaires (p. ex. le Plan de gestion de la santé des salmonidés, les procédures opérationnelles normalisées [PON] exclusives et connexes et la réglementation du déplacement

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

Région de la capitale nationale

de poissons vivants) et d'autres pratiques industrielles volontaires (p. ex. la surveillance et le dépistage, l'utilisation des sites de croissance).

Modèle conceptuel

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

ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ

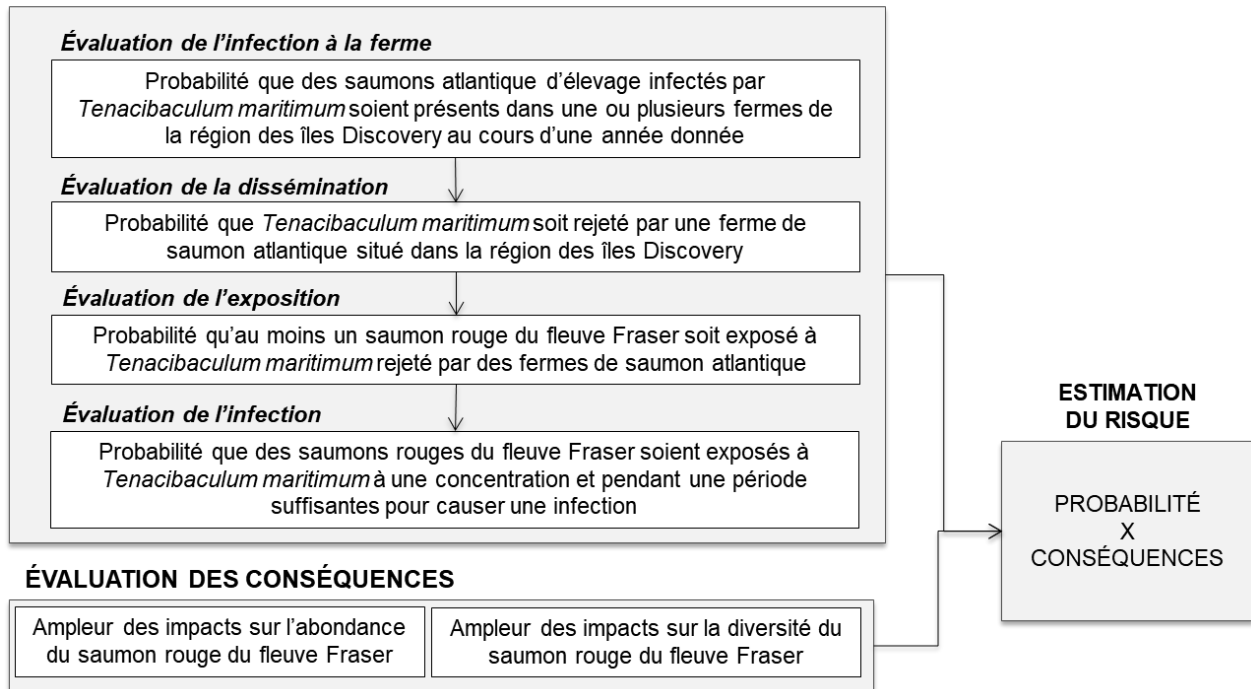


Figure 2. Modèle conceptuel d'évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuables au transfert de la bactérie *Tenacibaculum maritimum* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery, en Colombie-Britannique. Adapté de Mimeault et al. (2017).

Évaluation de la probabilité

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

Évaluation de l'infection à la ferme

L'évaluation de l'infection à la ferme a permis de déterminer la probabilité de la présence de saumons atlantiques d'élevage infectés par *T. maritimum* dans une ou plusieurs fermes de la région des îles Discovery dans une année donnée.

Entre 2002 et 2018, la pourriture de la bouche a été diagnostiquée 7 années sur 17 lors de vérifications de la santé du poisson effectuées dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery. Durant la même période, des événements liés à la santé du

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

Région de la capitale nationale

poisson ont été attribués à la pourriture de la bouche 12 années sur 17. La maladie n'a pas été attribuée à des événements de mortalité dans les fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery.

Dans l'ensemble, entre 2002 et 2018, des signes cliniques de la pourriture de la bouche ont été déclarés 13 années sur 17 dans des fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery dans le cadre du Programme de vérification et de surveillance de la santé des poissons ou d'un événement lié à la santé du poisson. Par conséquent, on a conclu avec une certitude raisonnable qu'une année donnée, la probabilité que des saumons atlantiques d'élevage infectés par *T. maritimum* soient présents dans une ou plusieurs fermes de la région des îles Discovery est très grande dans le cadre des pratiques de gestion actuelles des fermes.

Évaluation de la dissémination

L'évaluation de la dissémination a permis de déterminer la probabilité que la bactérie *T. maritimum* soit disséminée à partir d'une ferme d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery dans un environnement accessible au saumon rouge du fleuve Fraser en supposant que des saumons atlantiques infectés par la bactérie soient présents dans au moins une ferme. Deux voies de dissémination 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).

Compte tenu des preuves d'excrétion et de transmission horizontale (c.-à-d. propagation de poisson à poisson) de *T. maritimum* dans des conditions expérimentales, on a conclu avec une certitude élevée que la bactérie serait extrêmement susceptible d'être rejetée d'une ferme d'élevage de saumon atlantique infectée dans le milieu marin.

Tenacibaculum maritimum peut former des biofilms et adhérer à des structures, comme celles d'un site d'aquaculture, qui peuvent agir comme un réservoir transitoire pour la bactérie. Dans le cadre des exigences relatives aux permis, les pratiques de biosécurité et de bioconfinement sont définies dans les plans de gestion de la santé des salmonidés et les procédures opérationnelles normalisées (PON) connexes. Le Programme de vérification et de surveillance de la santé du poisson du MPO décrit de faibles niveaux de défaillances opérationnelles liées à la santé du poisson dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery, comme le résume Wade (2017). On a donc conclu avec une incertitude raisonnable que la dissémination par des vecteurs ou des fomites est probable dans le cadre des pratiques actuelles de gestion de la santé du poisson.

On a déterminé la probabilité globale de dissémination en adoptant les voies de dissémination les plus probables. Il est ainsi extrêmement probable que la bactérie *T. maritimum* soit rejetée par une ferme d'élevage de saumon atlantique 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 la bactérie *T. maritimum* dans une année donnée, en supposant que la bactérie ait été disséminée par au moins une ferme d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery. Deux groupes d'exposition ont été pris en considération : les saumons rouges juvéniles et les saumons rouges adultes du fleuve Fraser.

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

**Région de la capitale
nationale**

L'évaluation de l'exposition a permis d'examiner si la pourriture de la bouche dans les fermes d'élevage de saumon atlantique se produisait durant la période de migration connue du saumon rouge du fleuve Fraser dans la région des îles Discovery.

Les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser de type lacustre traversent la région des îles Discovery de la mi-mai à la mi-juillet environ pendant leur migration, et les adultes en montaison entre la fin juin et le début octobre (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.

Des cas de pourriture de la bouche ont été signalés chaque mois de l'année dans des fermes d'élevage de saumon atlantique de la région des îles Discovery; il y a ainsi un chevauchement temporel entre la migration du saumon rouge du fleuve Fraser et les occurrences de pourriture de la bouche dans les fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery. On a donc conclu avec une certitude raisonnable qu'il est très probable qu'au moins un saumon rouge juvénile ou adulte du fleuve Fraser soit exposé à la bactérie *T. maritimum* disséminée à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery.

Évaluation de l'infection

L'évaluation de l'infection a permis de déterminer la probabilité que les saumons rouges du fleuve Fraser exposés à la bactérie *T. maritimum* disséminée par des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery soient exposés à une concentration de la bactérie et pendant une période suffisante pour causer l'infection.

À la fin de 2019, aucun cas de pourriture de la bouche n'avait été signalé chez des salmonidés sauvages (y compris le saumon rouge) en Colombie-Britannique ou dans l'État de Washington (examiné dans Wade et Weber (2020)) et la vulnérabilité du saumon rouge à l'infection par *T. maritimum* et à la maladie est inconnue. Néanmoins, compte tenu de la détection moléculaire de *T. maritimum* chez des saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser (Nekouei *et al.*, 2018) et du fait que la pourriture de la bouche a été détectée chez des saumons quinnats d'élevage en Colombie-Britannique (examiné dans Wade et Weber (2020)), on a supposé dans la présente évaluation des risques que le saumon rouge était vulnérable à l'infection par *T. maritimum*.

La pourriture de la bouche touche principalement les saumoneaux atlantique récemment transférés dans l'eau salée (Frelier *et al.*, 1994; Frisch *et al.*, 2018a) et n'a pas été signalée durant la deuxième année du cycle de production du saumon d'élevage en Colombie-Britannique, ce qui indique une diminution de la vulnérabilité à la maladie avec l'âge.

Il n'a pas été possible de déterminer la quantité de *T. maritimum* excrétée par une ferme d'élevage de saumon atlantique infectée par la bactérie étant donné qu'on ne sait pas le taux d'excrétion chez le saumon atlantique infecté à *T. maritimum* ou chez d'autres salmonidés (Wade et Weber, 2020). En outre, il n'existe pas non plus de données sur le taux de décomposition de *T. maritimum* dans le milieu marin (Wade et Weber, 2020). En conséquence, il n'a pas été possible d'estimer la pression liée à l'infection ou de modéliser la dispersion de *T. maritimum* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique infectées dans la région des îles Discovery pour la présente évaluation des risques.

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

**Région de la capitale
nationale**

À ce jour, on ignore la concentration minimale d'isolats de *T. maritimum* dans l'Ouest canadien et le temps d'exposition requis pour causer une infection (dose infectieuse minimale) chez le saumon rouge. Frisch et ses collaborateurs ont toutefois indiqué la durée de l'exposition et la concentration de différents isolats de *T. maritimum* provenant de l'Ouest canadien qui ont entraîné une mortalité chez des saumons atlantiques norvégiens dans des conditions expérimentales (Frisch *et al.*, 2018b). Leurs travaux ont démontré des différences de pathogénicité entre les isolats avec, par exemple, des vérifications menées avec une souche causant une mortalité de 100 % à une concentration de $6,36 \times 10^5$ cellules/mL, tandis que les vérifications réalisées avec une autre souche pendant la même durée à une concentration de $1,28 \times 10^7$ cellules/mL n'ont pas causé de mortalité et que les poissons n'ont présenté aucun signe de maladie (Frisch *et al.*, 2018b).

On ne connaît pas précisément la durée d'exposition du saumon rouge du fleuve Fraser aux fermes d'élevage de saumon atlantique. D'après la vitesse de nage du saumon rouge résumée par Grant *et al.* (2018), on a estimé que les juvéniles pouvaient se trouver au voisinage des fermes d'élevage de saumon atlantique pendant trois à huit jours au cours de leur migration dans la région des îles Discovery, et les adultes pendant deux jours (Mimeault *et al.*, 2017). De plus, selon des études par télémétrie (Rechisky *et al.*, 2018), les saumons rouges juvéniles sont généralement à proximité d'une ferme donnée pendant moins de 20 minutes. Il n'existe pas de données sur les adultes en montaison.

Étant donné les interactions directes limitées du saumon rouge du fleuve Fraser avec les sites de fermes d'élevage de saumon, l'absence de rapports publiés de signes cliniques associés à l'infection par *T. maritimum* chez le saumon rouge, les cinq détections positives de *T. maritimum* sur 2 006 saumons rouges juvéniles échantillonnés aux environs et au nord de la région des îles Discovery et le fait que les saumons rouges du fleuve Fraser sont déjà adaptés à l'eau de mer lorsqu'ils parviennent dans cette région, on a conclu avec une incertitude élevée qu'il est improbable que des saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser soient infectés par la bactérie *T. maritimum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans les îles Discovery dans le cadre des pratiques de gestion actuelles des fermes.

Compte tenu des interactions directes très limitées des adultes en montaison avec les fermes, de leur migration rapide vers l'eau douce et du fait que la pourriture de la bouche est avant tout une maladie préoccupante pour les saumoneaux atlantiques d'élevage, on a conclu avec une incertitude raisonnable qu'il est très improbable que des saumons rouges adultes du fleuve Fraser soient infectés par la bactérie *T. maritimum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans les îles Discovery dans le cadre des pratiques de gestion actuelles des fermes.

Évaluation globale de la probabilité

Le tableau 1 résume l'évaluation de la probabilité. Dans l'ensemble, on a conclu que la probabilité que le saumon rouge du fleuve Fraser soit infecté par la bactérie *T. maritimum* rejetée par les fermes d'élevage de saumon atlantique situées dans la région des îles Discovery est faible pour les juvéniles et extrêmement faible pour les adultes. Cette conclusion s'explique par la probabilité d'infection, qui est associée à d'importantes incertitudes. Ces incertitudes sont liées au manque de données sur : (i) les taux d'excrétion de *T. maritimum* chez le saumon atlantique infecté par la bactérie; (ii) les taux de décomposition de *T. maritimum* dans le milieu marin; (iii) la vulnérabilité du saumon rouge à *T. maritimum*; (iv) la dose minimale de *T. maritimum* requise pour infecter le saumon rouge.

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

Région de la capitale nationale

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.

*Tableau 1. Sommaire des classements de probabilité et d'incertitude pour l'évaluation de la probabilité dans le cadre de l'évaluation des risques pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de *Tenacibaculum maritimum* à partir des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery.*

Les incertitudes ne sont pas combinées.

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 (incertitude)	Extrêmement probable (certitude élevée)	Probable (incertitude raisonnable)
	Probabilité combinée	Extrêmement probable	
Évaluation de l'exposition	Groupes d'exposition	Juveniles	Adultes
	Probabilité (incertitude)	Très probable (certitude raisonnable)	Très probable (certitude raisonnable)
Évaluation de l'infection	Probabilité (incertitude)	Peu probable (incertitude élevée)	Très improbable (incertitude raisonnable)
Probabilité globale pour chaque groupe d'exposition (combinaison des quatre étapes)		Peu probable	Très improbable

Évaluation des conséquences

L'évaluation des conséquences vise à déterminer l'ampleur potentielle des effets de *T. maritimum* provenant des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser, en supposant que des saumons rouges du fleuve Fraser aient été infectés par la bactérie.

L'évaluation des conséquences porte uniquement sur les effets possibles de l'infection du saumon rouge juvénile du fleuve Fraser étant donné que la maladie touche principalement les juvéniles.

Une évaluation quantitative des conséquences a été effectuée en utilisant la mortalité comme paramètre ultime pour déterminer l'ampleur potentielle des conséquences, à la fois sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser, découlant de l'infection à *T. maritimum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery.

Effets potentiels sur l'abondance

Peu d'études ont porté sur la bactérie *T. maritimum* ou la pourriture de la bouche chez le saumon sauvage. Pêches et Océans Canada a échantillonné un total de 2 419 saumons rouges dans le détroit de Georgie entre 2010 et 2012. Les résultats de cette étude n'ont pas encore été publiés, mais aucun signe de pourriture de la bouche (plaques jaunes) n'a été signalé (S. Johnson, Pêches et Océans Canada, comm. pers. 2020). Les données publiées sur la détection moléculaire de *T. maritimum* chez le saumon rouge juvénile du fleuve Fraser (Nekouei *et al.* 2018) ont été utilisées comme estimation de la prévalence de l'infection dans la population.

On a utilisé les taux de mortalité due à la pourriture de la bouche chez les salmonidés d'élevage indiqués par Frelier *et al.* (1994), car il s'agit des seules données de substitution pertinentes disponibles pour estimer la mortalité à l'échelle de la population chez le saumon rouge juvénile du fleuve Fraser infecté. Les taux de mortalité chez les saumoneaux atlantiques d'élevage pendant une éclosion (variant entre 0 et 30 % avec un mode de 10 %) sont considérés comme plus élevés que les taux auxquels on pourrait s'attendre dans les populations sauvages en raison du temps d'exposition prolongé et des densités plus élevées dans la cage. Dans l'ensemble, on a considéré qu'il s'agissait du pire scénario.

Deux scénarios ont été élaborés à partir de la prévalence estimée fondée sur les détections moléculaires positives signalées dans Nekouei *et al.* (2018). Les deux scénarios supposaient que la détection moléculaire de *T. maritimum* chez les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser provenait de poissons réellement infectés et que l'infection était attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery (Mimeault *et al.*, 2020).

- Dans le premier scénario, considéré comme prudent, on a utilisé la moyenne pondérée de la prévalence de *T. maritimum* chez les saumons rouges échantillonnés en 2012 et 2013. Selon ce scénario, la certitude que la mortalité attribuable aux infections par *T. maritimum* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique serait inférieure à 0,29 % chez les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser était de 99 %.
- Dans le deuxième scénario, considéré comme le pire des scénarios, on n'a utilisé que la prévalence de *T. maritimum* chez le saumon rouge échantillonné en 2012, car tous les échantillons étaient négatifs en 2013. De plus, en 2012, aucune ferme d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery n'avait signalé de cas de pourriture de la bouche. Selon ce scénario, la certitude que la mortalité attribuable aux infections par *T. maritimum* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique serait inférieure à 1 % chez les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser était de 99 %.

Selon les deux scénarios ci-dessus, les infections à *T. maritimum* provenant des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery auraient des conséquences négligeables (c.-à-d. une réduction de 0 à 1 % du nombre d'adultes en montaison) sur l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser. Cette conclusion a été tirée avec une incertitude raisonnable, car elle repose sur une seule étude pour la prévalence de l'infection (fondée sur la détection moléculaire) et l'utilisation de données de substitution pour la mortalité.

Effets potentiels sur la diversité

On a utilisé les effets potentiels sur l'abondance qui découlent de l'infection à *T. maritimum* sur le saumon rouge du fleuve Fraser sur deux générations (huit ans pour le saumon rouge du fleuve Fraser) pour explorer les effets potentiels sur la diversité.

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

Région de la capitale nationale

Entre 2002 et 2018, l'infection par *T. maritimum* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique s'est produite 11 années sur 17 pendant la période de dévalaison du saumon rouge juvénile du fleuve Fraser (environ 65 %) (Mimeault *et al.*, 2020). Ainsi, les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser n'ont pas été exposés à *T. maritimum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery 6 années sur 17 (environ 35 %).

Les années sans preuve d'infection pendant la période de migration des juvéniles, il n'y aurait pas de répercussions sur l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser attribuables à *T. maritimum* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique. Les années pour lesquelles il y a preuve d'infection dans les fermes, on a déterminé que les répercussions sur l'abondance étaient négligeables (c.-à- d. qu'il y aurait une certitude de 99 % que la mortalité dans la population en dévalaison ne dépasserait pas le seuil de 1 %).

Étant donné qu'aucun effet ne serait prévu les années sans infection et que la probabilité de mortalité de la population (<1 %) est très faible les années pour lesquelles il y a preuve d'infection, on a conclu que l'ampleur potentielle des conséquences sur la diversité du saumon rouge juvénile du fleuve Fraser est négligeable sur deux générations (huit ans). Cette conclusion a été tirée avec une incertitude raisonnable, compte tenu du fait que l'on se fie à une seule étude pour la prévalence de l'infection et à des données de substitution pour la mortalité.

Estimation du risque

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

Selon les pratiques d'élevage actuelles, le risque pour l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser à la suite d'une infection par la bactérie *T. maritimum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery est minime (Figure 3).

Probabilité	Extrêmement probable						
	Très probable						
	Probable						
	Peu probable	Juvéniles					
	Très peu probable	Adultes					
	Extrêmement peu probable						
		Négligeables	Mineures	Modérées	Majeures	Graves	Extrêmes
Conséquences sur l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser							

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

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

Région de la capitale nationale

Selon les pratiques d'élevage actuelles, le risque pour la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser à la suite d'une infection par la bactérie *T. maritimum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery est minime (Figure 4).

Probabilité	Extrêmement probable						
	Très probable						
	Probable						
	Peu probable	Juveniles					
	Très peu probable	Adultes					
	Extrêmement peu probable						
		Négligeables	Mineures	Modérées	Majeures	Graves	Extrêmes
Conséquences sur la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser							

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

Sources d'incertitude

Dans l'ensemble, l'incertitude 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).

La principale incertitude dans cette évaluation des risques concerne la vulnérabilité du saumon rouge à l'infection par *T. maritimum*. À ce jour, la preuve de la présence de l'agent pathogène chez le saumon rouge se limite à sa détection moléculaire. Il n'existe aucune preuve d'isolement de *T. maritimum* ou de signes cliniques attribués à cet agent pathogène chez le saumon rouge. La pourriture de la bouche a été identifiée chez le saumon atlantique, la truite arc-en-ciel et le saumon quinnat d'élevage.

En adoptant une approche prudente dans cette évaluation des risques, on a supposé que le saumon rouge était vulnérable à l'infection par *T. maritimum*. De plus, dans l'évaluation des conséquences, on a supposé, pour explorer les pires scénarios, que chez le saumon rouge, les signes cliniques résultant d'une infection à *T. maritimum* étaient semblables à ceux observés chez le saumon atlantique, tout en reconnaissant que la pourriture de la bouche n'est pas courante chez le saumon du Pacifique d'élevage.

Incertitudes de l'évaluation de la probabilité

D'autres incertitudes importantes sont liées à l'évaluation de l'infection et sont attribuables à un manque de connaissances sur : (i) la pression liée à l'infection à *T. maritimum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique, puisqu'on ignore la prévalence à la ferme et les taux d'excrétion chez le saumon atlantique infecté; (ii) la dose infectieuse minimale chez le saumon rouge.

Étant donné les interactions directes limitées et brèves du saumon rouge du fleuve Fraser avec les sites d'élevage, on a conclu que l'infection par la bactérie *T. maritimum* se produirait « occasionnellement ». Toutefois, compte tenu du manque de connaissances et de la dépendance à l'égard des données de substitution, ce classement a été établi avec une incertitude élevée.

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

**Région de la capitale
nationale**

Incertitudes de l'évaluation des conséquences

Les principales incertitudes de l'évaluation des conséquences sont liées au manque de connaissances sur (i) la prévalence réelle de *T. maritimum* attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery chez le saumon rouge du fleuve Fraser en migration; le taux de mortalité attribuable à l'infection à *T. maritimum* chez le saumon rouge. Pour combler ces lacunes, on a utilisé la prévalence de la détection moléculaire de la bactérie chez le saumon rouge du fleuve Fraser échantillonné durant la dévalaison et la mortalité dans les cages infectées de salmonidés d'élevage.

CONCLUSIONS

Caractérisation de la bactérie *Tenacibaculum maritimum* et de la pourriture de la bouche

T. maritimum est une bactérie marine à la répartition mondiale. La souche de *T. maritimum* que l'on trouve en Colombie-Britannique cause la pourriture de la bouche chez les salmonidés d'élevage juvéniles et se caractérise par des plaques jaunes dans la bouche. Il n'existe pas beaucoup de documentation consacrée à la pourriture de la bouche et l'épidémiologie de base de la maladie est en grande partie inconnue. Il reste du travail à faire pour comprendre la virulence/pathogénicité propre à la souche, la répartition géographique, les réservoirs, les voies de transmission de l'agent causal, la vulnérabilité du saumon du Pacifique et celle du stock, ainsi que pour caractériser les facteurs qui contribuent au développement et aux éclosions de la maladie.

Certains des aspects de *T. maritimum* responsables de la ténacibaculose à l'échelle mondiale sont cependant abondamment décrits, et cette documentation a été utilisée comme données de substitution pour évaluer le risque de transfert du saumon atlantique d'élevage au saumon rouge du fleuve Fraser. Il existe toutefois d'importantes différences entre les souches de *T. maritimum* provoquant la pourriture de la bouche et celles qui causent la ténacibaculose, notamment des signes cliniques différents; les températures de culture plus basses pour les souches de *T. maritimum*; des différences génétiques; la réponse des anticorps; et la pathologie. Les caractéristiques antigéniques et la virulence des isolats provenant de la Colombie-Britannique responsables de la pourriture de la bouche sont également très différentes.

Il est probable que des facteurs environnementaux, comme la température et la salinité de l'eau, influent sur l'incidence de la pourriture de la bouche, mais on ne connaît pas les plages précises.

Une expérience de cohabitation a permis de démontrer la transmission horizontale entre poissons de la bactérie *T. maritimum* responsable de la pourriture de la bouche.

Entre 2002 et 2018, 106 vérifications de la santé des poissons effectuées dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique ont permis d'y diagnostiquer la pourriture de la bouche. Au cours de la même période (à l'exception de 2013 à 2015), 537 événements liés à la santé du poisson ont été attribués à la pourriture de la bouche chez des saumons atlantiques en Colombie-Britannique. Entre 2011 et 2018, un total de quatre événements de mortalité ont été attribués à la pourriture de la bouche dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la Colombie-Britannique.

Évaluation du risque attribuable au transfert de *Tenacibaculum maritimum*

L'évaluation a permis de conclure que *T. maritimum* 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 des fermes.

Deux facteurs principaux ont influencé cette conclusion d'un risque minime. Tout d'abord, il est peu probable que le saumon rouge juvénile du fleuve Fraser soit infecté par la bactérie *T. maritimum* attribuable à des fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery, et très improbable que le saumon rouge adulte le soit, pour plusieurs raisons : la pourriture de la bouche touche surtout les saumoneaux atlantiques d'élevage récemment transférés dans l'eau de mer; la maladie a rarement été signalée chez le saumon du Pacifique d'élevage, ce qui donne à penser qu'il y est relativement peu vulnérable; les interactions du saumon rouge du fleuve Fraser avec les fermes d'élevage de saumon atlantique sont limitées et brèves dans la région des îles Discovery. Ensuite, compte tenu de la prévalence de *T. maritimum* chez les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser, l'infection par la bactérie attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique dans la région des îles Discovery devrait avoir des répercussions négligeables sur l'abondance et la diversité du saumon rouge du fleuve Fraser.

Une incertitude entoure la vulnérabilité du saumon rouge à l'infection par *T. maritimum* et les effets à long terme de l'infection sur des stocks particuliers et vulnérables de saumon rouge du fleuve Fraser.

RECOMMANDATIONS

- Des mesures pourraient être prises pour réduire les principales incertitudes et les lacunes dans les connaissances concernant l'épidémiologie de l'infection par la bactérie *T. maritimum* décrits dans les sources d'incertitude.
- Il conviendrait de revoir les conclusions de la présente évaluation des risques à mesure que les résultats de nouvelles recherches viendront combler les lacunes dans les connaissances.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

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

- Les répercussions à long terme de l'évolution des conditions climatiques sur la bactérie et le saumon d'élevage et sauvage devront être mieux comprises 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 c'est un domaine qui mérite une étude plus approfondie.
- La présente évaluation des risques est fondée sur la taille actuelle de l'industrie et les pratiques de celle-ci; s'il y a un changement dans la taille ou les pratiques d'élevage du

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

Région de la capitale nationale

saumon atlantique dans la région des îles Discovery, il conviendrait de l'analyser ou de l'examiner de manière plus approfondie dans l'estimation des risques.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom de famille	Prénom	Organisme d'appartenance
Bateman	Andrew	Fondation du saumon du Pacifique
Burgetz	Ingrid	Pêches et Océans Canada
Davis	Brooke	Pêches et Océans Canada
Frisch	Kathleen	Cermaq Canada
Fuller	Chad	First Nations Fisheries Council de la Colombie-Britannique
Gagné	Nellie	Pêches et Océans Canada
Garver	Kyle	Pêches et Océans Canada
Johnson	Stewart	Pêches et Océans Canada
Jones	Simon	Pêches et Océans Canada
MacKinnon	Brett	Agence canadienne d'inspection des aliments
Marty	Gary	Animal Health Centre de la C.-B.
Mimeault	Caroline	Pêches et Océans Canada
Nekouei	Omid	Pêches et Océans Canada
Olivier	Gilles	Pêches et Océans Canada
Parsons	Jay	Pêches et Océans Canada
Powell	Mark	Institute of Marine Research, Norvège
Price	Derek	Pêches et Océans Canada
Siah	Ahmed	BC Centre for Aquatic Health Science
Småge	Sverre Bang	Cermaq Norvège
Sørum	Henning	Université norvégienne des sciences de la vie
Saint-Hilaire	Sophie	City University of Hong Kong
Struthers	Alistair	Pêches et Océans Canada
Waddington	Zac	Pêches et Océans Canada
Wade	Joy	Fundy Aqua Services Inc.
Weber	Lily	Pêches et Océans Canada
Les experts suivants ont présenté des observations écrites mais n'ont pas assisté à la réunion :		
Farrell	Tony	Université de la Colombie-Britannique
Gardner	Ian	Collège de médecine vétérinaire de l'Atlantique
Santos	Ysabel	Université de Saint-Jacques-de-Compostelle

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion nationale d'examen par les pairs qui s'est déroulée du 3 au 5 décembre 2019 sur l'Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser en raison de bactéries causant des lésions érosives provenant d'exploitations de saumon de l'Atlantique situées dans le secteur 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](#).

Avendaño-Herrera, R., Toranzo, A. E. et Magariños, B. 2006. Tenacibaculosis infection in marine fish caused by *Tenacibaculum maritimum*: a review. *Dis. Aquat. Org.* 71: 255-266.

Declercq, A. M., Haesebrouck, F., Van den Broeck, W., Bossier, P. et Decostere, A. 2013. Columnaris disease in fish: a review with emphasis on bacterium-host interactions. *Vet. Res.* 44(1): 27-27.

Frelier, P. F., Elston, R. A., Loy, J. K. et Mincher, C. 1994. Macroscopic and microscopic features of ulcerative stomatitis in farmed Atlantic salmon *Salmo salar*. *Dis. Aquat. Org.* 18: 227-231.

Frisch, K., Smage, S. B., Brevik, O. J., Duesund, H. et Nylund, A. 2017. Genotyping of *Tenacibaculum maritimum* isolates from farmed Atlantic salmon in Western Canada. *J. Fish Dis.* 41(1): 131-137.

Frisch, K., Smage, S. B., Johansen, R., Duesund, H., Brevik, O. J. et Nylund, A. 2018a. Pathology of experimentally induced mouthrot caused by *Tenacibaculum maritimum* in Atlantic salmon smolts. *PLoS One* 13(11): e0206951.

Frisch, K., Smage, S. B., Vallestad, C., Duesund, H., Brevik, O. J., Klevan, A., Olsen, R. H., Sjaatil, S. T., Gauthier, D., Brudeseth, B. et Nylund, A. 2018b. Experimental induction of mouthrot in Atlantic salmon smolts using *Tenacibaculum maritimum* from Western Canada. *J. Fish Dis.* 41: 1247-1258.

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. Summary of Fraser River Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) ecology to inform pathogen transfer risk assessments in the Discovery Islands, British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/074. v + 30 p.

Hicks, B. 1989. British Columbia salmonid disease handbook. British Columbia salmon farming manual Vol. 1. B.C. Ministry of Agriculture and Fisheries Vancouver, BC. 1-44 p.

ISO. 2009. Risk management - Risk assessment techniques. *In International Standard*. IEC/FDIS 31010. 90 p.

Kent, M. L. 1992. Diseases of seawater netpen-reared salmonid fishes in the Pacific Northwest. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 116. DFO. PBS, Nanaimo, BC. 1-76 p.

Kent, M. L. et Poppe, T. T. 1998. Diseases of seawater netpen-reared salmonid fishes. DFO. PBS, Nanaimo, B.C. 66 p.

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

**Région de la capitale
nationale**

- Levipan, H. A., Tapia-Cammas, D., Molina, V., Irgang, R., Toranzo, A. E., Magarinos, B. et Avendano-Herrera, R. 2019. Biofilm development and cell viability: An undervalued mechanism in the persistence of the fish pathogen *Tenacibaculum maritimum*. *Aquaculture* 511: 1-8.
- Mandrak, N. E., Cudmore, B. et Chapman, P. M. 2012. National detailed-level risk assessment guidelines: assessing the biological risk of aquatic invasive species in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/092. vi + 17 p.
- Mimeault, C., Nekouei, O., Garver, K. A., Jones, S. R. M., Johnson, S., Holt, K., Aubry, P., Weber, L., Burgetz, I. J. et Parsons, G. J. 2020. Évaluation du risque pour le saumon rouge du fleuve Fraser attribuable au transfert de la bactérie *Tenacibaculum maritimum* 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. Doc. de rech. 2020/059. 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. Assessment of the risk to Fraser River Sockeye Salmon due to infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) transfer from Atlantic Salmon farms in the Discovery Islands, British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/075. vii + 75 p.
- MPO. 2019a. [Événements liés à la santé du poisson signalés sur des sites de pisciculture marine de la Colombie-Britannique 2016 et en cours](#). Pêches et Océans Canada.
- MPO. 2019b. [Résultats des vérifications de la santé du poisson effectuées par le MPO pour chaque installation des sites d'aquaculture de poissons marins de la C.-B. 2011 et en cours](#). Pêches et Océans Canada.
- Nekouei, O., Vanderstichel, R., Ming, T., Kaukinen, K. H., Thakur, K., Tabata, A., Laurin, E., Tucker, S., Beacham, T. D. et Miller, K. M. 2018. Detection and assessment of the distribution of infectious agents in juvenile Fraser River Sockeye Salmon, Canada, in 2012 and 2013. *Front. Microbiol.* 9: 1-16.
- Ostland, V. E., Morrison, D. et Ferguson, H. W. 1999. *Flexibacter maritimus* associated with a bacterial stomatitis in Atlantic salmon smolts reared in net-pens in British Columbia. *J. Aquat. Anim. Health.* 11(1): 35-44.
- 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.
- Suzuki, M., Nakagawa, Y., Harayama, S. et Yamamoto, S. 2001. Phylogenetic analysis and taxonomic study of marine *Cytophaga*-like bacteria: proposal for *Tenacibaculum* gen. nov. with *Tenacibaculum maritimum* comb. nov. and *Tenacibaculum ovolyticum* comb. nov., and description of *Tenacibaculum mesophilum* sp. nov. and *Tenacibaculum amyolyticum* sp. nov. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 51: 1639-1652.

Vose, D. 2008. Risk analysis: a quantitative guide. 3rd ed. Wiley, Chichester, England. 735 p.

Wade, J. 2017. British Columbia farmed Atlantic Salmon health management practices. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/072. vi + 55 p.

Wade, J. et Weber, L. 2020. Caractérisation de la bactérie *Tenacibaculum maritimum* et de la pourriture de la bouche pour informer les évaluations des risques de transfert d'agents pathogènes en Colombie-Britannique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2020/061. Sous press..

Wakabayashi, H., Hikida, M. et Masumura, K. 1986. *Flexibacter maritimus* sp. nov., a pathogen of marine fishes. Int. J. Syst. Bacteriol. 36(3): 396-398.

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 *Tenacibaculum maritimum* 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. 2020/044.

Also available in English:

DFO. 2020. Advice from the assessment of the risk to Fraser River Sockeye Salmon due to *Tenacibaculum maritimum* transfer from Atlantic Salmon farms in the Discovery Islands area, British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2020/044.