



ASSOCIATION ENTRE LES POUX DE MER DES FERMES D'ÉLEVAGE DE SAUMON ATLANTIQUE ET LES INFESTATIONS DE POUX DE MER CHEZ LE SAUMON SAUVAGE JUVÉNILE DU PACIFIQUE EN COLOMBIE- BRITANNIQUE

Contexte

Pêches et Océans Canada (MPO), dans le cadre du Programme d'aquaculture durable, s'engage à mettre en œuvre un processus décisionnel fondé sur la science relativement aux activités aquacoles durables. En Colombie-Britannique (C.-B.), la Division de la gestion de l'aquaculture (DGA) du MPO est l'organisme de réglementation de la gestion de l'aquaculture. En vertu de la *Loi sur les pêches* et du *Règlement sur l'aquaculture dans le Pacifique*, le MPO délivre des permis de pisciculture marine qui autorisent le titulaire à mener des activités d'aquaculture dans des conditions prescrites.

La gestion des poux de mer est l'une des conditions de ces permis avec des périodes de surveillance et des fréquences prescrites, des seuils de réponse réglementaire et des exigences de déclaration (MPO, 2022b). La DGA a demandé que Recherche en aquaculture du MPO fournisse des avis scientifiques pour éclairer l'élaboration et l'application d'approches de gestion adaptative pour traiter les interactions entre les infestations de poux de mer chez les populations de saumon atlantique d'élevage (*Salmo salar*) et de saumon sauvage du Pacifique en C.-B. Bien qu'il existe plusieurs espèces de poux de mer, cette demande d'avis visait principalement *Lepeophtheirus salmonis*.

Ces avis scientifiques devraient éclairer la gestion par le MPO des poux de mer dans les fermes d'élevage de saumon atlantique. Ces avis scientifiques permettront d'atteindre les objectifs suivants :

1. estimer le nombre de copépodites de *Lepeophtheirus salmonis* (stade larvaire des poux de mer infectieux) produits par les fermes d'élevage de saumon atlantique selon les pratiques actuelles de gestion des fermes;
2. résumer les dénombrements de *Lepeophtheirus salmonis* chez le saumon sauvage juvénile du Pacifique en C.-B.;
3. déterminer la force statistique de l'association entre la pression de l'infestation de poux de mer dans les fermes d'élevage de saumon atlantique et la prévalence des poux de mer dans les populations sauvages de saumon juvénile du Pacifique en C.-B.

La présente réponse des Sciences découle du processus d'examen par les pairs national sur l'Association entre les poux du poisson provenant des élevages de saumon atlantique et l'infestation par les poux du poisson des saumons sauvages du Pacifique en Colombie-Britannique du 24 juin 2022.

Renseignement de base

Les poux de mer sont des copépodes naturels du genre *Lepeophtheirus* et *Caligus* qui sont des parasites des poissons marins. Bien que des centaines d'espèces de poux de mer se produisent sur une vaste répartition géographique et un large éventail d'espèces hôtes, les espèces les plus courantes signalées chez les salmonidés en Colombie-Britannique (C.-B.) sont *Lepeophtheirus salmonis* et *Caligus clemensi*. De ces deux espèces, *L. salmonis* est plus grande et plus souvent responsable des dommages causés par les activités de fixation et d'alimentation (Johnson *et al.* 2004) et, par conséquent, elle est au cœur de l'objectif de gestion.

Le rôle du saumon d'élevage, en particulier le saumon atlantique d'élevage, comme réservoirs potentiels de *L. salmonis* est accepté (Saksida *et al.* 2015). Il reste à débattre de l'effet des infestations de poux de mer chez les populations de saumon sauvage et de l'importance de la contribution de *L. salmonis* provenant des fermes aux taux globaux d'infestation de poux de mer observés sur le saumon sauvage (Marty *et al.* 2010; Saksida *et al.* 2011; Saksida *et al.* 2015; Shephard et Gargan, 2017).

Cycle de vie de *Lepeophtheirus salmonis*

Le cycle de vie de *Lepeophtheirus salmonis* a été bien décrit (Hamre *et al.* 2013). Il existe huit stades de développement, chacun étant séparé par une mue. Les chapelets d'œufs, qui sont portés par la femelle adulte, libèrent les nauplii du premier stade, lesquels muent en nauplii du deuxième stade, puis en copépodites, qui sont infectieux pour le poisson-hôte. Les protopléons et le stade copépodite, avant la fixation à un hôte, nagent librement, ne s'alimentent pas et sont dispersés dans la colonne d'eau. La température et la salinité sont les principaux facteurs environnementaux qui régissent le développement des œufs et les taux d'éclosion, ainsi que les taux de développement et la survie des stades en nage libre.

À la suite de l'installation et de la fixation (infestation) sur un hôte et d'une période d'alimentation, la larve au stade copépodite mue au premier des deux stades chalimus, pendant lesquelles le parasite est physiquement attaché à l'hôte par le filament frontal. La larve au deuxième stade chalimus mue au premier des deux stades préadultes, dont le deuxième stade préadulte se transforme en stade adulte reproducteur. Les stades préadulte et adulte sont considérés comme étant vagiles, car ils n'ont pas de filament frontal et ne sont pas limités à un seul site sur l'hôte.

Effets de la température

La température de l'eau est le principal régulateur des taux de développement des œufs et des larves et de la durée, avant la fixation à l'hôte, sur lequel les copépodes survivent et sont infectieux (tableau 1).

Le protopléon et le stade copépodite de *L. salmonis* ne se nourrissent pas et comptent sur des réserves de jaune d'œuf (énergie) endogène fini pour soutenir leur développement et leur survie. En ce qui concerne le stade copépodite, le taux d'épuisement des réserves d'énergie augmente à des températures plus élevées, ce qui signifie que le parasite est infectieux pendant une période plus courte à des températures plus élevées par rapport à des températures plus basses (tableau 1).

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

Tableau 1. Les effets de la température sur la durée des stades de nage libre du *Lepeophtheirus salmonis* et la durée pendant laquelle les copépodites sont infectieux. Les données sont tirées d'études de laboratoire menées avec une concentration de 34 ppm (Samsing et al. 2016, 2018).

Température de l'eau (°C)	Temps moyen avant l'éclosion (jours)	Durée moyenne des protopléons I et II du pou du poisson (jours)	Fenêtre infectieuse copépodite (jours)	Temps de dispersion (jours)
5	13,0	11,5	10,2	21,7
7	7,6	7,0	12,7	19,7
10	4,6	3,8	13,2	17,0
15	2,9	2,2	9,7	11,9
20	1,8	1,7	6,7	8,4

La dispersion des poux de mer dans la colonne d'eau se produit principalement aux stades nauplius et copépodite en nage libre. La température contrôle le taux de développement à ces stades, ainsi que la durée pendant laquelle les copépodites peuvent survivre hors hôte, les températures plus basses ralentissant le taux de développement et prolongeant la durée de survie des copépodites. C'est pourquoi la période pendant laquelle la dispersion peut survenir est beaucoup plus longue à des températures plus basses (environ 20 jours à 7 °C) comparativement à des températures plus élevées (environ 8 jours à 20 °C) (Samsing *et al.* 2016, 2018) (tableau 1). Des températures plus basses retardent le développement du pou de mer (Johnson et Albright, 1991; Samsing *et al.* 2016; Hamre *et al.* 2019; Skern-Mauritzen *et al.* 2020), ce qui explique la plus longue période nécessaire pour passer au prochain stade et, par conséquent, plus les poux de mer peuvent traverser les courants d'eau avant de se développer au stade copépodite infectieux et infester un hôte (Samsing *et al.* 2016; Hamre *et al.* 2019).

Effets de la salinité

La salinité a un effet non linéaire sur le succès du développement et de l'éclosion des œufs de *L. salmonis*, le développement et la survie du protopléon et du stade copépodite, ainsi que sur la capacité des copépodites à se fixer aux hôtes et à s'y établir (Tucker *et al.* 2000; Bricknell *et al.* 2006; Groner *et al.* 2016).

Johnson et Albright (1991) n'ont signalé aucun développement d'œufs à une salinité de 10 ppm et ont signalé que les œufs se sont développés, mais n'ont pas produit de protopléons actifs à 15 ppm. À des salinités de 20 à 30 ppm, des nauplii actives ont été produites, mais des copépodites n'ont été obtenus qu'à 30 ppm.

Les copépodites ont survécu moins d'un jour dans les eaux avec une salinité de 10 ppm ou moins. À des salinités de 15–30 ppm et à des températures de 5, 10 et 15 °C, les durées moyennes de survie variaient entre deux et huit jours (Johnson et Albright, 1991). Bricknell *et al.* (2006) ont signalé que la survie des copépodites *L. salmonis* en nage libre ne différait pas de façon significative avec une salinité entre 29 et 36 ppm. En deçà de 29 ppm, le taux de survie a diminué avec une salinité décroissante avec des taux de survie très faibles, avec une mortalité supérieure à 50 % dans un délai d'une heure après l'exposition à des salinités inférieures à 16 ppm.

Enfin, la salinité a également une incidence sur la réussite de l'infestation. Il a été démontré que la diminution de la salinité réduit la fixation des copépodites aux hôtes salmonidés, dont

certaines sont probablement attribuables à la morbidité aux salinités inférieures (Tucker *et al.* 2000; Bricknell *et al.* 2006).

Gestion des poux de mer dans les fermes en Colombie-Britannique

La gestion des poux de mer en Colombie-Britannique se concentre sur *Lepeophtheirus salmonis* (Jones et Johnson 2015). Des conditions de permis ont été établies pour réduire le risque d'infestation de saumons juvéniles du Pacifique avec *L. salmonis* provenant de fermes salmonicoles en Colombie-Britannique.

En C.-B., les titulaires de permis d'aquaculture marine de saumon atlantique doivent gérer les poux de mer en fonction du moment de la migration du saumon sauvage juvénile du Pacifique : période sans migration (1^{er} juillet au 31 janvier), période précédant la migration (1^{er} février au 29 février) et période de dévalaison (1^{er} mars au 30 juin).

Pendant la période de dévalaison, les conditions de permis actuelles exigent que les dénombrements moyens de plus de trois *L. salmonis* vagiles par poisson soient signalés au MPO, et les titulaires de permis doivent prendre des mesures pour réduire les taux de poux de mer sous ce seuil (MPO 2022b). Ce seuil est appliqué peu importe l'inventaire de la ferme.

Les eaux côtières de la Colombie-Britannique sont largement divisées en zones de surveillance de la santé du poisson (ZSSP) en fonction des limites du bassin versant (figure 1). Les zones 2-3 et 2-4 représentent la côte ouest de l'île de Vancouver et celles situées dans les zones 3-1 à 3-5 représentent la côte est de l'île de Vancouver ou la côte continentale, du fleuve Fraser au nord jusqu'à la frontière de l'Alaska.

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale



Figure 1. Zones de surveillance de la santé du poisson (ZSSP) en Colombie-Britannique. Descriptions des ZSSP : 2.1 : sud-est de l'île de Vancouver, 2.2 : nord-est de l'île de Vancouver, 2.3 : sud-ouest de l'île de Vancouver, 2.4 : nord-ouest de l'île de Vancouver, 3.1 : Sunshine Coast, 3.2 : îles Discovery, 3.3 : archipel Broughton, 3.4 : détroit de la Reine-Charlotte et 3.5 : côte continentale. Source : MPO, Gestion de l'aquaculture, région du Pacifique.

Analyse et réponse

La présente section aborde les principaux objectifs de cet avis : 1) estimer le nombre de copépodites *Lepeophtheirus salmonis* (stade larvaire des poux de mer infectieux) produits par les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique; 2) résumer le nombre de poux de mer sur le saumon sauvage juvénile du Pacifique; et 3) déterminer la force statistique de l'association entre les infestations de poux de mer dans les fermes d'élevage de saumon atlantique et la prévalence chez les populations de saumon sauvage juvénile du Pacifique en Colombie-Britannique.

Estimations du nombre de copépodites produits par les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique

L'estimation du nombre de copépodites infectieux de *L. salmonis* produits par les fermes d'élevage de saumon atlantique pendant la période de dévalaison du saumon juvénile du Pacifique selon les pratiques de gestion agricole actuelles a été réalisée en deux étapes :

1. en estimant le nombre total de femelles adultes *L. salmonis* (œuvées et non œuvées) dans les fermes d'élevage de saumon atlantique dans chaque ZSSP (annexe A); et
2. en estimant le nombre total de copépodites provenant des femelles adultes de *L. salmonis* selon les approches de modélisation publiées et évaluées par les pairs (annexe B) et en tenant compte des conditions environnementales dans les fermes d'élevage de saumon atlantique (voir annexe C).

Sources de données

En Colombie-Britannique, les établissements actifs doivent surveiller les poux du poisson en suivant les protocoles prescrits et la fréquence en fonction des périodes de migration du saumon sauvage juvénile du Pacifique décrites ci-dessus.

Les titulaires de permis doivent compter les poux de mer dans les fermes à des fréquences prescrites pendant les différentes périodes. Pendant la période sans migration, les poux de mer doivent être comptés à chaque ferme dans au moins trois structures de confinement empoissonnées une fois par mois. Durant la période précédant la migration, toutes les structures de confinement doivent être comptées au moins une fois. Enfin, pendant la période de dévalaison, les poux de mer doivent être comptés dans au moins trois structures de confinement empoissonnées au cours de la première semaine, puis une fois toutes les deux semaines. Les titulaires de permis doivent soumettre les résultats au MPO au plus tard le 15^e jour du mois suivant pendant la période sans migration, et dans les 48 heures suivant chaque période de dénombrement des poux de mer pendant les périodes précédant la migration et de migration avale.

La moyenne de *L. salmonis* vagiles (stades préadulte et adulte mâle et femelle) par poisson, la moyenne de *L. salmonis* femelles par poisson et la moyenne de chalimus (*L. salmonis* et *C. clemensi* ensemble) par poisson sont signalées au MPO. Les dénombrements de poux de mer et les inventaires mensuels sont stockés dans le Système d'information intégrée sur l'aquaculture (AQUIIS) du MPO, un ensemble de données commerciales confidentielles. Le nombre moyen mensuel de poux de mer dans les fermes est disponible en ligne (MPO, 2022a). Le dénombrement des poux de mer femelles adultes des fermes d'élevage de saumon atlantique sur lequel s'appuie la présente analyse comprend des données de mars à juillet sur divers sites et points dans le temps entre 2016 et 2021.

Hypothèses

Les hypothèses suivantes ont été formulées pour estimer le nombre de femelles *L. salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique et le nombre de copépodites produits dans les fermes d'élevage de saumon atlantique :

- les dénombrements de *L. salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique ont fourni une estimation fiable de l'abondance de femelles adultes pour cette ferme et pour cette semaine;
- l'interpolation linéaire est une méthode appropriée pour estimer l'abondance des femelles adultes et le nombre de saumons dans les fermes entre les échantillonnages;
- l'interpolation par spline est une méthode appropriée pour lisser les données sur la température et la salinité;
- le modèle norvégien de développement des poux de mer de Samsing *et al.* (2016), qui décrit la dépendance à la température du développement des poux de mer (voir l'annexe B) s'applique en Colombie-Britannique;
- la mortalité des stades en nage libre de *L. salmonis* n'est attribuable qu'à la salinité; d'autres causes de mortalité n'ont pas été prises en compte.

Poux de mer femelles adultes dans les fermes d'élevage

Le nombre de femelles adultes de *L. salmonis* dans chaque ferme d'élevage de saumon atlantique a été déterminé en fonction des inventaires mensuels du saumon atlantique déclarés par l'industrie et disponibles dans le Système d'information intégrée sur l'aquaculture (AQUIIS) interne du MPO et des dénombrements de poux de mer déclarés par l'industrie disponibles dans le même système. Se reporter à l'annexe A pour obtenir des détails.

Le nombre médian de femelles adultes de *L. salmonis* par semaine dans une ferme d'élevage de saumon atlantique donnée variait selon les années, les zones et les périodes de migration (tableau 2). Parmi les années, les estimations hebdomadaires médianes les plus élevées de femelles adultes de *L. salmonis* par ferme d'élevage ont été réalisées en 2015, 2020 et 2021, et les estimations hebdomadaires médianes les plus faibles ont été réalisées en 2014 et 2018 (tableau 2). Parmi les zones, les estimations hebdomadaires médianes des femelles adultes de *L. salmonis* par ferme d'élevage étaient les plus élevées dans la ZSSP 3.5 (côte centrale) et les plus faibles dans la ZSSP 3.1 (Sunshine Coast) (tableau 2).

Les différences observées entre les différentes périodes de migration du saumon sauvage juvénile du Pacifique sont des plus pertinentes pour ce conseil. Dans l'ensemble, le nombre hebdomadaire médian de femelles adultes de *L. salmonis* était le plus élevé dans la période sans migration et le plus faible dans la période de dévalaison (tableau 2). Cette tendance reflète les influences combinées des parasites provenant du retour du saumon sauvage à la fin de l'été et à l'automne et une croissance démographique plus rapide au cours des mois chauds; ainsi que les effets (réduction) des traitements des poux de mer dans les fermes d'élevage avant et pendant la période de dévalaison du saumon sauvage du Pacifique à la fin de l'hiver et au début du printemps.

La figure 2 présente des estimations ponctuelles hebdomadaires du nombre total de femelles adultes de *L. salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) dans les sept ZSSP de la Colombie-Britannique entre 2013 et 2021.

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

Tableau 2. Estimations hebdomadaires minimales, médianes et maximales de la présence de femelles adultes de *Lepeophtheirus salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) en Colombie-Britannique entre 2013 et 2021. Les données comprennent un total de 19 422 incidents de dénombrement des poux de mer dans 84 exploitations et sont résumées ici par année, zone de surveillance de la santé des poissons (ZSSP) et période de migration. Le nombre d'exploitations indique combien d'exploitations de saumon de l'Atlantique étaient actives chaque année, dans chaque ZSSP ou chaque période de migration. Le regroupement des résultats par ZSSP et période de migration comprenait tous les événements de dénombrement des poux de mer de 2013 à 2021. Les mêmes données ont été utilisées pour produire la figure 2. ZSSP : 2.3 : sud-ouest de l'île de Vancouver, qui comprend la baie Clayoquot, 2.4 : nord-ouest de l'île de Vancouver, qui comprend la baie Quatsino, 3.1 : Sunshine Coast, 3.2 : îles Discovery, 3.3 : archipel Broughton, 3.4 : détroit de la Reine-Charlotte et 3.5 : côte continentale. Les périodes de migration sont définies comme étant la période précédant la migration (février), la période de dévalaison (mars à juin) et la période sans migration (juillet à janvier).

		Nombre d'exploitations	Nombre d'événements de comptage	Minimum	Médiane	Maximum
Année	2013	54	1 588	0	91 190	17 267 338
	2014	59	1 986	0	83 297	4 832 039
	2015	68	2 318	0	187 379	7 700 548
	2016	66	2 065	0	123 046	5 931 768
	2017	66	2 126	0	123 906	12 826 529
	2018	64	2 190	0	81 410	17 379 755
	2019	71	2 415	0	98 165	9 600 534
	2020	62	2 213	0	188 183	6 630 405
	2021	62	2 166	0	179 984	7 419 493
ZSSP	2,3	15	3 808	0	148 147	15 354 943
	2,4	13	3 479	0	196 750	17 379 755
	3,1	6	1 232	0	32 583	1 558 183
	3,2	10	2 309	0	156 971	5 931 768
	3,3	20	4 937	0	84 976	7 709 777
	3,4	12	2 277	0	234 262	13 065 948
	3,5	8	1 380	0	301 470	20 121 870
Période	Sans migration	83	10 954	0	181 608	20 121 870
	Précédant la migration	82	1 674	0	136 257	14 212 333
	Migration avale	84	6 794	0	78 853	13 221 418

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

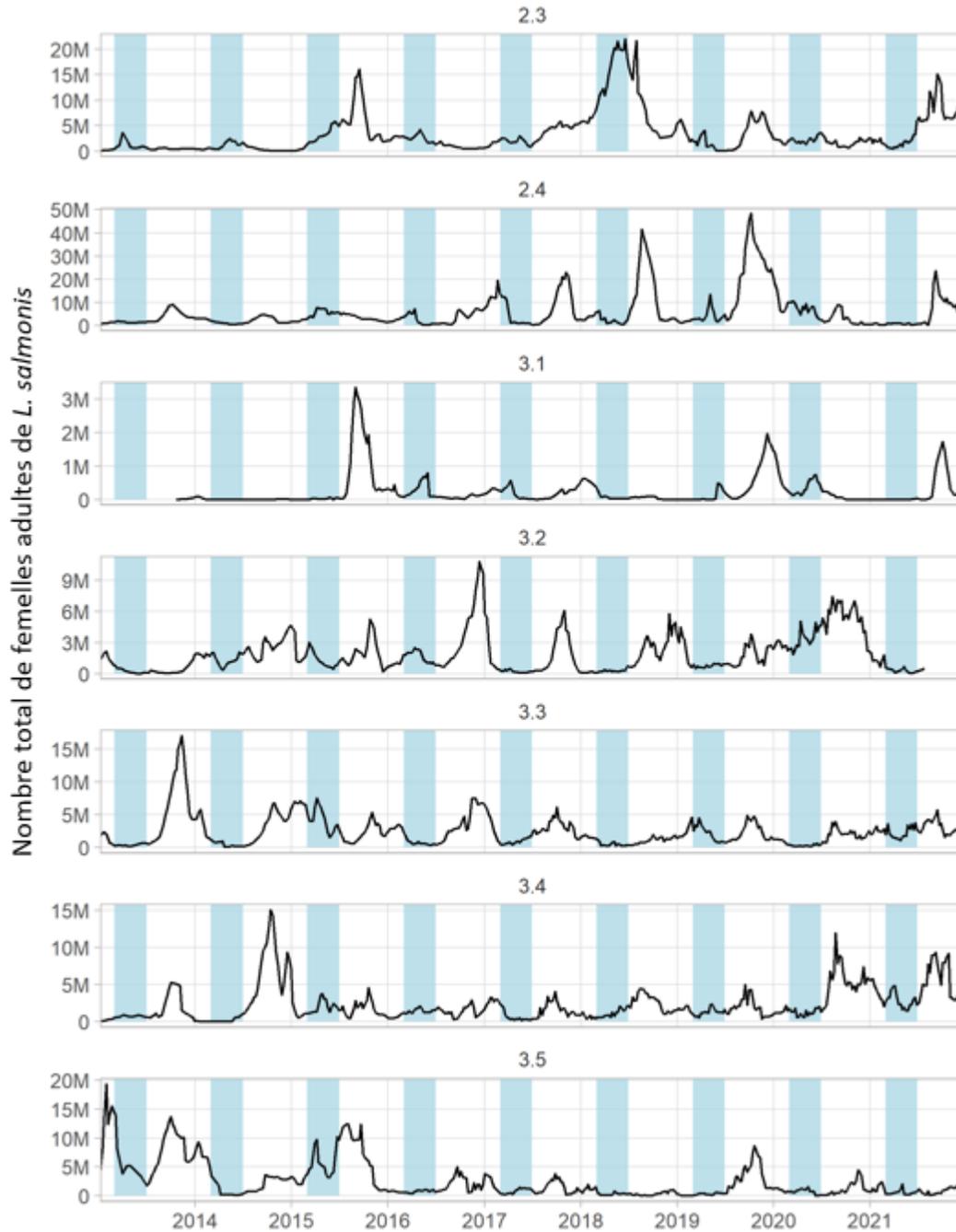


Figure 2. Estimations ponctuelles hebdomadaires du nombre total de femelles adultes de *Lepeophtheirus salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) dans les sept ZSSP de la Colombie-Britannique entre 2013 et 2021. Les zones en bleu indiquent la période de dévalaison des juvéniles (de mars à juin inclusivement). Notez que l'échelle de l'axe des y varie selon la ZSSP. Les données comprennent un total de 19 422 observations provenant de 84 exploitations. Les mêmes données ont été utilisées pour produire le tableau 2. Descriptions des ZSSP : 2.3 : sud-ouest de l'île de Vancouver, qui comprend la baie Clayoquot, 2.4 : nord-ouest de l'île de Vancouver, qui comprend la baie Quatsino, 3.1 : Sunshine Coast, 3.2 : îles Discovery, 3.3 : archipel Broughton, 3.4 : détroit de la Reine-Charlotte et 3.5 : côte continentale.

Copépodites infectieux des fermes d'élevage

Le nombre total de copépodites infectieux de *L. salmonis* produits par les poux de mer femelles adultes dans les fermes d'élevage de saumon atlantique a été calculé à partir du nombre de femelles adultes estimé à la section précédente et fondé sur des approches de modélisation publiées et examinées par les pairs (voir les détails à l'annexe B) et en tenant compte des conditions environnementales dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique (voir les détails à l'annexe C).

Le nombre médian de *L. salmonis* provenant des exploitations par semaine variait selon les années, les zones et les périodes migratoires (tableau 3). Parmi les années, les estimations hebdomadaires médianes les plus élevées de copépodites de *L. salmonis* par ferme d'élevage ont été réalisées en 2015, 2020 et 2021, et les estimations hebdomadaires médianes les plus faibles ont été réalisées en 2014 et 2018 (tableau 3). Parmi les zones, les estimations hebdomadaires médianes des copépodites de *L. salmonis* par ferme d'élevage étaient les plus élevées dans la ZSSP 3.5 (côte centrale) et les plus faibles dans la ZSSP 3.1 (Sunshine Coast) (tableau 3).

Les différences observées entre les différentes périodes de migration du saumon sauvage juvénile du Pacifique sont des plus pertinentes pour ce conseil. Dans l'ensemble, le nombre hebdomadaire médian de copépodites de *L. salmonis* produits dans les fermes d'élevage de saumon atlantique était le plus élevé durant la période sans migration et le plus faible pendant la période de dévalaison (tableau 3).

La figure 3 présente des estimations hebdomadaires du nombre total de copépodites de *L. salmonis* (larves infectieuses) provenant des exploitations dans les sept ZSSP en Colombie-Britannique entre 2013 et 2021. En général, la tendance observée par le nombre de copépodites provenant des exploitations est semblable au nombre estimé de femelles adultes dans les fermes d'élevage.

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

Tableau 3. Estimations hebdomadaires minimales, médianes et maximales du nombre de copépodes *Lepeophtheirus salmonis* infectieux (ou viables) produits par des infestations dans les fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) en Colombie-Britannique entre 2013 et 2021. Les données comprennent un total de 19 422 incidents de dénombrement des poux de mer dans 84 exploitations et sont résumées ici par année, zone de surveillance de la santé des poissons (ZSSP) et période de migration. Le nombre d'exploitations indique combien d'exploitations de saumon de l'Atlantique étaient actives chaque année, dans chaque ZSSP ou chaque période de migration. Le regroupement des résultats par ZSSP et période de migration comprenait tous les événements de dénombrement des poux de mer de 2013 à 2021. Les mêmes données ont été utilisées pour produire la figure 3. ZSSP : 2.3 : sud-ouest de l'île de Vancouver, qui comprend la baie Clayoquot, 2.4 : nord-ouest de l'île de Vancouver, qui comprend la baie Quatsino, 3.1 : Sunshine Coast, 3.2 : îles Discovery, 3.3 : archipel Broughton, 3.4 : détroit de la Reine-Charlotte et 3.5 : côte continentale. Les périodes de migration sont définies comme étant la période précédant la migration (février), la période de dévalaison (mars à juin) et la période sans migration (juillet à janvier).

		Nombre d'exploit ations	Nombre d'événements de comptage	Minimum	Médiane	Maximum
Année	2013	54	1 588	0	60 686 582	10 257 985 037
	2014	59	1 986	0	51 162 601	3 769 483 342
	2015	68	2 318	0	115 834 439	5 067 450 151
	2016	66	2 065	0	75 162 796	4 391 710 046
	2017	66	2 126	0	77 925 846	8 193 749 841
	2018	64	2 190	0	59 414 155	10 076 254 197
	2019	71	2 415	0	68 574 393	5 900 434 861
	2020	62	2 213	0	122 292 399	3 608 308 890
	2021	62	2 166	0	116 235 931	4 168 147 778
ZSSP	2.3	15	3 808	0	72 668 796	7 352 045 836
	2.4	13	3 479	0	129 313 561	10 076 254 197
	3.1	6	1 232	0	12 325 875	570 816 102
	3.2	10	2 309	0	113 288 093	4 391 710 046
	3.3	20	4 937	0	54 810 126	5 487 126 436
	3.4	12	2 277	0	183 598 711	8 325 268 909
	3.5	8	1 380	0	251 022 083	10 957 682 266
Période	Non-migration	83	10 954	0	112 602 435	10 957 682 266
	Prémigration	82	1 674	0	96 621 746	10 257 985 037
	Out-migration	84	6 794	0	53 106 438	9 334 247 617

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

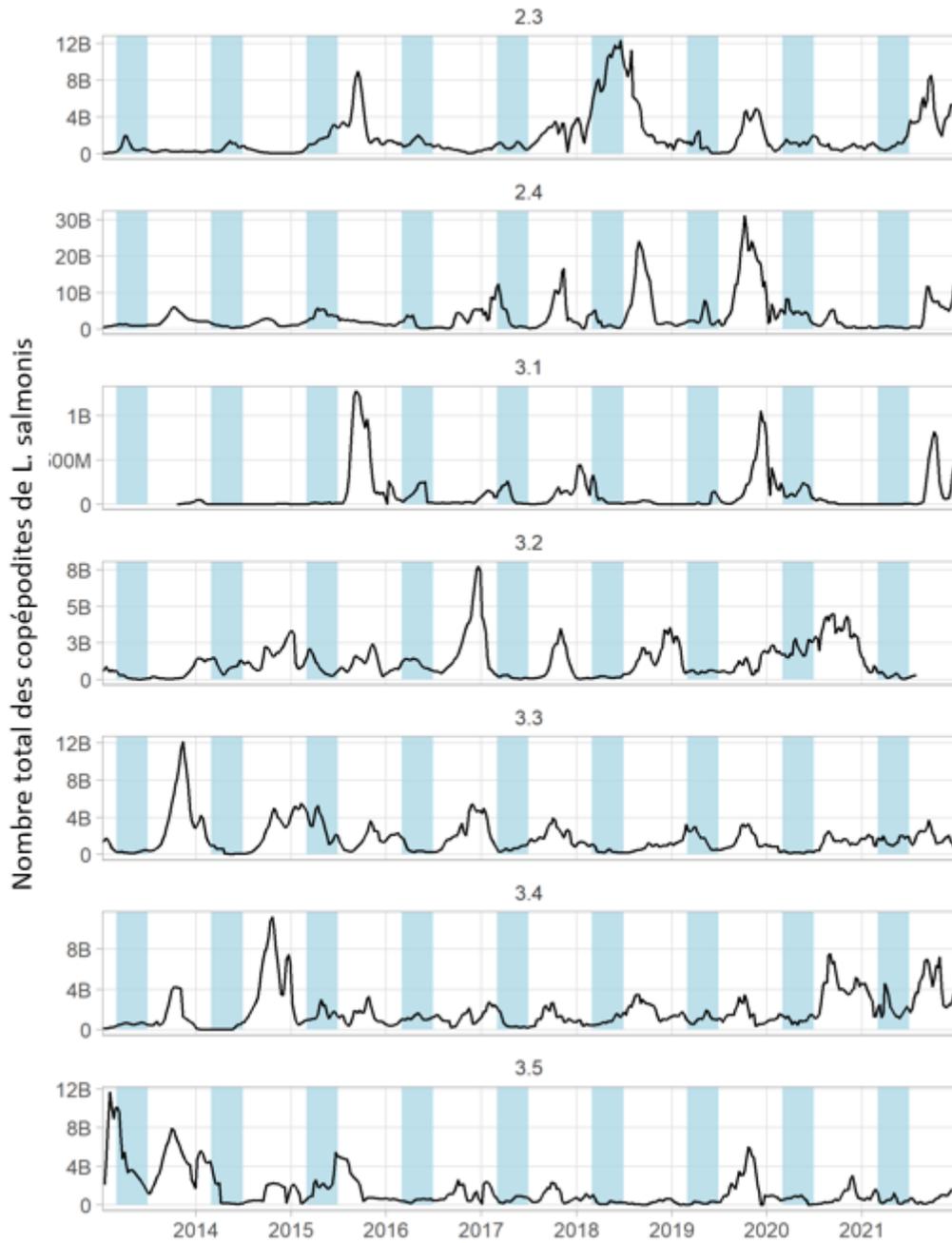


Figure 3. Estimations hebdomadaires de l'ensemble des copépodites de *Lepeophtheirus salmonis* (larves infectieuses) provenant des exploitations dans les sept zones de surveillance de la santé du poisson en Colombie-Britannique entre 2013 et 2021. Les zones en bleu indiquent la période de dévalaison des juvéniles (de mars à juin inclusivement). Notez que l'échelle de l'axe des y varie selon la ZSSP. Notez que l'échelle de l'axe des y varie selon la ZSSP. Les données comprennent un total de 19 422 observations provenant de 84 exploitations. Les mêmes données ont été utilisées pour produire le tableau 3. Descriptions des ZSSP : 2.3 : sud-ouest de l'île de Vancouver, qui comprend la baie Clayoquot, 2.4 : nord-ouest de l'île de Vancouver, qui comprend la baie Quatsino, 3.1 : Sunshine Coast, 3.2 : îles Discovery, 3.3 : archipel Broughton, 3.4 : détroit de la Reine-Charlotte et 3.5 : côte continentale.

Nombre de poux de mer chez le saumon sauvage juvénile du Pacifique en Colombie-Britannique

La présente section résume le dénombrement de *Lepeophtheirus salmonis* chez les espèces de saumon juvénile du Pacifique en Colombie-Britannique.

Sources de données

Le sommaire des chiffres montrant la présence de *L. salmonis* chez le saumon sauvage juvénile du Pacifique était fondé sur des rapports utilisant des méthodes uniformes de collecte des poissons et de dénombrement des poux de mer au moyen d'un examen microscopique de chaque poisson et du signalement de l'abondance des poux de mer sur chaque poisson. D'autres ensembles de données qui ne répondaient pas à ces critères n'ont pas été inclus dans la présente analyse.

Certaines entreprises exploitant des sites de pisciculture marine en Colombie-Britannique, parfois en partenariat avec les Premières Nations, confient à des tiers la surveillance des poux de mer sur le saumon sauvage juvénile lors de sa migration avale. Tous les rapports sont disponibles en ligne sur les sites Web respectifs des entreprises.

Depuis janvier 2022, des rapports sont disponibles pour des relevés effectués dans six régions côtières différentes de la Colombie-Britannique (archipel Broughton, îles Discovery, Port Hardy, côte centrale, baie Clayoquot et baie Quatsino) pendant une partie ou la totalité des années entre 2014 et 2021. Tous les rapports comprennent des statistiques sommaires sur les poux de mer observés sur les poissons capturés au cours des relevés; toutefois, seuls les rapports sur l'archipel Broughton, les îles Discovery, la baie Quatsino et la baie Clayoquot de 2016 à 2021 répondaient aux critères susmentionnés et ont été inclus dans la présente analyse (tableau 4). Par conséquent, le dénombrement des poux de mer sur le poisson sauvage sur lequel se fonde cette analyse comprend des données de mars à juillet dans quatre régions entre 2016 et 2021.

Tableau 4. Résumé des rapports de surveillance des poux de mer sur le saumon sauvage juvénile du Pacifique en Colombie-Britannique fondés sur des études qui ont mené un examen microscopique des dénombrements à l'échelle du poisson. Données résumées en janvier 2022.

Région	Années du relevé	Références	Années avec dénombrements à l'échelle du poisson
Archipel Broughton	2015-2021	MBC (2016a, 2017a, 2018a, 2019a, 2020c)	2016-2021
Îles Discovery (Campbell River)	2016-2021	MBC (2018b, 2019b, 2020a, 2021a)	2017-2021
Baie Quatsino	2015-2021	MBC (2016b, 2017b, 2018c, 2019c, 2020d, 2021b)	2016-2021
Baie Clayoquot	2016-2021	MBC (2016c, 2017c, 2018d, 2019d, 2020b, 2021c)	2016-2021

Hypothèses

Les hypothèses suivantes ont été formulées pour résumer les dénombrements de *L. salmonis* chez le saumon sauvage juvénile du Pacifique :

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

- les chiffres *L. salmonis* calculés à partir d'ensembles de données utilisés représentent des estimations réelles de l'infestation au niveau de la population; et
- on a supposé que les poissons échantillonnés au cours de la même semaine appartenaient à un seul échantillonnage.

Zone d'échantillonnage et description du poisson

La figure 4 indique les quatre secteurs pour lesquels des dénombrements des poux de mer à l'échelle du poisson chez les poissons sauvages étaient disponibles : la baie Clayoquot dans la ZSSP 2.3, la baie Quatsino dans la ZSSP 2.4, les îles Discovery dans la ZSSP 3.2 et l'archipel Broughton dans la ZSSP 3.3.

L'échantillonnage a été effectué de mars à juillet à divers sites et à différents moments entre 2016 et 2021. Au total, 18 824 saumons sauvages juvéniles du Pacifique ont été capturés à l'aide de sennes de plage à divers endroits dans les zones susmentionnées (tableau 5).

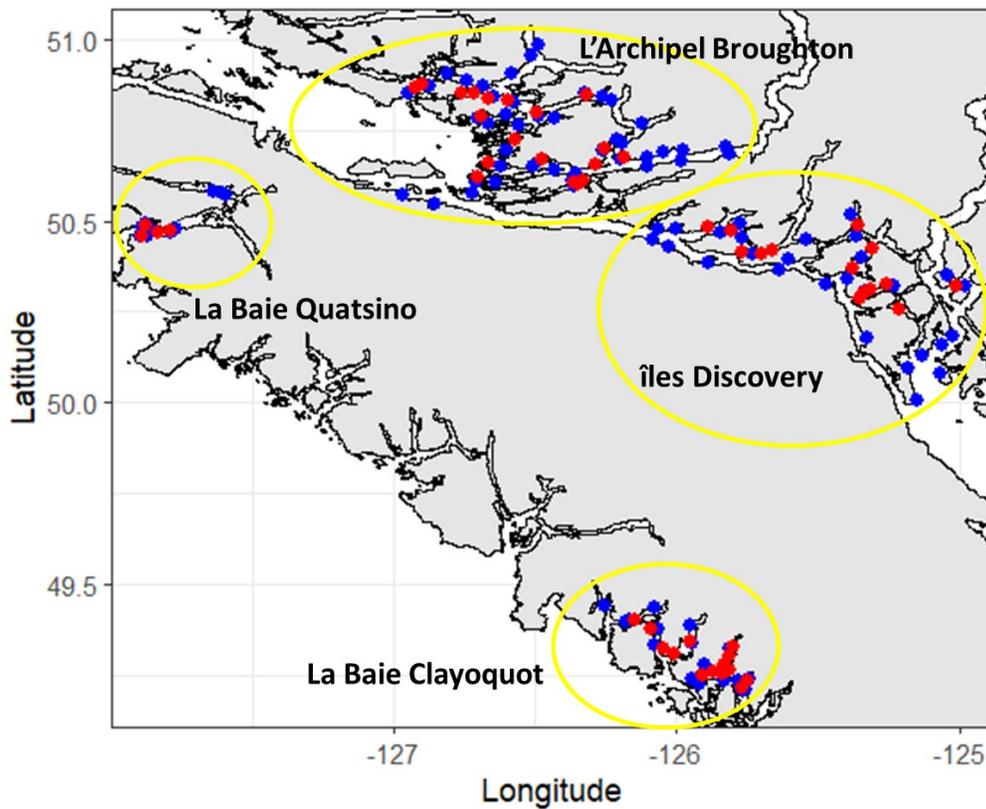


Figure 4. Aires de surveillance, fermes et sites d'échantillonnage des poux de mer sur le saumon sauvage juvénile du Pacifique. Points rouges : emplacements des sites de salmoniculture, points bleus : sites d'échantillonnage du saumon sauvage. Les zones de surveillance chevauchent certaines zones de surveillance de la santé du poisson (ZSSP) : la baie Clayoquot (dans la ZSSP 2.3), la baie Quatsino (dans la ZSSP 3.3), les îles Discovery (dans la ZSSP 3.2) et l'archipel Broughton (dans la ZSSP 3.3). Voir le tableau 4 pour connaître les sources de données pour les dénombrements à l'échelle du poisson. Voir l'annexe D pour une vue rapprochée de chaque zone.

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

Tableau 5. Nombre de saumons sauvages juvéniles du Pacifique pêchés et examinés au microscope pour le dénombrement des poux de mer à l'échelle du poisson dans quatre régions de la Colombie-Britannique de 2016 à 2021. Voir le tableau 4 pour connaître les sources de données.

<i>Région</i>	<i>Espèce</i>	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
<i>Baie Clayoquot (ZSSP 2.3)</i>	Saumon quinnat	0	0	0	0	0	0	0
	Saumon kéta	905	1 122	696	428	696	854	4,701
	Saumon coho	0	84	45	1	29	32	191
	Saumon rose	0	0	1	0	0	0	1
	Saumon rouge	0	38	0	0	0	0	38
	Total		905	1 244	742	429	725	886
<i>Baie Quatsino (ZSSP 2.4)</i>	Saumon quinnat	19	0	6	6	5	3	39
	Saumon kéta	235	479	325	441	302	417	2,199
	Saumon coho	1	58	37	35	79	42	252
	Saumon rose	2	0	0	7	0	1	10
	Saumon rouge	0	0	31	2	0	0	33
	Total		257	537	399	491	386	463
<i>Îles Discovery (ZSSP 3.2)</i>	Saumon quinnat	0	26	79	9	6	0	120
	Saumon kéta	0	942	722	599	564	918	3,745
	Saumon coho	0	88	34	21	33	0	176
	Saumon rose	0	374	434	510	578	848	2,744
	Saumon rouge	0	0	1	2	0	0	3
	Total		0	1 430	1 270	1 141	1 181	1 766
<i>Archipel Broughton (ZSSP 3.3)</i>	Saumon quinnat	0	2	0	1	0	0	3
	Saumon kéta	512	562	281	246	497	249	2,347
	Saumon coho	25	19	11	24	5	0	84
	Saumon rose	430	411	356	230	402	309	2,138
	Saumon rouge	0	0	0	0	0	0	0
	Total		967	994	648	501	904	558
TOTAL DANS TOUTES LES RÉGIONS		2 129	4 205	3 059	2 562	3 196	3 673	18 824

Le reste de la présente analyse portait sur le saumon kéta et le saumon rose, car ensemble, ils représentaient 95 % (17 885 sur 18 824) des saumons sauvages juvéniles du Pacifique échantillonnés (tableau 5). Plus précisément, la présente analyse portait sur le saumon kéta de la baie Clayoquot et de la baie Quatsino, car ils représentaient 95 % (4 701 sur 4 931) et 87 % (2 199 sur 2 533) des poissons échantillonnés, respectivement dans ces régions. Toutefois, cette analyse portait sur le saumon kéta et le saumon rose dans les îles Discovery et l'archipel Broughton, car ces deux types de saumon représentaient respectivement 55 % (3 745 sur 6 788) et 40 % (2 744 sur 6 788) dans les îles Discovery et 51 % (2 347 sur 4 572) et 47 % (2 138 sur 4 572) dans l'archipel Broughton.

Le saumon kéta et le saumon rose juvéniles capturés entre mars et juillet à divers endroits d'échantillonnage en Colombie-Britannique entre 2016 et 2021 allaient de 0,08 à 35 g, avec un poids médian de 0,60 g et un poids moyen de 0,99 g (figure 5). Dans l'ensemble, 95 % de tous

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

les poissons échantillonnés dans les quatre régions pesaient moins de 3 g. Dans les îles Discovery et l'archipel Broughton, le poids des spécimens de saumon kéta échantillonnés avait tendance à être plus lourd que celui du saumon rose. Plus précisément, les poids médians du saumon kéta étaient de 0,60, 0,57, 0,69 et 0,70 g respectivement dans la baie Clayoquot, la baie Quatsino, les îles Discovery et l'archipel Broughton, tandis que les poids médians du saumon rose étaient de 0,48 et 0,52 g respectivement dans les îles Discovery et l'archipel Broughton.

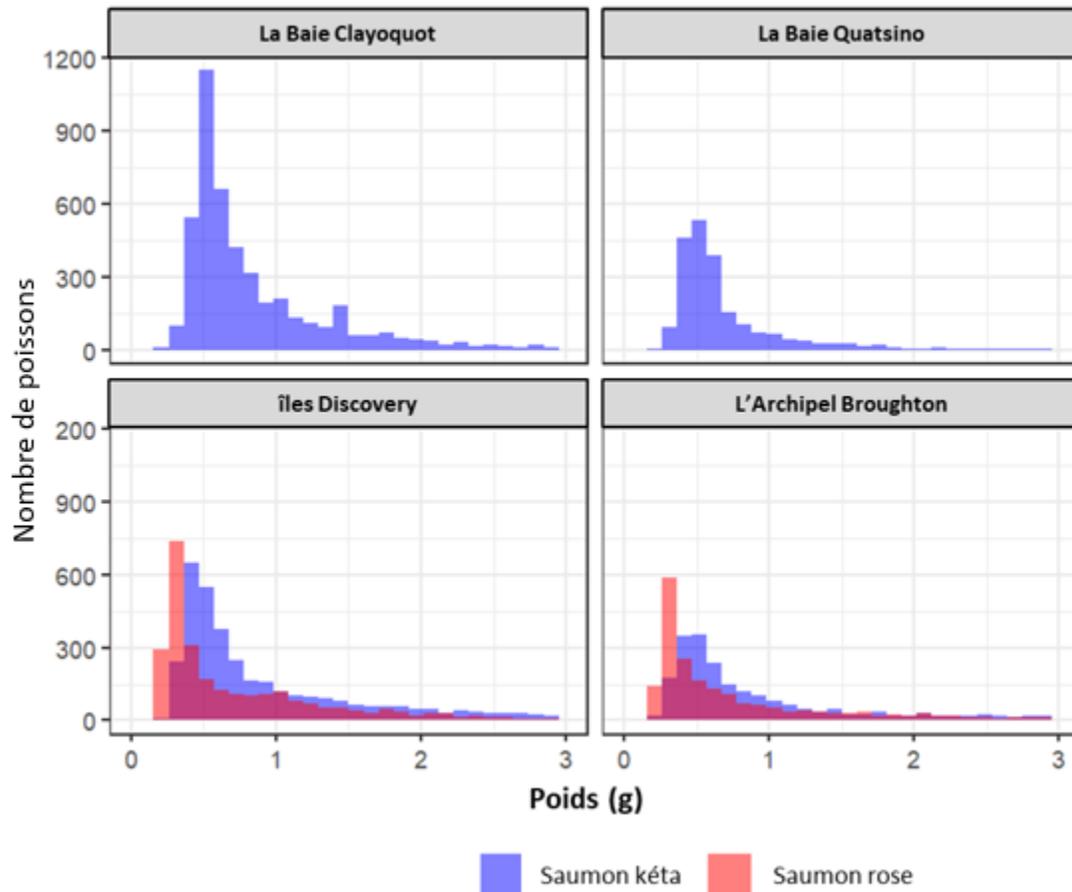


Figure 5. Répartition du poids du saumon kéta (*Oncorhynchus keta*) et du saumon rose (*Oncorhynchus gorbuscha*) échantillonnés entre 2016 et 2021 présentée par zones de surveillance. La baie Clayoquot et la baie Quatsino comprennent uniquement le saumon kéta, tandis que les îles Discovery et l'archipel Broughton comprennent le saumon kéta et le saumon rose. Les répartitions biaisées vers la droite sont observées dans toutes les répartitions. Puisque 95 % de tous les poissons échantillonnés dans les quatre régions pesaient moins de 3 g, les histogrammes sont tronqués à 3 g. Les lignes verticales bleues et rouges représentent les poids médians du saumon kéta et du saumon rose, respectivement. Les zones de surveillance chevauchent partiellement certaines zones de surveillance de la santé des poissons (ZSSP) : la baie Clayoquot (dans la ZSSP 2.3), la baie Quatsino (dans la ZSSP 3.3), les îles Discovery (dans la ZSSP 3.2) et l'archipel Broughton (dans la ZSSP 3.3).

Poux de mer sur le saumon sauvage juvénile du Pacifique

La figure 6 rend compte de la prévalence de l'infestation de poux de mer sur le saumon sauvage juvénile du Pacifique (saumon kéta seulement dans la baie Clayoquot et la baie Quatsino et saumon kéta et saumon rose dans les îles Discovery et l'archipel Broughton). Chaque point représente une prévalence, soit le nombre de poissons infestés divisé par le nombre total de poissons, pour chaque échantillonnage entre 2016 et 2021. Chaque année, des échantillons de poissons ont été prélevés sur plusieurs sites lors de deux à quatre échantillonnages dans chacune des quatre régions.

Des niveaux relativement plus élevés de prévalence de l'infestation de *L. salmonis* ont été observés dans la baie Clayoquot comparativement aux trois autres régions (tableau 6). Les niveaux d'infestation sur le saumon kéta dans la baie Clayoquot variaient également selon l'année, les niveaux les plus élevés ayant été signalés en 2018.

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

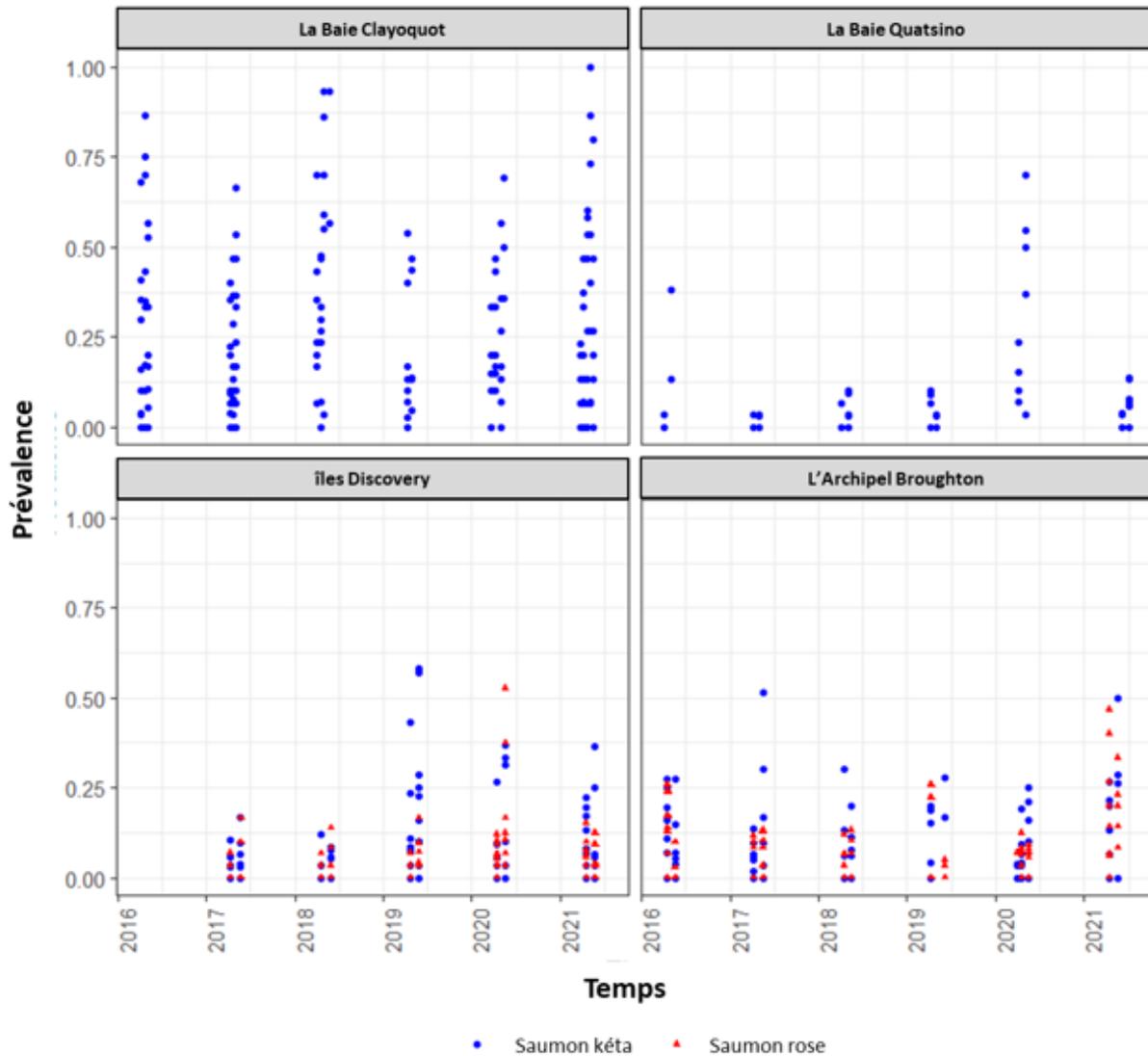


Figure 6. Prévalence du *Lepeophtheirus salmonis* sur le saumon keta juvénile (*Oncorhynchus keta*) et le saumon rose (*Oncorhynchus gorbuscha*) pour chaque échantillonnage entre 2016 et 2021. La baie Clayoquot et la baie Quatsino comprennent uniquement le saumon keta, tandis que les îles Discovery et l'archipel Broughton comprennent le saumon keta (points bleus) et le saumon rose (triangles rouges). La prévalence est le nombre de poissons infestés divisé par le nombre total de poissons dans un échantillonnage. Sources des données : Rapports de surveillance des poux de mer sur le saumon sauvage juvénile effectués par Mainstream Biological Consulting (voir le tableau 4 pour les références).

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

Tableau 6. Prévalence de l'infestation de *Lepeophtheirus salmonis* sur le saumon kéta juvénile (*Oncorhynchus keta*) et le saumon rose (*Oncorhynchus gorbuscha*) pendant les échantillonnages entre 2016 et 2021. La prévalence est la proportion de poissons infestés par rapport au nombre total de poissons échantillonnés lors d'un échantillonnage. La prévalence dans la baie Clayoquot et la baie Quatsino provient uniquement du saumon kéta, tandis que dans les îles Discovery et l'archipel Broughton, elle provient du saumon kéta et du saumon rose. Les mêmes données ont été utilisées à la figure 6. Le nombre total de poissons examinés chaque année, les espèces et les régions figurent au tableau 5. Sources des données : Rapports de surveillance des poux de mer sur le saumon sauvage juvénile effectués par Mainstream Biological Consulting (voir le tableau 4 pour les références).

Région	Espèce de saumon		Année						Toutes
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Baie Clayoquot	Kéta	Min	0	0	0	0	0	0	0
		Moy	0,29	0,19	0,41	0,18	0,22	0,23	0,25
		Max	0,87	0,67	0,93	0,54	0,69	1	1
		N	30	39	25	15	26	56	191
Baie Quatsino	Kéta	Min	0	0	0	0	0,03	0	0
		Moy	0,09	0,02	0,02	0,02	0,29	0,05	0,07
		Max	0,37	0,03	0,1	0,1	0,7	0,17	0,7
		N	8	15	11	16	10	15	75
Îles Discovery	Kéta	Min	-	0	0	0	0	0	0
		Moy	-	0,03	0,02	0,17	0,09	0,06	0,07
		Max	-	0,17	0,12	0,58	0,37	0,37	0,58
		N	-	33	22	19	20	31	125
	Rose	Min	-	0	0	0	0	0	0
		Moy	-	0,02	0,02	0,05	0,1	0,03	0,05
		Max	-	0,17	0,14	0,17	0,53	0,15	0,53
		N	-	15	16	17	22	28	98
Archipel Broughton	Kéta	Min	0	0	0	0	0	0	0
		Moy	0,11	0,1	0,1	0,09	0,07	0,15	0,1
		Max	0,28	0,52	0,3	0,28	0,25	0,5	0,52
		N	16	19	9	11	18	14	87
	Rose	Min	0	0	0	0	0	0	0
		Moy	0,11	0,06	0,06	0,07	0,06	0,15	0,09
		Max	0,26	0,13	0,13	0,26	0,12	0,47	0,47
		N	14	15	11	8	16	18	82

Dans l'ensemble, 88 % des cas de *L. salmonis* observés sur le saumon juvénile sauvage étaient des copépodites et des chalimus, et 12 % étaient des préadultes ou des adultes (figure 7). Cela suggère une courte période entre le moment où les poissons ont été infestés de parasites et le moment où ils ont été pêchés.

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

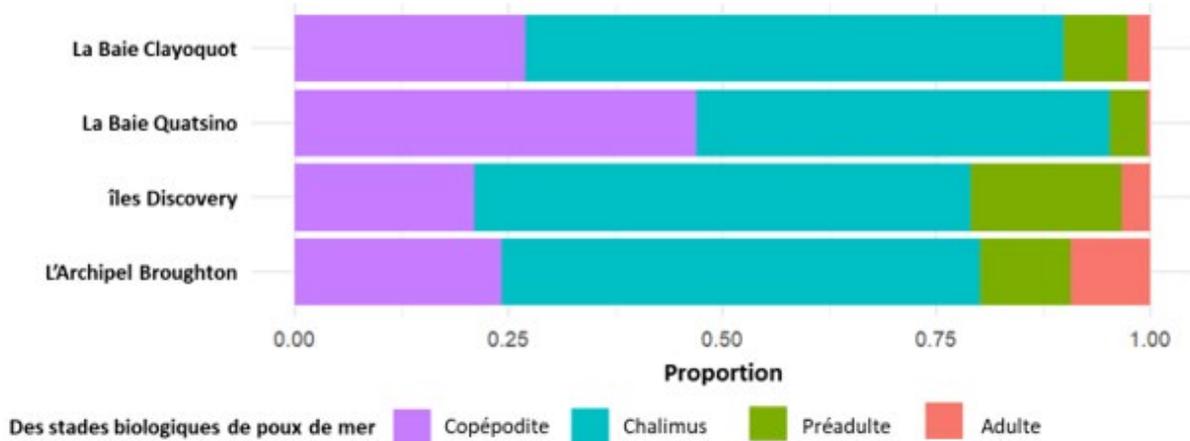


Figure 7. La proportion des stades biologiques de *Lepeophtheirus salmonis* observée sur le saumon keta sauvage juvénile (*Oncorhynchus keta*) et le saumon rose (*Oncorhynchus gorbuscha*) capturés dans quatre régions de la Colombie-Britannique entre 2016 et 2021. Les dénombrements dans la baie Clayoquot et la baie Quatsino proviennent uniquement du saumon keta, tandis que dans les îles Discovery et l'archipel Broughton, ils proviennent du saumon keta et du saumon rose.

Association entre les infestations de poux de mer des fermes d'élevage de saumon atlantique et les infestations sur le saumon sauvage juvénile du Pacifique en Colombie-Britannique.

Nous avons exploré l'association statistique entre les copépodites de *L. salmonis* provenant des fermes d'élevage sur le saumon atlantique et l'occurrence des stades copépodite et chalimus de *L. salmonis* sur le saumon sauvage juvénile du Pacifique à la baie Clayoquot, à la baie Quatsino, aux îles Discovery et à l'archipel Broughton (figure 4). L'annexe D contient des cartes à résolution élevée des sites d'échantillonnage du saumon juvénile sauvage du Pacifique et des fermes d'élevage de saumon atlantique dans chaque région (figure 12, figure 13, figure 14 et figure 15).

Sources de données

Les données des deux premières sections ont été compilées pour les analyses de la présente section. Par conséquent, cette analyse a exigé des périodes pour le dénombrement des poux de mer dans les fermes d'élevage du saumon atlantique et sur le saumon sauvage du Pacifique, ce qui est fondé sur le dénombrement des poux de mer au cours des mois de mars à juillet entre 2016 et 2021.

Consultez l'annexe E pour connaître les méthodes d'estimation de la pression globale de l'infestation de *L. salmonis* à chaque site d'échantillonnage et l'annexe F pour obtenir des détails sur le modèle logistique à effets mixtes.

Hypothèses

Les hypothèses suivantes ont été formulées pour évaluer l'association entre la pression de l'infestation de *L. salmonis* provenant des fermes d'élevage de saumon atlantique et la probabilité d'infestation de *L. salmonis* sur le saumon sauvage juvénile en C.-B. :

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

- le site d'échantillonnage du saumon sauvage juvénile est l'emplacement de l'infestation de *L. salmonis*;
- le nombre total de copépodites au cours d'une semaine donnée comprend les protopléons qui sont devenus des copépodites cette semaine-là et les copépodites des semaines précédentes qui ont survécu jusqu'à cette semaine-là et qui sont restés infectieux;
- les conditions environnementales observées dans les fermes sont typiques des conditions environnementales dans les régions;
- la pression de l'infestation de poux de mer naturels est uniforme dans une zone;
- le saumon rose et le saumon kéta juvéniles sont tout aussi sensibles à l'infestation de *L. salmonis*.

Pression de l'infestation des fermes d'élevage et prévalence chez les poissons sauvages

Pour associer la pression de l'infestation de poux de mer provenant des fermes d'élevage de saumon atlantique et la probabilité d'infestation de *L. salmonis* sur le saumon sauvage juvénile, nous avons estimé le nombre de copépodites infectieux résultant des infestations sur le saumon d'élevage.

Tout d'abord, la pression de l'infestation a été estimée en fonction du nombre de copépodites infectieux tirés des infestations dans les fermes d'élevage du saumon atlantique à une heure précise et selon la distance entre les sites d'échantillonnage du saumon sauvage et les fermes d'élevage de saumon atlantique voisines dans un rayon de 30 km de la voie maritime. Par conséquent, la pression de l'infestation est une estimation de la charge de poux de mer attribuable aux exploitations avoisinantes de saumon atlantique dans un rayon de 30 km à un endroit et à un moment d'échantillonnage précis.

Ensuite, la prévalence du saumon sauvage du Pacifique a été calculée en utilisant les données d'échantillonnage du saumon sauvage juvénile en dévalaison (voir la section précédente). Pour chaque échantillonnage de saumons juvéniles sauvages, 23 poissons ont été pêchés et examinés en moyenne. Les poissons capturés lors de chaque échantillonnage (lieu, semaine de l'année et année) ont été considérés comme une combinaison unique du site d'échantillonnage du saumon sauvage, de l'année et de la semaine d'échantillonnage. La prévalence a été calculée en divisant le nombre de poissons infectés par le nombre de poissons échantillonnés à chaque ronde d'échantillonnage.

Après avoir calculé la prévalence à chaque moment et à chaque emplacement d'échantillonnage, on a obtenu une pression d'infestation correspondant au moment et à l'emplacement de la prévalence. Par conséquent, chaque unité analytique représente une combinaison unique du site, de l'année et de la semaine de l'échantillonnage avec une valeur de la pression de l'infestation et de la prévalence du saumon sauvage du Pacifique.

La figure 8 présente le nombre de combinaisons uniques de prévalence nulle ou non nulle pour le saumon sauvage du Pacifique. La proportion de prévalence nulle, c'est-à-dire la proportion sans poisson infesté de *L. salmonis*, dans toutes les combinaisons uniques, était de 0,17, 0,41, 0,45 et 0,28 pour la baie Clayoquot, la baie Quatsino, les îles Discovery et l'archipel Broughton, respectivement.

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

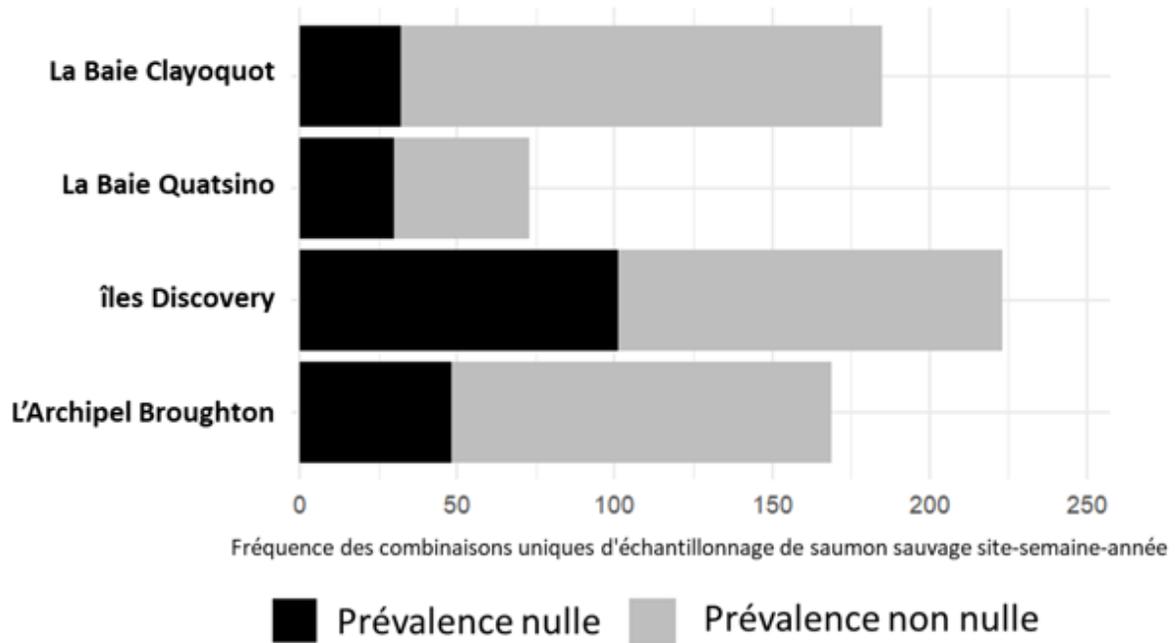


Figure 8. Fréquence de prévalence nulle et non nulle de l'infestation de *Lepeophtheirus salmonis* sur le saumon kéta (*Oncorhynchus keta*) et le saumon rose (*Oncorhynchus gorbuscha*) juvéniles pour des combinaisons uniques de site, de semaine et d'année d'échantillonnage. La baie Clayoquot et la baie Quatsino comprennent uniquement le saumon kéta, tandis que les îles Discovery et l'archipel Broughton comprennent le saumon kéta et le saumon rose. Les zones noires et grises représentent respectivement une prévalence nulle et une prévalence non nulle.

Modèle de régression logistique

La forte proportion de valeurs de prévalence nulle sur le saumon sauvage du Pacifique a indiqué l'application d'un modèle de régression logistique pour examiner la relation entre la pression de l'infestation des fermes d'élevage du saumon atlantique (pression de l'infestation) et la prévalence des poux de mer sur le saumon sauvage. Dans ce modèle, la prévalence est exprimée par zéro (si la prévalence = 0) ou par non nulle (si la prévalence > 0) à chaque site, année et semaine d'échantillonnage.

Alors que le saumon kéta est l'espèce dominante pêchée dans la baie Clayoquot et la baie Quatsino, le saumon kéta et le saumon rose représentent ensemble au moins 95 % des poissons pêchés dans les îles Discovery et l'archipel Broughton. L'incidence des espèces de poissons sur la probabilité prédite de l'infestation du saumon sauvage juvénile du Pacifique en dévalaison a été incluse initialement dans le modèle et s'est révélée non significative tant dans les îles Discovery que dans l'archipel Broughton ($P = 0,83$ et $P = 0,94$, respectivement). Dans ces régions, le saumon kéta et le saumon rose ont donc été analysés ensemble pour les autres analyses.

Compte tenu de l'augmentation des valeurs de la pression de l'infestation, la probabilité prédite d'occurrence d'infestation approche de 1, ce qui signifie que les saumons sauvages du Pacifique recueillis dans ces conditions sont plus susceptibles de contenir au moins un poisson infesté. Toutefois, compte tenu des larges intervalles de confiance, cette association doit être interprétée avec prudence.

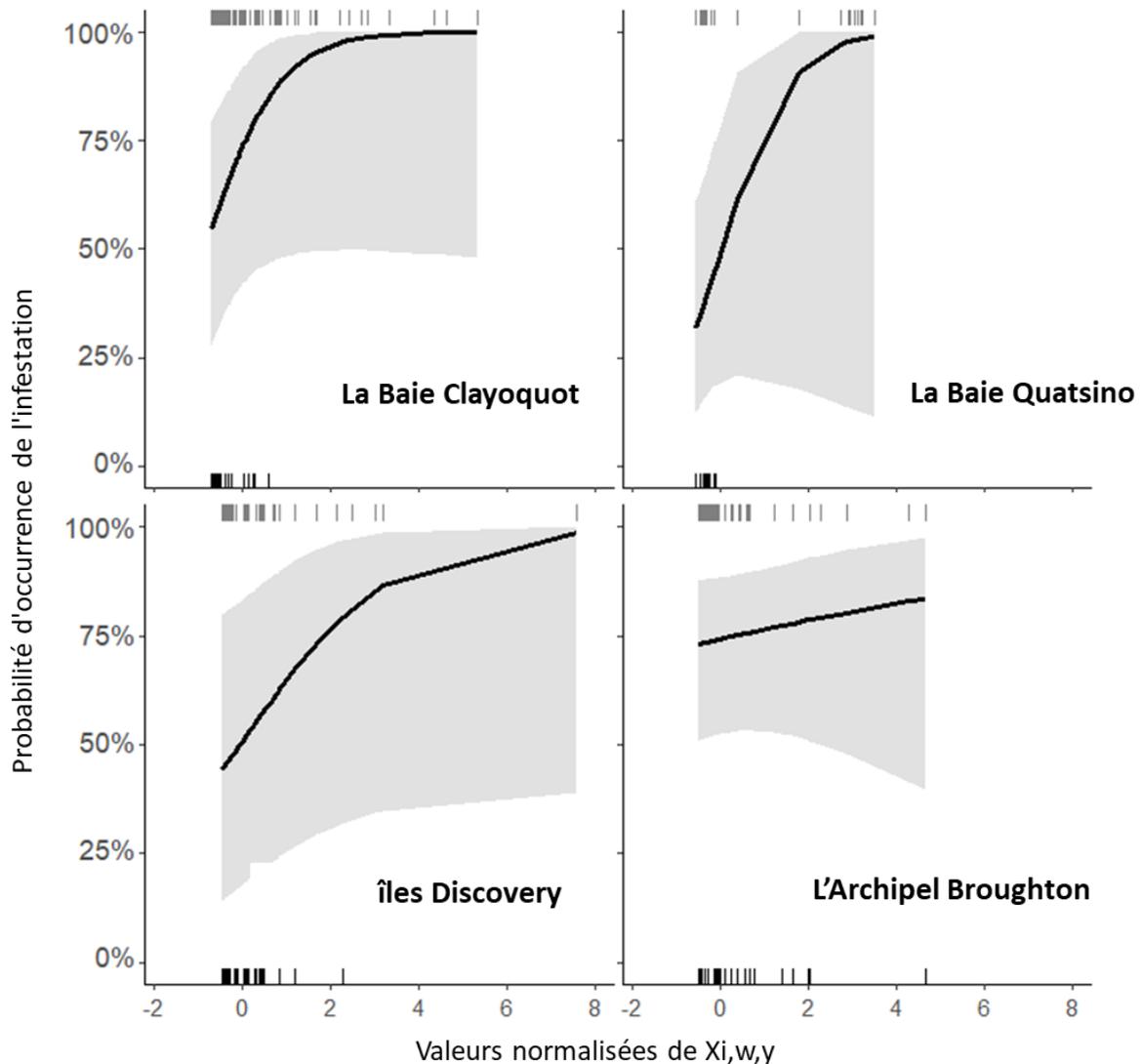


Figure 9. Les graphiques des marges fondés sur la régression logistique illustrant la relation entre la pression normalisée de l'infestation de *Lepeophtheirus salmonis* (la principale variable prédictive d'intérêt, $X_{i,w,y}$) des fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) (axe des X) sur la probabilité prédite d'occurrence de l'infestation sur le saumon kéta (*Oncorhynchus keta*) et le saumon rose (*Oncorhynchus gorbuscha*) juvéniles sauvages en dévalaison (axe des Y). La zone grise représente l'intervalle de confiance de 95 % autour de la ligne de prédiction (en noir). Les amorces au haut et au bas des graphiques indiquent une prévalence nulle (en bas) et non nulle (en haut) de l'infestation de *L. salmonis* lors d'un échantillonnage unique de saumon sauvage. La baie Clayoquot et la baie Quatsino comprennent uniquement les infestations du saumon kéta, tandis que les îles Discovery et l'archipel Broughton comprennent les infestations du saumon kéta et du saumon rose.

Une probabilité croissante d'occurrence de l'infestation avec des valeurs normalisées croissantes de pression de l'infestation a été observée dans les quatre régions, bien que les intervalles de confiance des quatre régions soient considérablement plus larges (c.-à-d. régions grises dans la figure 9). Cette constatation indique qu'une association positive (c.-à-d. les

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

valeurs positives du coefficient au tableau 7) a été observée entre la pression de l'infestation attribuable aux copépodites provenant des fermes d'élevage de saumons de l'Atlantique et la probabilité d'occurrence d'infestations de *L. salmonis* dans tout échantillonnage de saumons juvéniles en dévalaison (figure 9). Toutefois, cette association n'a pas atteint le seuil de signification statistique de 0,05 dans les quatre régions (valeurs p dans le tableau 7), de sorte que l'occurrence de l'infestation de *L. salmonis* chez les saumons juvéniles sauvages du Pacifique en migration ne peut être expliquée uniquement par la pression de l'infestation de copépodites provenant des fermes d'élevage. D'autres travaux sont nécessaires pour vérifier la validité des hypothèses du modèle et cerner d'autres facteurs qui pourraient être pertinents pour comprendre cette association.

*Tableau 7. Résultats des coefficients de pression d'infestation ($X_{i,w,y}$) dans les modèles de régression logistique évaluant l'effet de la pression d'infestation ($X_{i,w,y}$) de *Lepeophtheirus salmonis* des fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) sur le logarithme de l'occurrence de l'infestation avec la même espèce de poux de mer sur le saumon kéta (*Oncorhynchus keta*) et le saumon rose (*Oncorhynchus gorbuscha*) juvéniles en dévalaison (Y). La baie Clayoquot et la baie Quatsino comprennent uniquement le saumon kéta, tandis que les îles Discovery et l'archipel Broughton comprennent le saumon kéta et le saumon rose.*

Région	Coefficient	Intervalle de confiance à 95 %	Valeur p
Baie Clayoquot	1,19	-0,06 ~ 2,43	0,06
Baie Quatsino	1,30	-0,34 ~ 2,95	0,12
Îles Discovery	0,57	-0,03 ~ 1,17	0,06
Archipel Broughton	0,12	-0,25 ~ 0,50	0,52

Discussion

Nos analyses ont fourni des estimations quantitatives de l'association entre le nombre hebdomadaire de copépodites de *L. salmonis* provenant des exploitations dans le milieu marin en Colombie-Britannique et leur contribution aux infestations de saumons sauvages juvéniles du Pacifique selon les seuils de gestion des fermes actuels. Nous avons constaté une association positive, mais négligeable sur le plan statistique dans les quatre régions étudiées.

Des recherches antérieures menées en Colombie-Britannique ont modélisé les interactions des poux de mer entre le saumon d'élevage et le saumon sauvage juvénile en dévalaison. Nekouei *et al.* (2018) ont utilisé une approche semblable pour analyser le nombre de poux de mer du saumon d'élevage et du saumon sauvage du Pacifique sur une période de 10 ans (2007 à 2016) dans la région de Muchalat Inlet, située dans la zone ZSSP 2.4, en Colombie-Britannique (annexe E). Ces auteurs ont signalé un lien positif important entre l'abondance de poux de mer dans les fermes et la probabilité que les poissons sauvages soient infestés. Les données de Muchalat Inlet n'étaient pas disponibles pour la présente analyse. Rees *et al.* (2015) ont utilisé un modèle statistique pour décrire les variables influant sur les schémas spatiaux des infestations de poux de mer (*L. salmonis* et *C. clemensi*) chez les saumons sauvages et les saumons d'élevage dans la région de l'archipel Broughton, en Colombie-Britannique. En moyenne, ils ont constaté que les infestations sur le saumon d'élevage et le saumon sauvage étaient corrélées dans un rayon de 30 km. À l'instar de notre analyse, ces études antérieures étaient fondées sur des données exhaustives de nombreuses années et de multiples exploitations et emplacements d'échantillonnage du saumon sauvage dans diverses conditions,

mais elles n'ont été menées que dans une seule région. Toutes les régions visées par la présente étude ont leurs propres caractéristiques géographiques et hydrodynamiques uniques, ainsi que leur nombre et leur répartition des cours d'eau natals du saumon sauvage et des interactions écologiques hôte-parasite qui influenceront sur la relation entre les poux de mer dans les fermes d'élevage et sur le saumon sauvage.

En revanche, un certain nombre d'études ont utilisé des dénombrements des poux de mer sur le saumon sauvage du Pacifique échantillonné avant et après la migration au-delà des fermes d'élevage de saumon pour estimer l'incidence des fermes sur l'abondance des poux de mer sur le saumon sauvage (Morton *et al.* 2004; Krkosek *et al.* 2005; Price *et al.* 2011). En général, ces études ont utilisé des modèles ou des approches statistiques pour évaluer les effets des fermes d'élevage de saumons sur les infestations de poux de mer chez les poissons sauvages. Avec ou sans infestation de poux de mer dans les fermes ou données environnementales, ces études ont révélé une augmentation de l'infestation de poux de mer (*L. salmonis* ou *C. clémensi*) sur le saumon sauvage après la migration au-delà d'une ferme d'élevage de saumon ou plus qu'elles attribuaient à ces fermes.

Dans la présente étude, la disponibilité de données à l'échelle de la ferme a permis de mieux estimer l'association entre les poux de mer dans les fermes d'élevage de saumon et les infestations de poux de mer sur le saumon sauvage du Pacifique. Pour évaluer cette association sur plusieurs années, nous avons utilisé des données sur les poux de mer provenant de multiples fermes d'élevage de saumon atlantique et des dénombrements des poux de mer sur des poissons sauvages échantillonnés à des distances connues des fermes avoisinantes dans les quatre zones étudiées. Toutefois, des hypothèses ont été formulées lors de l'élaboration de ces avis, et certaines de ces hypothèses comportent des incertitudes. Par exemple, les sites d'échantillonnage du saumon sauvage peuvent ne pas avoir été le site d'infestation dans tous les cas; la mortalité des stades de *L. salmonis* en nage libre attribuable à d'autres causes que la salinité s'est probablement produite; ou les conditions environnementales vécues par le saumon sauvage et les stades larvaires des poux de mer diffèrent probablement de celles signalées dans les fermes. De plus, nos analyses ont été limitées par l'exclusion de facteurs comme l'influence des processus hydrodynamiques à proximité des fermes salmonicoles et l'occurrence de sources de poux de mer autres que les fermes.

Conclusions

Le nombre de femelles adultes de *Lepeophtheirus salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique et le nombre correspondant de copépodites libérés des fermes d'élevage de saumon atlantique étaient les plus faibles pendant la période de dévalaison comparativement au reste de l'année dans toutes les zones de surveillance de la santé du poisson.

La prévalence moyenne de *L. salmonis* sur le saumon rose et le saumon kéta juvéniles sauvages à la baie Clayoquot, à la baie Quatsino, aux îles Discovery et à l'archipel Broughton variait selon l'année et la zone d'échantillonnage. Pour toutes ces années, la prévalence moyenne de l'infestation de *L. salmonis* était la plus élevée chez le saumon kéta juvénile sauvage dans la baie Clayoquot et la plus faible chez le saumon kéta et le saumon rose aux îles Discovery. Dans l'ensemble, la plupart des *L. salmonis* observés chez le saumon sauvage juvénile étaient des copépodites et des chalimus.

Aucune association statistiquement significative n'a été observée entre la pression d'infestation attribuable aux fermes d'élevage de saumon atlantique et la probabilité d'infestations de

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

L. salmonis chez le saumon kéta et le saumon rose juvéniles sauvages dans la baie Clayoquot, la baie Quatsino, les îles Discovery et l'archipel Broughton. Toutefois, les données suggèrent une tendance positive dans toutes les zones étudiées. L'absence de signification statistique implique que la présence d'infestation de *L. salmonis* chez des saumons juvéniles sauvages du Pacifique en migration ne peut s'expliquer uniquement par la pression de l'infestation des copépodites provenant des fermes.

D'autres travaux sont nécessaires pour déterminer comment peaufiner les activités de surveillance des poux de mer chez le saumon sauvage afin d'améliorer les approches de modélisation. Les principales incertitudes pourraient être résolues en vérifiant la validité des hypothèses du modèle en cernant d'autres facteurs environnementaux, physiques et biologiques pertinents. Conjuguées à cette réponse scientifique, ces analyses contribueront à poursuivre les travaux d'évaluation des risques liés aux seuils de minimisation de l'incidence sur le poisson sauvage et à prendre en compte ces seuils.

Collaborateurs

Nom et affiliation

- Derek Price, région du Pacifique, Division de la gestion de l'aquaculture
- Jaewoon Jeong, RCN, Sciences réglementaires de l'aquaculture
- Caroline Mimeault, RCN, Sciences réglementaires de l'aquaculture
- Simon Jones, région du Pacifique, Sciences réglementaires de l'aquaculture
- Stewart Johnson, région du Pacifique, Sciences réglementaires de l'aquaculture
- Jay Parsons, RCN, Sciences réglementaires de l'aquaculture
- Lily Weber, RCN, Sciences réglementaires de l'aquaculture
- Laura Sitter, région du Pacifique, Division de la gestion de l'aquaculture
- Adrienne Paylor, région du Pacifique, Division de la gestion de l'aquaculture
- Kerra Shaw, RCN, Sciences réglementaires de l'aquaculture
- Michael Ott, RCN, Gestion de l'aquaculture
- Crawford Revie, Département d'informatique et des sciences de l'information, Université de Strathclyde, Glasgow, R.-U.
- Estelle Couture, RCN, Secrétariat canadien des avis scientifiques
- Joclyn Paulic, O et P, Secrétariat canadien des avis scientifiques
- Colin McGowan, RCN, Sciences réglementaires de l'aquaculture

Approuvé par

David Morin
Directeur général, Sciences stratégiques et réglementaires
MPO – Région de la capitale nationale
Ottawa (Ontario)

Date : le 8 août 2022

Sources de renseignements

- Bricknell, I. R., Dalesman, S. J., O'Shea, B., Pert, C. C. and Luntz, A. J. M. 2006. Effect of environmental salinity on sea lice *Lepeophtheirus salmonis* settlement success. Dis. Aquat. Organ. 71(3): 201-212.
- Groner, M. L., McEwan, G. F., Rees, E. E., Gettinby, G. and Revie, C. W. 2016. Quantifying the influence of salinity and temperature on the population dynamics of a marine ectoparasite. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 73(8): 1281-1291.
- Hamre, L., Eichner, C., Caipang, C. M., Dalvin, S., Bron, J., Nilsen, F., Boxshall, G. and Skern-Mauritzen, R. 2013. The salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) life cycle has only two chalimus stages. PLoS One 8: e73539.

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

- Hamre, L. A., Bui, S., Oppedal, F., Skern-Mauritzen, R. and Dalvin, S. 2019. Development of the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* parasitic stages in temperatures ranging from 3 to 24°C. *Aquacult. Env. Interac.* 11: 429-443.
- Heuch, P. A., Nordhagen, J. R. and Schram, T. A. 2000. Egg production in the salmon louse [*Lepeophtheirus salmonis* (Krüyer)] in relation to origin and water temperature. *Aquacul. Res.* 31: 805-814.
- Johnson, S. C. and Albright, L. J. 1991. The developmental stages of *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837) (Copepoda: Caligidae). *Can. J. Zool.* 69(4): 929-950.
- Johnson, S. C., Treasurer, J. W., Bravo, S., Nagasawa, K. and Kabata, Z. 2004. A review of the impact of parasitic copepods on marine aquaculture. *Zool Stud* 43(2): 229-243.
- Jones, S. and Johnson, S. 2015. Biology of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus* spp., in western and eastern Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/019. v + 18 p.
- Krkosek, M., Lewis, M. A. and Volpe, J. P. 2005. Transmission dynamics of parasitic sea lice from farm to wild salmon. *P Roy Soc B-Biol Sci* 272(1564): 689-696.
- Marty, G. D., Saksida, S. M. and II, T. J. Q. 2010. Relationship of farm salmon, sea lice, and wild salmon populations. *PNAS* 107(52): 22599–22604.
- MBC. 2016a. Wild juvenile salmonid monitoring program Broughton Archipelago. 2016. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 71 p.
- MBC. 2016b. Wild juvenile salmonid monitoring program Quatsino Sound, BC. 2016. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 45 p.
- MBC. 2016c. [Wild juvenile salmonid monitoring program: Clayoquot Sound, BC, 2016](#). Prepared for Cermaq Canada. Mainstream Biological Consulting. Campbell River, BC. 49 p.
- MBC. 2017a. Wild juvenile salmonid monitoring program Broughton Archipelago. 2017. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 73 p.
- MBC. 2017b. Wild juvenile salmonid monitoring program Quatsino Sound, BC. 2017. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 50 p.
- MBC. 2017c. [Wild juvenile salmonid monitoring program: Clayoquot Sound, BC, 2017](#). Prepared for Cermaq Canada. Mainstream Biological Consulting. Campbell River, BC. 69 p.
- MBC. 2018a. Wild juvenile salmonid monitoring program Broughton Archipelago. 2018. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 68 p.
- MBC. 2018b. Wild juvenile salmonid monitoring program Discovery Islands 2018. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 123 p.
- MBC. 2018c. Wild juvenile salmonid monitoring program Quatsino Sound, BC. 2018. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 53 p.
- MBC. 2018d. [Wild juvenile salmonid monitoring program: Clayoquot Sound, BC, 2018](#). Prepared for Cermaq Canada. Mainstream Biological Consulting. Campbell River, BC. 61 p.
- MBC. 2019a. Wild juvenile salmonid monitoring program Broughton Archipelago. 2019. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 69 p.
- MBC. 2019b. Wild juvenile salmonid monitoring program Discovery Islands 2019. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 109 p.

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

- MBC. 2019c. Wild juvenile salmonid monitoring program Quatsino Sound, BC. 2019. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 55 p.
- MBC. 2019d. [Wild juvenile salmonid monitoring program: Clayoquot Sound, BC, 2019](#). Prepared for Cermaq Canada. Mainstream Biological Consulting. Campbell River, BC. 59 p.
- MBC. 2020a. Wild juvenile salmonid monitoring program 2020. Discovery Islands, BC. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 103 p.
- MBC. 2020b. [Wild juvenile salmonid monitoring program 2020: Clayoquot Sound, BC](#). Prepared for Cermaq Canada. Mainstream Biological Consulting. Campbell River, BC. 56 p.
- MBC. 2020c. Wild juvenile salmonid monitoring program Broughton Archipelago. 2020. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 69 p.
- MBC. 2020d. Wild juvenile salmonid monitoring program Quatsino Sound, BC. 2020. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 50 p.
- MBC. 2021a. Wild juvenile salmonid monitoring program 2021. Discovery Islands, BC. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 98 p.
- MBC. 2021b. Wild juvenile salmonid monitoring program Quatsino Sound, BC. 2021. Campbell River, BC. Mainstream Biological Consulting. 52 p.
- MBC. 2021c. [Wild juvenile salmonid monitoring program, 2021](#): Clayoquot Sound, BC. Prepared for Cermaq Canada. Mainstream Biological Consulting. Campbell River, BC. 61 p.
- Morton, A., Routledge, R., Peet, C. and Ladwig, A. 2004. Sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infection rates on juvenile pink (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum (*Oncorhynchus keta*) salmon in the nearshore marine environment of British Columbia, Canada. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61(2): 147-157.
- MPO. 2022a. [Le dénombrement des poux du poisson par l'industrie aux sites d'aquaculture de poissons marins de la C.-B.](#) Pêches et Océans Canada.
- MPO. 2022b. Permis d'aquaculture de poissons marins de la Colombie-Britannique et conditions de permis. Gestion de l'aquaculture region du Pacifique. Pêches et Océans Canada. 68 p.
- Nekouei, O., Vanderstichel, R., Thakur, K., Arriagada, G., Patanasatienkul, T., Whittaker, P., Milligan, B., Stewardson, L. and Revie, C. W. 2018. Association between sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infestation on Atlantic salmon farms and wild Pacific salmon in Muchalat Inlet, Canada. Sci. Rep. 8: 1-11.
- Price, M. H., Proboszcz, S. L., Routledge, R. D., Gottesfeld, A. S., Orr, C. and Reynolds, J. D. 2011. Sea louse infection of juvenile sockeye salmon in relation to marine salmon farms on Canada's west coast. 6(2): e16851.
- Rees, E. E., St-Hilaire, S., Jones, S. R. M., Krkosek, M., DeDominicis, S., Foreman, M. G. G., Patanasatienkul, T. and Revie, C. W. 2015. Spatial patterns of sea lice infection among wild and captive salmon in western Canada. Landscape Ecol 30(6): 989-1004.
- Saksida, S., Bricknell, I., Robinson, S. and Jones, S. 2015. Population ecology and epidemiology of sea lice in Canadian waters. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/004. v + 34 p.

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

- Saksida, S. M., Greba, L., Morrison, D. and Revie, C. W. 2011. Sea lice on wild juvenile Pacific salmon and farmed Atlantic salmon in the northernmost salmon farming region of British Columbia. 320(3-4): 193-198.
- Samsing, F., Oppedal, F., Dalvin, S., Johnsen, I., Vågseth, T. and Dempster, T. 2016. Salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) development times, body size, and reproductive outputs follow universal models of temperature dependence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 73(12): 1841-1851.
- Samsing, F., Oppedal, F., Dalvin, S., Johnsen, I., Vågseth, T. and Dempster, T. 2018. Corrigendum: Salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) development times, body size, and reproductive outputs follow universal models of temperature dependence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 75: 329.
- Shephard, S. and Gargan, P. 2017. Quantifying the contribution of sea lice from aquaculture to declining annual returns in a wild Atlantic salmon population. 9: 181-192.
- Skern-Mauritzen, R., Sissener, N. H., Sandvik, A. D., Meier, S., Sævik, P. N., Skogen, M. D., Vågseth, T., Dalvin, S., Skern-Mauritzen, M. and Bui, S. 2020. Parasite development affect dispersal dynamics; infectivity, activity and energetic status in cohorts of salmon louse copepodids. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 530-531: 151429.
- Tucker, C. S., Sommerville, C. and Wootten, R. 2000. The effect of temperature and salinity on the settlement and survival of copepodids of *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer, 1837) on Atlantic salmon, *Salmo salar* L. J Fish Dis 23(5): 309-320.

Annexes

Annexe A : Estimation du nombre total de femelles adultes *Lepeophtheirus salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique

Le nombre de femelles *L. salmonis* adultes dans chaque ferme d'élevage de saumon de l'Atlantique a été déterminé à partir des renseignements suivants :

- les inventaires mensuels du saumon atlantique déclarés par l'industrie et disponibles dans le Système d'information intégrée sur l'aquaculture (AQUIIS) interne du MPO;
- le nombre de poux de mer signalé par l'industrie est disponible dans AQUIIS.

Les conditions de permis du MPO pour la pisciculture marine comprennent des exigences de surveillance et d'intervention pour minimiser l'exposition potentielle des poissons sauvages et d'élevage aux poux de mer. Les données sur le dénombrement des poux de mer de l'industrie disponibles dans AQUIIS sont déclarées chaque mois et montrent quelles fermes d'élevage de saumon atlantique élevaient activement des poissons pendant le mois et les résultats de la surveillance mensuelle des poux de mer de l'industrie.

Les données sur le dénombrement des poux de mer dans AQUIIS comprenaient des dénombrements dans des enclos des stades vagiles de *L. salmonis* et de *Caligus* spp. déclarés séparément par espèce, et tous les stades chalimus regroupés. Tous les stades ont été déclarés comme abondance moyenne (nombre total de poux de mer observés divisé par le nombre total de poissons examinés). Dans les stades vagiles, les femelles adultes ont été déclarées séparément par espèce. Une estimation du total hebdomadaire de *L. salmonis* femelles adultes dans les fermes d'élevage de saumon atlantique a été obtenue en regroupant les données sur l'abondance d'AQUIIS par événement de dénombrement et les multipliant par le stock estimé le jour de l'événement. À cette fin, les stocks de fin de mois ont été utilisés pour estimer les stocks le jour où l'événement de dénombrement a commencé à l'aide de l'éq. 1 :

$$y_{ij} = x_{j-1} - \frac{x_{j-1} - x_j}{D_j} D_i \quad \text{Éq. 1}$$

Où l'inventaire ichtyologique y_{ij} du i^{e} jour du j^{e} mois a été estimé en utilisant l'inventaire final du mois précédent x_{j-1} moins la différence entre les inventaires finaux du mois précédent x_{j-1} et du mois en cours x_j divisé par le nombre de jours du mois en cours D_j multiplié par le nombre de jours écoulés jusqu'au i^{e} jour du mois en cours D_i .

Seules les données sur le saumon atlantique ont été utilisées et l'inventaire du stock de géniteurs a été exclu. Les données totales de poux de mer femelles adultes ont ensuite été regroupées par ferme, année civile et semaine (spécification ISO). Une moyenne a été calculée lorsque plus de deux dénombrements ont été effectués en une semaine, habituellement associés aux dénombrements avant et après le traitement. Pour calculer les totaux hebdomadaires des femelles adultes, les valeurs manquantes ont été rendues explicites en ajoutant chaque combinaison possible de semaines et d'années pour chaque ferme et le nombre total de semaines sans dénombrement a été interpolé à partir des deux valeurs les plus proximales. Un maximum de six semaines a été permis pour l'interpolation. Bien qu'il y ait eu au moins un cas durant l'interpolation où deux cycles de production n'ont été séparés que par six semaines et où l'abondance a été comblée, l'utilisation d'un maximum de six semaines pour l'interpolation a permis de minimiser les erreurs dans l'identification des cycles de production.

Un écart plus élevé n'a pas été sélectionné pour éviter les chevauchements entre les cycles de production.

Les résultats sont présentés au niveau de la zone de surveillance de la santé du poisson (ZSSP) pour laquelle des estimations au niveau des fermes, pour une semaine ISO donnée dans une ZSSP donnée, ont été ajoutées.

Annexe B : Estimation du total de copépodites *Lepeophtheirus salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique

Le nombre total de copépodites *L. salmonis* infectieux de poux de mer femelles adultes dans les fermes d'élevage de saumon atlantique a été modélisé pour chacune des fermes de la Colombie-Britannique en fonction de l'abondance estimée des poux de mer femelles et en tenant compte des modèles existants.

Quatre modèles tirés de la documentation examinée par les pairs ont été utilisés pour estimer les totaux hebdomadaires de copépodites infectieux produits par les femelles dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique.

Des modèles à quadratiques exponentiels de Samsing *et al.* (2016) ont été utilisés pour déterminer le nombre d'œufs produits par chaque femelle et la durée de l'infectivité des copépodites (éq. 2). De plus, un modèle linéarisé de loi de puissance tiré de la même publication a été utilisé pour estimer la durée des stades nauplii (éq. 3).

$$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \times \ln\left(\frac{T}{T_c}\right) + \beta_2 \times \left[\ln\left(\frac{T}{T_c}\right)\right]^2 \quad \text{Éq. 2}$$

$$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \times \ln\left(\frac{T}{T_c}\right) \quad \text{Éq. 3}$$

Où y est le résultat d'intérêt, T est la température de l'eau (°C) et T_c est un paramètre de centrage (fixé à 10 °C).

Pour estimer la mortalité des œufs (éq. 4) et les stades nauplii (éq. 5) résultant de l'exposition à des salinités sous-optimales et, finalement, le nombre de ces stades qui se sont transformés en copépodites infectieux, nous avons utilisé des modèles développés par Groner *et al.* (2016).

$$M_{\text{œuf}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{S}{20,82}\right)^{13,98}} \quad \text{Éq. 4}$$

$$M_{\text{copépodite}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{S}{19,09}\right)^{7,11}} \quad \text{Éq. 5}$$

Où M est la mortalité et S est la salinité (ppm).

Pour utiliser ces modèles, les données sur la température et la salinité obtenues à cinq mètres de profondeur de chaque ferme ont été fournies par l'industrie (annexe C). Une spline de

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

lissage avec 10 nœuds a été ajoutée pour chaque ferme afin de remplacer les valeurs manquantes et improbables.

La proportion de *L. salmonis* femelles qui produiront une paire de chapelets d'œufs chaque semaine a été estimée à partir des valeurs totales hebdomadaires des femelles adultes en supposant que toutes les femelles adultes sont fécondées et qu'au cours d'une semaine, 80 % d'entre elles deviendront œuvées. Heuch *et al.* (2000) ont constaté qu'à 7,2 °C, la plupart des femelles produiront une autre paire de chapelets dans les 10 jours suivant la libération d'un chapelet d'œufs.

Pour déterminer le nombre d'œufs par chapelet dans la plage de températures observées dans chaque ferme, le modèle exponentiel quadratique dépendant de la température de Samsing *et al.* (2016) a été appliqué, tandis que le modèle de Groner *et al.* (2016) a été utilisé pour déterminer la proportion d'œufs éclos en fonction des valeurs de salinité.

Le temps de développement allant de l'éclosion au stade copépodite infectieux a été estimé à l'aide du modèle de puissance linéarisé élaboré par Samsing *et al.* (2016), et les taux de mortalité ont été estimés au moyen du modèle de Groner *et al.* (2016). Ensemble, ces modèles ont permis d'estimer le nombre de nauplii qui survivent jusqu'au stade copépodite pour la gamme observée de salinités.

Jusqu'à ce qu'ils s'attachent à un hôte, les nauplii au stade copépodite planctonique ne s'alimentent pas et dépendent donc de sources d'énergie d'origine maternelle. La disponibilité de cette réserve de lipides endogènes limite la durée de viabilité des copépodites avant la détection de l'hôte et la fixation à l'hôte. Le taux d'épuisement de cette réserve dépend principalement de la température et des niveaux d'activité. Nous avons utilisé le modèle de Samsing *et al.* (2016) (voir le tableau 8) pour estimer la durée de la période de viabilité des copépodites et attribué les copépodites survivants aux semaines correspondantes.

Tableau 8. Valeurs des paramètres estimées par Samsing *et al.* (2016).

Modèle	β_0	β_1	β_2
Nombre d'œufs par chapelet	5,6	-0,43	-0,78
Durée des stades nauplius	1,4	-1,48	S.O.
Période infectieuse	2,6	-0,26	-1,03

Aux températures et aux salinités déclarées en C.-B., la durée de survie des copépodites dépasse souvent 7 jours. Les nombres hebdomadaires de copépodites ont été estimés à partir du nombre de protopléons qui se transforment en copépodites cette semaine-là en tenant compte de la température et de la salinité, additionné au nombre de copépodites demeurés vivants de la semaine précédente. Nous avons supposé que tous les copépodites viables sont infectieux, peu importe leur âge. Il s'agit d'une approche prudente, car la capacité des copépodites à infecter les hôtes diminue avec l'âge à un rythme qui dépend de la température et de la salinité.

Annexe C : Conditions environnementales dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique

L'industrie a fourni des mesures de température et de salinité à cinq mètres de profondeur dans les fermes pour l'année 2016 à la mi-2021. Un spline de lissage avec 10 nœuds a été ajustée aux données existantes pour chaque ferme et les prédictions pour une année « moyenne » ont

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

été utilisées comme remplacement si une observation avait des valeurs manquantes ou improbables.

Température

Les répartitions hebdomadaires de la température de l'eau (°C) enregistrée à une profondeur de cinq mètres dans les fermes d'élevage de saumon atlantique actives en C.-B. sur cinq ans (2016-2020) sont présentées à la figure 10. Les températures de l'eau varient selon les saisons et les régions, les températures globales variant entre 4,8 et 21,5 °C (tableau 9).

Salinité

Les répartitions hebdomadaires de la salinité de l'eau de mer (ppm) enregistrées à une profondeur de cinq mètres dans les fermes d'élevage de saumon atlantique actives en C.-B. sur cinq ans (2016-2020) sont présentées à la figure 11. La salinité varie selon les saisons et les régions avec des salinités globales variant de 10,6 à 35,9 ppm (tableau 10). Les taux de salinités varient le plus (de 10,6 à 34,9 ppm) dans les fermes situées dans la ZSSP 2.4 (nord-ouest de l'île de Vancouver) et le moins (de 26,0 à 31,4 ppm) dans les fermes situées dans la ZSSP 3.5 (côte centrale).

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

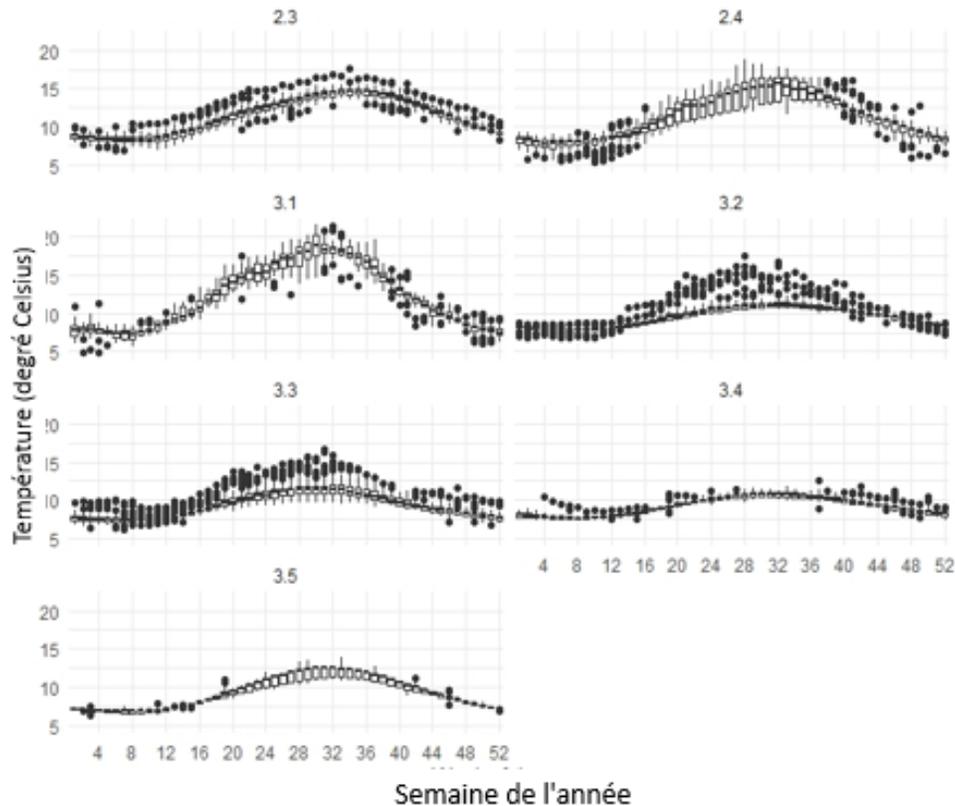


Figure 10. Répartition des températures hebdomadaires de l'eau (°C) à cinq mètres de profondeur dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la Colombie-Britannique entre 2016 et 2020. Les températures sont un mélange de mesures enregistrées et de valeurs prévues lorsque les données n'étaient pas disponibles ou peu probables pour une ferme et une semaine donnée. Chaque panneau représente une zone de surveillance de la santé du poisson (2.3 : sud-ouest de l'île de Vancouver; 2.4 : nord-ouest de l'île de Vancouver; 3.1 : Sunshine Coast; 3.2 : îles Discovery; 3.3 : archipel Broughton; 3.4 : détroit de la Reine-Charlotte; 3.5 : côte centrale). Chaque case représente l'intervalle interquartile, y compris la ligne médiane des valeurs de la semaine de l'année. Les traits verticaux indiquent les valeurs adjacentes supérieures et inférieures. Les points représentent des valeurs aberrantes, définies comme des observations à l'extérieur de la plage entre les valeurs adjacentes supérieures et inférieures. À noter que les valeurs de la semaine ISO 53 (seulement en 2020) ne sont pas indiquées par souci de clarté. Source des données : BC Salmon Farmers Association, 2021. Les mêmes données ont été utilisées au tableau 9.

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

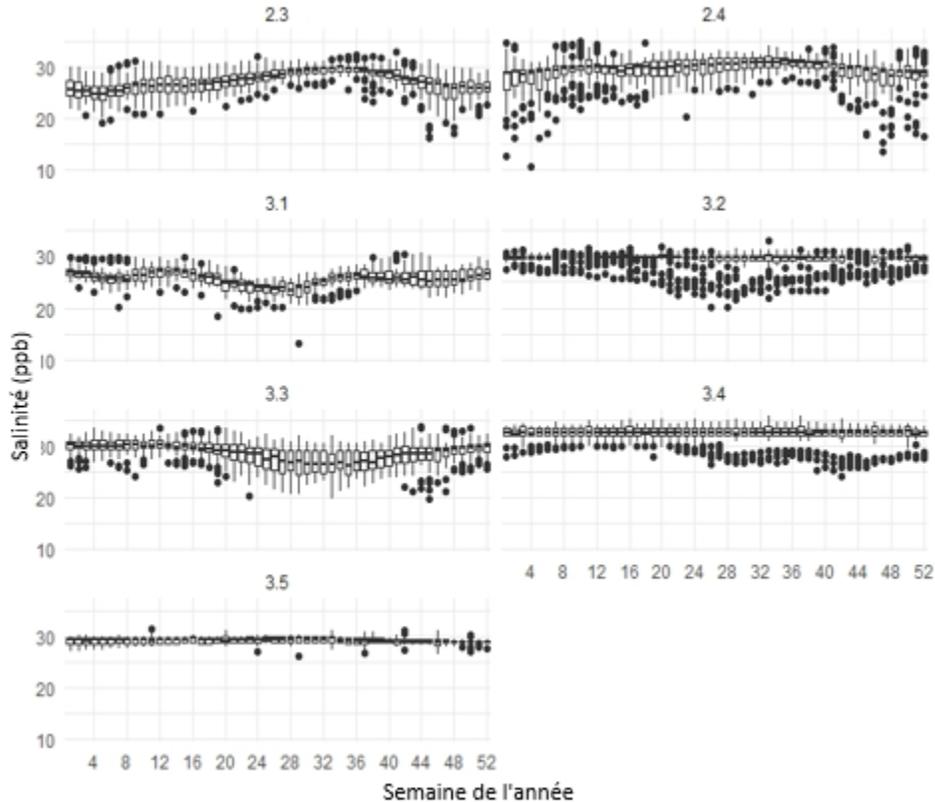


Figure 11. Répartition de la salinité hebdomadaire (ppm) à cinq mètres de profondeur dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la Colombie-Britannique entre 2016 et 2020. Les salinités sont un mélange de mesures enregistrées et de valeurs prévues lorsque les données n'étaient pas disponibles ou peu probables pour une ferme et une semaine donnée. Chaque panneau représente une zone de surveillance de la santé du poisson (2.3 : sud-ouest de l'île de Vancouver; 2.4 : nord-ouest de l'île de Vancouver; 3.1 : Sunshine Coast; 3.2 : îles Discovery; 3.3 : archipel Broughton; 3.4 : détroit de la Reine-Charlotte; 3.5 : côte centrale). Chaque case représente l'intervalle interquartile, y compris la ligne médiane des valeurs de la semaine de l'année. Les traits verticaux indiquent les valeurs adjacentes supérieures et inférieures. Les points représentent des valeurs aberrantes, définies comme des observations à l'extérieur de la plage entre les valeurs adjacentes supérieures et inférieures. À noter que les valeurs de la semaine ISO 53 (seulement en 2020) ne sont pas indiquées par souci de clarté. Source des données : BC Salmon Farmers Association, 2021. Les mêmes données ont été utilisées dans le tableau 10.

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

Tableau 9. Température de l'eau (°C) à cinq mètres de profondeur dans les fermes d'élevage de saumon atlantique de la Colombie-Britannique de 2016 à 2022. Les températures sont un mélange de mesures enregistrées et de valeurs prévues lorsque les données n'étaient pas disponibles pour une ferme et une semaine donnée. ZSSP : zone de surveillance de la santé du poisson (2.3 : sud-ouest de l'île de Vancouver; 2.4 : nord-ouest de l'île de Vancouver; 3.1 : Sunshine Coast; 3.2 : îles Discovery; 3.3 : archipel Broughton; 3.4 : détroit de la Reine-Charlotte; 3.5 : côte centrale). Les mêmes données ont été utilisées à la figure 10.

ZSSP	Température (degré Celsius)			
	Minimum	Médiane	Maximum	Variation (maximum – minimum)
2.3	6,9	11,4	17,5	10,6
2.4	5,4	10,8	18,9	13,5
3.1	4,8	11,4	21,5	16,7
3.2	6,8	9,6	17,4	10,6
3.3	6,2	9,1	16,7	10,5
3.4	7,3	9,2	12,5	5,2
3.5	6,2	8,9	13,9	7,7

Tableau 10. Salinity (ppm) à cinq mètres de profondeur dans les fermes d'élevage de saumon atlantique en Colombie-Britannique de 2016 à 2022. Les salinités sont un mélange de mesures enregistrées et de valeurs prévues lorsque les données n'étaient pas disponibles pour une ferme et une semaine donnée. ZSSP : zone de surveillance de la santé du poisson (2.3 : sud-ouest de l'île de Vancouver; 2.4 : nord-ouest de l'île de Vancouver; 3.1 : Sunshine Coast; 3.2 : îles Discovery; 3.3 : archipel Broughton; 3.4 : détroit de la Reine-Charlotte; 3.5 : côte centrale). Les mêmes données ont été utilisées à la figure 11.

ZSSP	Salinité (ppm)			
	Minimum	Médiane	Maximum	Variation (maximum – minimum)
2.3	16,2	27,4	33,0	16,8
2.4	10,6	29,8	34,9	24,3
3.1	13,2	25,7	30,6	17,4
3.2	20,2	29,9	33,1	12,9
3.3	19,6	29,3	33,9	14,3
3.4	24,3	32,6	35,9	11,6
3.5	26,0	29,1	31,4	5,4

Annexe D : Cartes des sites d'échantillonnage et des fermes d'élevage de saumon atlantique par région

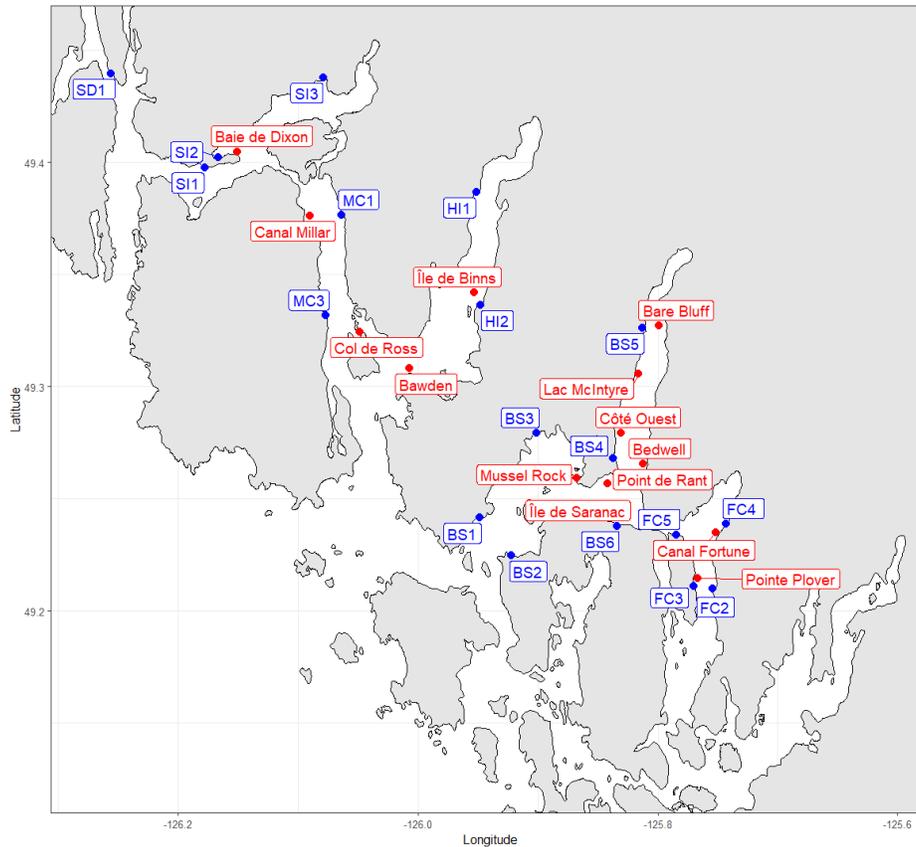


Figure 12. Sites d'échantillonnage de poux de mer du saumon juvénile sauvage du Pacifique et fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) dans la baie Clayoquot, en Colombie-Britannique. Étiquettes rouges : emplacements des fermes d'élevage de saumon atlantique, étiquettes bleues : sites d'échantillonnage de saumons juvéniles sauvages. La zone de surveillance se trouve dans la zone de surveillance de la santé du poisson 2.3.

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

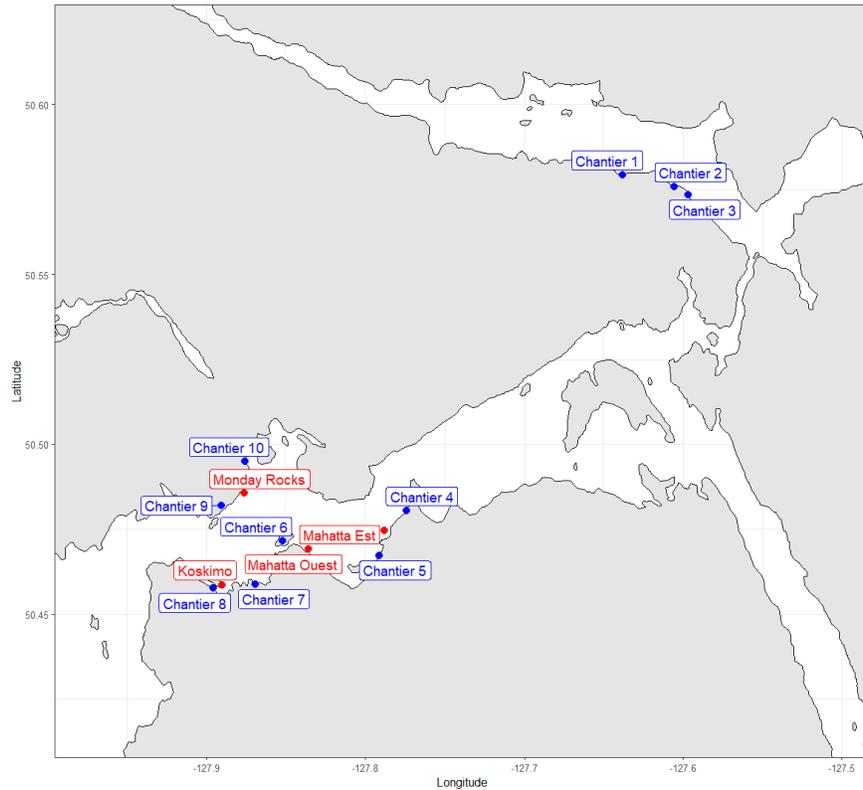


Figure 13. Sites d'échantillonnage de poux de mer du saumon juvénile sauvage du Pacifique et fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) dans la baie Quatsino, en Colombie-Britannique. Étiquettes rouges : emplacements des fermes d'élevage de saumon atlantique, étiquettes bleues : sites d'échantillonnage de saumons juvéniles sauvages. La zone de surveillance se trouve dans la zone de surveillance de la santé du poisson 2.4.

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

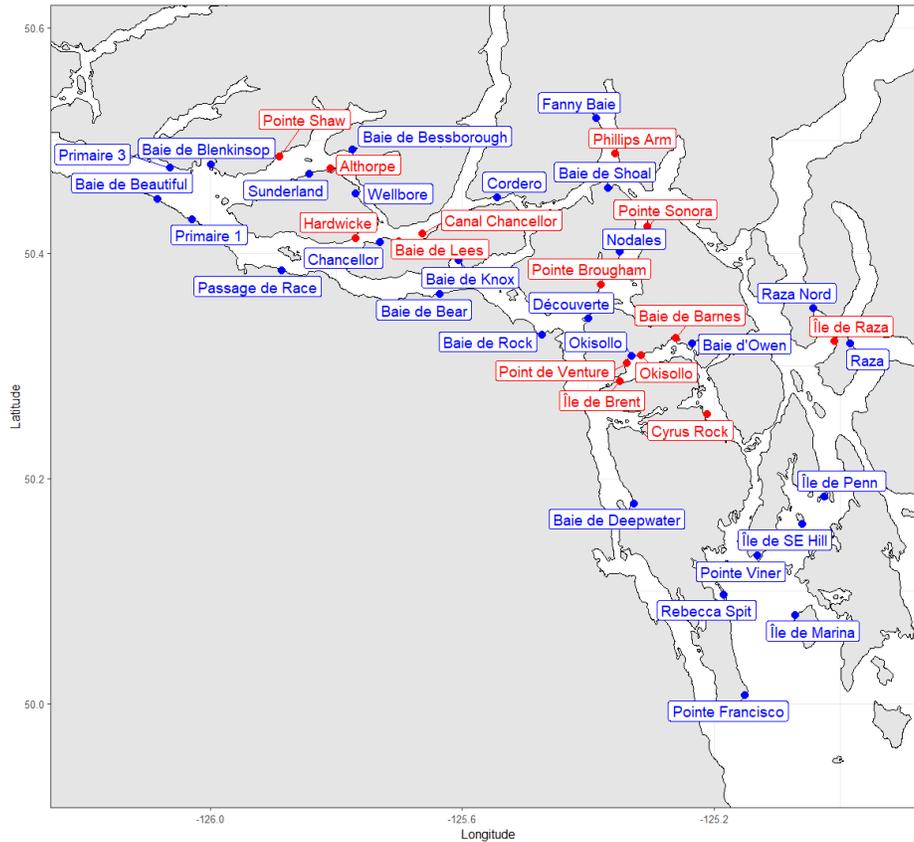


Figure 14. Sites d'échantillonnage de poux de mer du saumon juvénile sauvage du Pacifique et fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) aux îles Discovery, en Colombie-Britannique. Étiquettes rouges : emplacements des fermes d'élevage de saumon atlantique, étiquettes bleues : sites d'échantillonnage de saumons juvéniles sauvages. La zone de surveillance chevauche la zone de surveillance de la santé du poisson 3.2.

Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique

Région de la capitale nationale

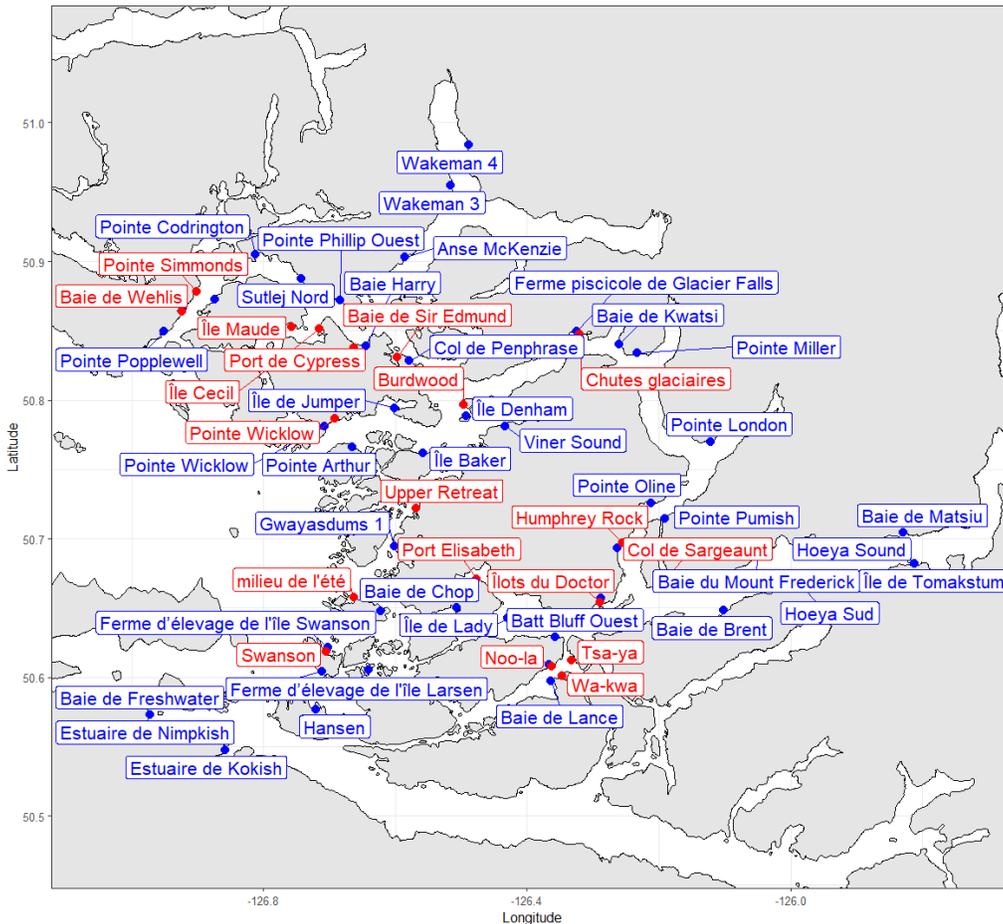


Figure 15. Sites d'échantillonnage de poux de mer du saumon juvénile sauvage du Pacifique et fermes d'élevage de saumon atlantique (*Salmo salar*) dans l'archipel Broughton, en Colombie-Britannique. Étiquettes rouges : emplacements des fermes d'élevage de saumon atlantique, étiquettes bleues : sites d'échantillonnage de saumons juvéniles sauvages du Pacifique. La zone de surveillance chevauche la zone de surveillance de la santé du poisson 3.3.

Annexe E : Pression globale des poux de mer sur un site d'échantillonnage

Nekouei *et al.* (2018) ont évalué l'association entre l'infestation de *Lepeophtheirus salmonis* dans les fermes d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon sauvage du Pacifique à Muchalat Inlet en Colombie-Britannique. Dans cette étude, la pression d'infestation attribuable aux fermes était fondée sur la charge de femelles adultes provenant des fermes un mois avant l'échantillonnage des poissons sauvages. Le résultat d'intérêt a été la prévalence d'infestation de tout stade de vie des poux de mer sur le saumon kéta en dévalaison qui a été échantillonné.

À partir de cette approche, nous avons évalué l'association entre les niveaux d'infestation de poux de mer dans les fermes d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon sauvage du Pacifique et nous avons émis l'hypothèse que la prévalence de *L. salmonis* chez les saumons sauvages en dévalaison au cours d'une certaine semaine (w) et d'un site d'échantillonnage (i) était fonction de la somme de la charge pondérée (selon les distances maritimes) de copépodes provenant des fermes (pression d'infestation) une semaine auparavant, c'est-à-dire

à (w-1). Ce délai d'une semaine a été appliqué afin d'estimer le temps moyen nécessaire pour que les copépodites infectieux chez les poissons d'élevage se dispersent dans les zones avoisinantes et infestent le saumon sauvage (éq. 6). Pour élaborer les modèles finaux, les variables suivantes ont été définies et utilisées :

$Y_{i,w,y}$ (résultat d'intérêt) : prévalence de l'infestation de poux de mer immatures (stades copépodites et chalimus) sur le saumon juvénile sauvage du Pacifique échantillonné en dévalaison (tableau 11) à la semaine « w » et à l'année « y » (par site-année-semaine d'échantillonnage), calculée comme étant le nombre de saumons sauvages ayant au moins un pou de mer à la semaine « w » et à l'année « y » dans le site d'échantillonnage « i » divisé par le total de saumons sauvages échantillonnés à la même semaine, à la même année et au même site. Les événements d'échantillonnage comptant moins de 10 poissons (c.-à-d. le nombre de poissons de $Y_{i,w,y} < 10$) n'ont pas été inclus dans l'analyse de régression.

- $N_{j,w-1,y}$: nombre total de copépodites dans la ferme « j » à la semaine « w-1 » et à l'année « y ».
- $d_{i,j}$: distance maritime (km) entre chaque paire de sites sauvages « i » et de fermes « j ».
- $W_{i,j}$: densité de noyau gaussien estimée pour la distance maritime « $d_{i,j}$ ».
- Année : année d'échantillonnage (pour les poissons d'élevage et sauvages); 2016-2021.
- Semaine : semaine d'échantillonnage. Semaine ISO de 12 à 27.
- i : site d'échantillonnage du saumon sauvage.
- j : ferme d'élevage de saumon atlantique.

Pour définir notre principale variable prédictive d'intérêt ($X_{i,w,y}$), la formule suivante a été utilisée :

$$X_{i,w,y} = \sum_{j=0}^n W(d_{i,j}) \times N_{j,w-1,y} \quad \text{Éq. 6}$$

où, $X_{i,w,y}$ est la pression globale de poux de mer reçue par un site sauvage « i » à la semaine « w » et à l'année « y » des fermes voisines « j »; « n » est le nombre de fermes situées dans un rayon (c.-à-d. largeur de bande) de 30 km d'un site d'échantillonnage sauvage. La largeur de bande de 30 km a été choisie en fonction de la plausibilité biologique et de considérations statistiques (Nekouei *et al.* 2018). La distance de déplacement prévue des particules de poux de mer d'une ferme source à l'eau environnante a fait l'objet d'études antérieures. $N_{w-1,y}$, et $d_{i,j}$ ont été définis plus tôt, sous les variables d'intérêt. $W(d_{i,j})$ ou le poids de densité du noyau gaussien pour « $d_{i,j}$ » a été calculé en utilisant l'éq. 7 :

$$W(d_{i,j}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{d_{i,j}^2}{2\sigma^2}} \quad \text{Éq. 7}$$

où, $\pi = 3,1416$; et σ est l'écart-type ou le quart de la largeur de bande = 7,5 km.

Le nombre d'emplacements d'échantillonnage du saumon sauvage du Pacifique s'élève respectivement à 18, 10, 28 et 46 dans la baie Clayoquot, la baie Quatsino, les îles Discovery et l'archipel Broughton. Le nombre de fermes aquacoles s'élève respectivement à 14, 4, 14 et 19 dans la baie Clayoquot, la baie Quatsino, les îles Discovery et l'archipel Broughton. Pour les données sur le saumon sauvage, le nombre de poissons échantillonnés pendant la période à l'étude a été calculé pour les quatre régions selon les années et les semaines ISO (tableau 10).

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

Les distances maritimes entre chaque combinaison de sites d'échantillonnage sauvages et de fermes ont été calculées à l'aide de la trousse « gdistance » dans le langage statistique R, en utilisant l'emplacement géographique de chaque site et une carte vectorielle décrivant la côte fournie par la Division de la gestion de l'aquaculture du MPO. Les distances maritimes ont été stockées dans une matrice, puis récupérées pour des analyses plus poussées.

L'effet de $X_{i,w,y}$ sur Y a été évalué au moyen d'un modèle de régression logistique à effets mixtes (Nekouei *et al.* 2018), Y étant soit zéro (si prévalence = 0), soit « un » (si prévalence > 0) à chaque site sauvage/année/semaine donné. Les effets aléatoires des années et des effets fixes des semaines ont été inclus dans les deux modèles (modèles d'interception aléatoire) pour tenir compte des effets confusionnels potentiels du temps.

La principale variable prédictive d'intérêt, $X_{i,w,y}$, présentait une très grande plage de valeurs (0 ~ 267 257 569). Elle a donc été normalisée (centré sur sa moyenne et divisé par son écart-type) pour fournir des interprétations plus significatives.

**Réponse des Sciences : Poux de mer dans les fermes
d'élevage de saumon atlantique et sur le saumon
sauvage du Pacifique en Colombie-Britannique**

Région de la capitale nationale

Tableau 11. Nombre de saumons sauvages juvéniles du Pacifique échantillonnés par région, semaine ISO et année. Semaines ISO en semaines ordinales de l'année.

Région	Semaine ISO	Année						Total
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Baie Clayoquot	12	0	0	0	0	0	179	179
	13	0	0	0	0	228	0	228
	14	351	0	224	0	0	241	816
	15	0	366	0	297	222	0	885
	16	311	483	226	0	0	194	1 214
	17	0	0	7	0	0	0	7
	18	243	395	211	132	198	148	1 327
	20	0	0	0	0	69	124	193
	21	0	0	74	0	0	0	74
	22	0	0	0	0	8	0	8
	Total	905	1 244	742	429	725	886	4 931
Baie Quatsino	14	193	202	110	0	0	0	505
	15	0	0	0	250	125	0	375
	18	64	335	289	241	0	0	929
	19	0	0	0	0	261	0	261
	22	0	0	0	0	0	227	227
	27	0	0	0	0	0	236	236
		Total	257	537	399	491	386	463
Îles Discovery	14	0	245	0	0	0	0	245
	15	0	295	0	0	0	0	295
	16	0	0	776	0	643	1 050	2 469
	17	0	0	0	594	0	0	594
	20	0	0	0	0	0	2	2
	21	0	890	167	0	538	714	2 309
	22	0	0	327	547	0	0	874
		Total	0	1 430	1 270	1 141	1 181	1 766
Archipel Broughton	14	0	431	0	0	261	0	692
	15	189	0	239	320	0	376	1 124
	16	366	0	85	0	349	0	800
	20	412	563	324	0	294	182	1 775
	23	0	0	0	181	0	0	181
		Total	967	994	648	501	904	558

Annexe F : Modèle logistique à effets mixtes

Ce modèle a été élaboré à partir de l'ensemble de données final pour évaluer l'association entre la pression globale d'infestation de poux de mer provenant des fermes ($X_{i,w,y}$) et le logarithme de l'occurrence d'une infestation (Y). Voici l'équation finale du modèle :

$$\text{Logit}(P) = \beta_0 + \beta_1(X_{i,w,y}) + \beta_2(F) + \beta_3(1re\ semaine) + \beta_4(2e\ semaine) + \dots + \beta_{n+2}(ne\ semaine) + u$$

où « P » est la probabilité d'infestation, avec des poux de mer, à n'importe quel « site-semaine-année » donné (ou la probabilité que la prévalence du saumon sauvage ne soit pas nulle); si F est le saumon kéta, alors F est 0, autrement 1; β_0 est la constante; β_s sont des coefficients de régression; et « u » est l'effet aléatoire de « l'année ». Dans le cas de la baie Clayoquot et de la baie Quatsino, le terme de $\beta_2(F_f)$ a été supprimé parce que dans les deux régions, seul le saumon kéta a été échantillonné en nombre considérable. L'interaction entre $X_{i,w,y}$ et la semaine n'était pas significative et n'était pas incluse dans le modèle final. L'hypothèse de linéarité entre la pression normalisée d'infestation de *Lepeophtheirus salmonis* et le logit de la probabilité prédite d'infestation sur un groupe d'échantillonnage de saumon juvénile sauvage du Pacifique en dévalaison a été satisfaite.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200 Kent Street, Ottawa, ON K1A 0E6

Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815

ISBN 978-0-660-45578-5 N° cat. Fs70-7/2022-045F-PDF
© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre
du ministère des Pêches et des Océans, 2023



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2023. Association entre les poux de mer des fermes d'élevage de saumon atlantique et les infestations de poux de mer chez le saumon sauvage juvénile du Pacifique en Colombie-Britannique. Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2022/045.

Also available in English :

DFO. 2023. Association between sea lice from Atlantic Salmon farms and sea lice infestations on wild juvenile Pacific salmon in British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2022/045.