Mise à jour du mémoire de l'aquaculture de salmonidés commerciale au Québec et de la position de la FQSA 2003-2023

FQSA

Fédération québécoise
pour le saumon atlantique

Équipe de réalisation

Rédaction

Alexandra Déry
Chargée de projets, Biologiste, M. ATDR
Fédération québécoise pour le saumon atlantique

Révision

Myriam Bergeron
Directrice générale
Fédération québécoise pour le saumon atlantique

Pierre-Olivier Fortin
Directeur adjoint
Fédération québécoise pour le saumon atlantique

Référence à citer :
FQSA. 2023. Mise à jour du mémoire de l'aquaculture de salmonidés commerciale au Québec et de la position de la FQSA 2003-2023, Québec, Qc. 38 pages.

Mise à jour du document FQSA, ASF, CGRSQ, SGRGG et Fondation Jean-Paul Duguay. 2003. Mémoire sur le projet d'élevage en cage d'omble de fontaine dans la Baie de Gaspé - Programme ÉCO, Québec, Qc.

Remerciements

La rédaction de ce projet a été rendue possible grâce au financement de la Fondation pour la conservation du saumon atlantique (FCSA) et de la Fondation Saumon. Leur engagement soutenu, notamment dans le cadre de ce projet, est un moteur essentiel pour assurer la pérennité de la population de saumon du Québec et permettre de continuer la recherche dans le domaine.

Table des matières

Présentation de la FQSA 1
Système de gestion du saumon atlantique au Québec 3
Sommaire exécutif 4
Introduction 7
1. Le phénomène de l'aquaculture sur le plan mondial 8
1.1 Historique 8
1.2 Expansion 9
2. Enjeux associés à l'aquaculture 14
2.1 Conséquences génétiques 16
2.1.1 Saumon génétiquement modifié 16
2.1.2 Sélection anthropique 17
2.1.3 Modifications génétiques des saumons sauvages 17
2.1.4 Différenciation spécifique des saumons sauvages (long terme) 19
2.2 Interactions écologiques et interspécifiques 21
2.2.1 Conséquences pour la faune marine 21
2.3 Parasitismes et maladies 23
2.3.1 L'anémie infectieuse et le pou du saumon 24
2.3.2 La nécrose hématopoïétique infectieuse 27
2.4 Altération de l'environnement 28
2.4.1 Déchets organiques 30
2.4.2 Débris 32
2.4.3 Pollution sonore 33
3. L'aquaculture au Québec 34
3.1 Essais d'élevage au Québec 34
Conclusion 38
BIBLIOGRAPHIE 39

Présentation de la FQSA

Créée en 1984, la Fédération québécoise pour le saumon atlantique est un organisme sans but lucratif dont la raison d'être est d'unir et de représenter les intérêts de l'ensemble des intervenants du secteur saumon au Québec. La conservation et la protection du saumon atlantique sont au centre de sa mission, car elles sont préalables à un autre grand axe de celle-ci, qui est de promouvoir la pêche sportive durable et éthique. Unissant tous les organismes gestionnaires de rivières à saumon ainsi que près de 1200 membres individuels, la FQSA représente les intérêts de ses membres issus des organismes gestionnaires, des pêcheurs sportifs, de communautés et organismes autochtones, des pourvoyeurs saumon ainsi que de tout groupe ayant un intérêt dans la conservation et la gestion du saumon atlantique. Elle représente donc non seulement les 12 000 pêcheurs de saumon, mais, de façon plus globale, tous les intervenants ayant à cœur la sauvegarde des milieux salmonicoles et de la ressource saumon.

La FQSA gère également plusieurs programmes. Le Programme de mise en valeur des habitats du saumon atlantique de la Côte-Nord, dont les activités se sont terminées en 2020, et la Société saumon de la rivière Romaine représentent des sommes de plus de 30 M$ investies par Hydro-Québec dans le cadre des ententes de compensation à la suite de la construction des barrages hydroélectriques sur la rivière Romaine. Ces programmes sont administrés en étroite collaboration avec le gouvernement québécois (ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)) et bénéficient d'une gouvernance spécifique. De plus, la FQSA a administré le volet saumon du Plan de développement de la pêche au saumon et de la pêche sportive (PDPS) 2017 - 2023, issu d'investissements du MELCCFP, qui en a assuré une cogestion. Satisfait de la réalisation de ce plan de développement et des investissements de 12 M$ qui en ont découlé, le programme est reconduit sous une nouvelle mouture, soit le Programme de développement, de conservation et de protection du saumon atlantique (PDCPSA) 2023-2025 qui permettra de nouveaux investissements de 2,7 M$ dans le soutien aux infrastructures d'accueil et d'accès, le soutien aux opérations des organismes délégataires de la pêche au saumon, ainsi que dans plusieurs projets de sensibilisation et formation.

La FQSA fait la promotion de la pêche sportive comme outil de conservation et de protection du saumon atlantique, et préconise une gestion de la ressource par les communautés locales, en accord avec l'approche de gestion « rivière par rivière » unique au Québec. En plus de permettre une gestion optimale des stocks, cette approche permet également à la Fédération de faire du saumon atlantique un véritable levier de

développement économique durable, tant sur le plan régional que national. Les membres pêcheurs ainsi que les membres affiliés, qu'ils soient issus d'entreprises, d'organismes communautaires ou encore municipaux, sont essentiels pour l'organisation, et permettent une grande communication ainsi qu'une communauté mobilisée. Les organismes gestionnaires de rivière assurent également une occupation du territoire, une présence continue qui permet une collection importante de données.

La FQSA est aussi très active sur des grands enjeux et projets scientifiques, notamment en ce qui concerne l'adaptation aux changements climatiques ainsi que la gestion intégrée des ressources et du territoire à l'échelle du bassin versant. Les projets concrets s'orchestrent autour des thèmes tels que l'aménagement forestier, la caractérisation et la protection des habitats sensibles du saumon atlantique, la restauration des berges et du libre passage du saumon ainsi que le suivi de la thermie des rivières, pour ne nommer que quelques exemples. La FQSA est également partenaire du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA).

Par son affiliation à la Fédération du saumon atlantique (FSA) et son partenariat avec la Fondation pour la conservation du saumon atlantique (FCSA), qui couvrent les états du nord-est des États-Unis ainsi que les provinces de l'Atlantique du Canada, la FQSA participe également à la gestion nord-américaine et internationale du saumon atlantique. Elle est reconnue comme organisme non gouvernemental par l'Organisation pour la conservation du saumon de l'Atlantique Nord (OCSAN), laquelle regroupe tous les pays côtiers de l'océan Atlantique.

Système de gestion du saumon atlantique au Québec

Une des grandes particularités du Québec vient du fait que la gestion de la pêche sportive est déléguée du gouvernement fédéral au gouvernement provincial. En vertu de cette délégation de pouvoir, le gouvernement québécois a créé, à partir des années 40, des territoires fauniques structurés (zones d'exploitation contrôlée (zecs), réserves fauniques, etc.). La gestion de ces territoires est ensuite déléguée du MELCCFP à des organismes sans but lucratif locaux ou encore à la Sépaq. Les ententes signées donnent le droit à ces organismes de générer des revenus avec la vente de droits d'accès, mais aussi d'autres activités ou de la location d'hébergement. De plus, elles ont également des responsabilités. Dans le cas du saumon atlantique, les organismes délégataires de la gestion de la pêche sportive doivent généralement procéder à des décomptes de saumon, opérer des passes migratoires, recueillir diverses données (longueur/poids des saumons, échantillons d'ADN, etc.). Il faut également souligner l'implication importante des pourvoiries (avec et sans droits exclusifs), qui sont un maillon essentiel de la mise en valeur et de la conservation du saumon atlantique du Québec et qui, dans de nombreux cas, ont des responsabilités tout aussi importantes quant à la mise en œuvre du Plan de gestion du MELCCFP. Le Ministère reconnaît la FQSA comme le porteur des dossiers saumon parmi les organismes nationaux partenaires, et reconnaît la place prépondérante de la FPQ et la Sépaq dans ces dossiers.

Le MELCCFP a également mis en œuvre le Plan de gestion du saumon atlantique 2016-2026. Ce plan repose sur le savoir scientifique et a une approche basée sur les connaissances et compétences locales, qu'on appelle généralement l'approche « rivière par rivière », reconnue jusqu'à l'international. Les délégataires de la gestion du saumon atlantique représentent un réseau solide d'organismes sans but lucratif, de pourvoyeurs et une société d'État qui a fait ses preuves depuis leur création afin d'assurer la conservation et la mise en valeur durable du saumon atlantique et de ses rivières.

Le système québécois constitue ainsi un formidable exemple de réussite de développement durable intégré respectant le principe de subsidiarité, notamment par la relation entre le gouvernement et les organismes/entreprises régionaux, le partage d'information, l'implication élargie des communautés locales, le développement de l'autonomie financière des activités, un respect des traditions centenaires, la conservation de l'environnement naturel et un haut degré d'acceptabilité du système de gouvernance et d'attribution des droits.

Sommaire exécutif

Le présent mémoire prend place en lien avec le P*lan d'action ministériel 2018-2025 pour l'industrie des pêches et de l'aquaculture commerciales du Québec*. Il permet de faire un rappel de la position de la Fédération québécoise pour le saumon Atlantique (FQSA) et de notre mission, soit d'assurer la protection des populations de saumon sauvage du Qubéce.

La FQSA représente plus de 12 000 pêcheurs de saumons au Québec et près de 29 organismes gestionnaires pour la pêche sportive du saumon atlantique au Québec. La protection et la conservation du saumon sont au cœur de nos actions, dans le but d'assurer la pérennité des populations de saumon sur les rivières du Québec pour le développement durable d'une pêche responsable, en collaboration avec les acteurs régionaux et nationaux et internationaux du secteur faunique, environnemental et récréotouristique. La FQSA a comme mission d'unir et de représenter les intérêts de l'ensemble des intervenants de la pêche sportive au saumon. Pour se faire, elle promeut:

- La conservation et la mise en valeur du saumon atlantique et de son habitat.
- Le développement durable de la pêche sportive au saumon atlantique.
- Le maintien de l'accès à une pêche de qualité à un juste prix

Les divers enjeux en lien avec l'aquaculture ne datent pas d'hier. En 2003, la FQSA, en collaboration avec d'autres organisations, s'opposait au projet expérimental Programme ECO (Élevage en cage d'ombles) visant l'élevage en cage d'omble de fontaine dans la Baie de Gaspé. Le regroupement considérait que le projet d'élevage en cage d'ombles de fontaine dans la Baie de Gaspé présentait des lacunes évidentes au plan expérimental en regard des objectifs et du but poursuivis et avait des appréhensions quant aux possibilités d'impacts négatifs sur l'environnement, sur les populations de salmonidés et quant aux répercussions économiques négatives possibles sur la viabilité financière de la Société de Gestion des Rivières du Grand Gaspé.

Puis en 2013, la FQSA se positionnait de nouveau contre l'aquaculture de saumon en filet ouvert en raison des conséquences négatives observées sur les populations sauvages de saumon atlantique au Canada et ailleurs dans le monde. Les arguments soulevés mentionnaient, entre autres, le relâchement d'individus issus des fermes dans la nature, des conditions de santé alarmantes dans les fermes d'élevage et du risque important de propagation de maladie entre les populations sauvages et celles d'élevages. La FQSA recommandait aussi de diminuer le programme de soutien financier du Gouvernement

fédéral à l'industrie des élevages de saumons en mer et de favoriser financièrement l'émergence d'une nouvelle industrie basée sur des technologies d'élevage sur terre et écologiquement responsable et durable, d'établir et de mettre en œuvre un programme de conversion des élevages en cages marines en installations d'élevage sur terre et d'exercer un meilleur contrôle sur les installations d'élevage en cages marines existantes.

Vingt ans plus tard, le sujet continue d'être grandement polarisé et la FQSA continue de se ranger derrière les avis d'experts qui recommandent la prudence envers ce type d'industrie. Le Québec a la chance d'être toujours exempt d'aquaculture en filet ouvert dans ses eaux contrairement à toutes les autres provinces maritimes. Anciennement, les eaux du fleuve Saint-Laurent ne s'y prêtaient pas particulièrement bien, mais les réchauffements climatiques, certaines études montrent que le fleuve pourrait s'avérer un environnement prisé par les compagnies pour continuer de développer l'industrie dans l'Est-du-Canada.

La FQSA continue de s'opposer à l'aquaculture de saumon atlantique en filet ouvert, ou cage marine, au Québec et souligne l'importance de rester rigoureux quant à l'approbation de projet lié au développement de l'aquaculture en bassin. La FQSA appuie les démarches actuelles entamées par le MELCCFP en lien avec les modifications sur les règlements sur l'aquaculture au Québec.

Plusieurs éléments liés à l'industrie de l'aquaculture de salmonidés en filets ouverts nous apparaissent inacceptables pour la conservation de nos population sauvage de saumon atlantique et présentent des risques écologiques sous-évalués et injustifiés pour la protection et la conservation de l'espèce au Québec et pour la protection de nos rivières à saumon. Néanmoins, nous sommes conscients que l'impact environnemental de l'aquaculture dépend de plusieurs facteurs tels que l'espèce produite, l'intensité de production, la localisation et le type d'installation. Le présent mémoire restera toutefois axé sur la production de saumon atlantique en filet ouvert. Il exposera les arguments qui nous ont amenés à prendre une telle position dans le futur et continuer de la défendre aujourd'hui. Nous y exposerons successivement notre intérêt à prendre part à ce débat. Nous décrirons les différents aspects problématiques reliés au développement de l'aquaculture en filet ouvert à l'échelle mondiale et au Québec. Enfin, nous donnerons un certain nombre d'indications sur ce qui pourrait être fait pour que l'aquaculture en bassin d'élevage fermée devienne l'une des assises au développement durable de l'industrie de pisciculture marine au Québec, au double plan environnemental et économique.

Le dossier de l'aquaculture des saumons en filets ouverts, et ceci à l'échelle mondiale, continue de recevoir des critiques et de démontrer les impacts environnementaux négatifs. Il ne faut pas s'étonner que les groupes intéressés à la conservation des rivières à saumon et de leurs populations de saumons sauvages s'opposent à ce qu'une telle industrie se développe au Québec et que la FQSA se range derrière cette position.

Bien qu'il existe d'autres impacts, ce qui ressort le plus souvent est les trois points suivants :

- Impact sur les pêcheries locales et sur les espèces indigènes (maladies, modification du bagage génétique, hybridation entre les populations sauvages et d'élevages)
- Accumulation de matières organiques (déchet organique) et de nutriments
- Dégradation environnementale autour du site de production

Si, d'une part, le développement d'une telle industrie pouvait favoriser le développement de l'aquaculture et donc contribuer à la création d'emplois en région, d'autre part le développement d'une industrie de l'élevage de salmonidés en cage pourrait tout aussi bien occasionner des conséquences négatives sur l'environnement marin, sur les populations de saumons sauvages et par ricochet, sur la stabilité des emplois de personnes dont le revenu dépend en large partie de la présence des rivières à saumon. Nous pensons toutefois qu'il est possible de développer l'aquaculture en circuit fermé (infrastructures terrestres) au Québec et espérer avoir des retombées économiques de même grandeur sans les réaliser au détriment de notre population sauvage de salmonidés.

Introduction

L'aquaculture possède l'avantage de produire un poisson à des fins de consommation sans toutefois requérir à un investissement important comme les cultures terrestres. Contrairement aux secteurs bovins, avicoles et porcins, la masse des parties non consommables de l'animal chez le poisson est beaucoup moindre. En effet, 65 % du poids net du poisson est consommable. Les poissons et les crustacés ont, de plus, un rendement élevé en croissance. L'énergie que les organismes terrestres utilisent pour réchauffer le sang est utilisée par les organismes aquatiques, organismes à sang froid, pour la croissance de l'individu. Parmi les espèces aquatiques ayant le plus fort rendement, certaines souches de saumon produisent 0,8 livre de chair pour chaque livre de nourriture (saumon atlantique). À titre de comparaison, un bœuf produit une livre de chair pour 8 livres de nourriture (Weber, 1998).

La majorité des activités aquacoles dans le monde a lieu en infrastructure terrestre. Les espèces de la famille des Cyprinidae (carpe herbivore, commune et argentée) comptent pour le tiers de la production aquicole mondiale (FAO, 2022). L'aquaculture terrestre possède l'avantage d'avoir moins d'influence sur l'environnement adjacent si ce n'est que par une augmentation de phosphore et d'azote de l'eau. Cependant, ces rejets peuvent être en partie traités, faisant de l'aquaculture en infrastructure terrestre une méthode de culture plus sécuritaire en matière d'environnement et de faune.

Depuis son avènement, dans les années 60, la méthode d'élevage de salmonidés en cages flottantes (ou filets ouverts) suscite de vives controverses. Depuis une vingtaine d'années, plusieurs études démontrent les impacts négatifs de telle pratique pour les souches indigènes de saumons atlantiques. Ces impacts ont été identifiés selon des considérations d'ordre génétique, selon leurs interactions entre les souches indigènes et celles d'élevage, selon les effets d'introduction de nouvelle espèce et du parasitisme dans le milieu et en fonction de la pollution environnementale générée.

1. Le phénomène de l'aquaculture sur le plan mondial

1.1 Historique

Bien qu'elles connaissent un succès relativement récent, les techniques d'aquaculture contemporaines sont le fruit d'amélioration des méthodes depuis des millénaires. Les gravures retrouvées dans la sépulture de Ktihetep (2500 ans avant J.-C.) témoignent de l'intérêt de l'humain pour la culture du milieu aquatique (Landau, 1992). En ce qui a trait au développement d'étang piscicole, les premières infrastructures datent de 1130 avant J.-C. C'est Wen Fang, père fondateur de la dynastie Chou, qui fit construire des étangs permettant l'élevage de la Carpe. Le premier écrit relatif à l'aquaculture est aussi d'origine chinoise alors que Fang Li rédige un ouvrage en 475 av J.-C. Cet ouvrage est intitulé Yang Yu Ching (Traité sur l'élevage des poissons) (Pond Dynamics/Aquaculture). La plupart des poissons de culture de l'époque étaient de la famille des Cyprinidés en raison de leur tolérance aux stress environnementaux. Plus tard, l'Empire romain développa des méthodes pour la récolte d'autres espèces. Plus récemment, le Tilapia, un poisson d'eau douce d'origine africaine, est élevé un peu partout dans le monde (AICA, 2002).

L'élevage de salmonidés est un domaine d'aquaculture plus récent en raison des exigences de cette famille en matière de température et d'oxygénation de l'eau. Le premier essai fructueux d'aquaculture par les méthodes modernes a été réalisé en 1733 par un fermier allemand qui a réussi à récolter les œufs, les féconder, engraisser et faire croître les poissons en bassin (World Aquaculture, 2000). L'aquaculture encore à cette époque était réservée à des espèces dulcicoles. Pendant plus de 200 ans, l'aquaculture de salmonidés s'est surtout développée en infrastructures terrestres.

Les intérêts gouvernementaux du Canada dans le développement d'une aquaculture commerciale sont apparus dans les années 60. Ce sont la diminution des ressources de pêche commerciale et le développement de la salmoniculture dans des pays concurrents qui ont sensibilisé les gouvernements aux avantages de l'aquaculture. Les techniques d'aquaculture de salmonidés en mer ont été développées en Norvège à partir de 1969 (ministère des Pêches et Océans, 1999). Les premières fermes d'élevage de saumons sont apparues au Canada atlantique dans la baie de Fundy au cours des années 1970. Ainsi, à la suite d'un effort gouvernemental en cette direction, les années 1980 ont été prolifiques en publications sur le sujet. Ces techniques, au cours des décennies suivantes, se sont avérées une alternative à la diminution des stocks de poissons liés aux pêches commerciales, mais principalement à la diminution des stocks de saumons.

Depuis les années 80, plusieurs autres projets ont alors pris forme, notamment à Terre-Neuve et en Nouvelle-Écosse. Ces projets concernaient encore une fois la possibilité d'élever et de développer les salmonidés en mer. Depuis quelques années, ces méthodes font l'objet de critiques sévères quant aux impacts biologiques et environnementaux sur l'environnement adjacent. Alors que le nombre de fermes d'élevage augmente, une diminution des stocks de saumons indigènes est observée dans les rivières situées à proximité de ces fermes. Bien que plusieurs études suggèrent une interaction néfaste entre le saumon d'élevage et le saumon indigène, l'aquaculture des salmonidés est toujours en forte croissance.

1.2 Expansion

L'aquaculture est le secteur agroalimentaire rencontrant la plus forte expansion depuis les années 90 (Barton, 1997, 1998). Les aquacultures norvégienne et chilienne dominent le secteur aquicole du saumon dans le monde au côté de l'Écosse, l'Irlande et le Canada (Jensen, 2001). En 1984, l'aquaculture contribuait à 8% de la production halieutique mondiale; elle y contribue à près de 25 % en 2001 et atteint 49,2 % en 2020, à égalité avec les pêches commerciales (
Figure 1) (Berge, 2001; FAO, 2022). Toutefois, en Amérique du Nord, les pêches commerciales continuent de représenter la plus grande part de production halieutique, où un peu plus de 10% seulement sont occupés par l'aquaculture (
Figure 2) (FAO, 2022).

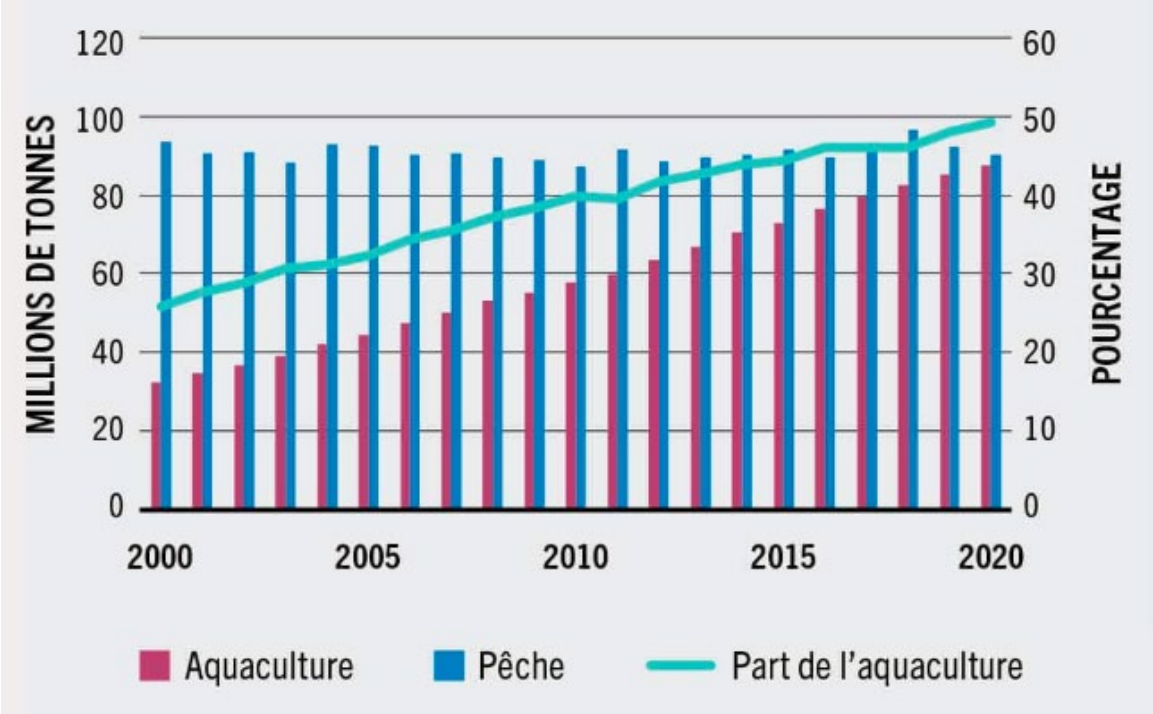

Figure 1 Contribution de l'aquaculture à la production halieutique et aquacole totale (hors algues) dans le monde de 2000 à 2020 (FAO, 2022)

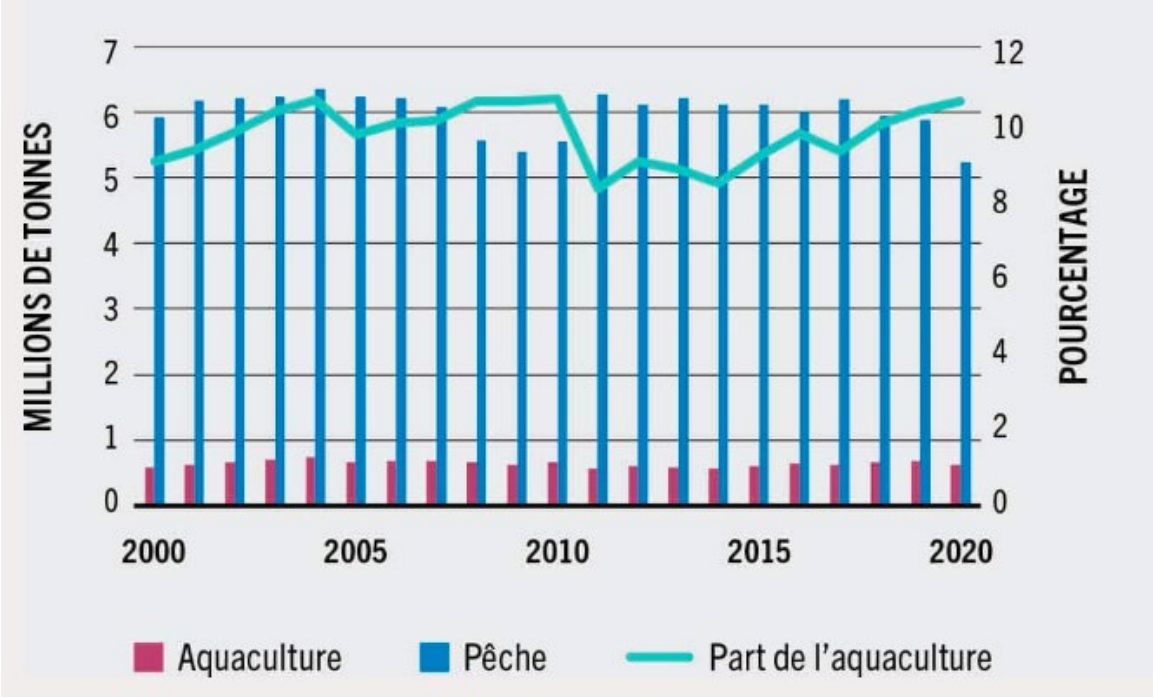

Figure 2 Contributions de l'aquaculture à la production halieutique et aquacole totale (hors algues) en Amérique du Nord de 2000 à 2020 (FAO, 2022)

Plusieurs facteurs ont contribué à l'essor de l'aquaculture canadienne : une augmentation générale de la demande de poisson et de fruits de mer dans le pays et dans les marchés d'exportation; le déclin des stocks sauvages; la limite atteinte par la pêche traditionnelle; l'amélioration des méthodes de production et de transport; la proximité du marché américain. Dans le domaine aquacole, dès que l'animal a atteint la taille voulue, on le récolte, on le traite et on l'expédie sur le marché, souvent dans les heures qui suivent sa sortie de l'eau (Comité sénatorial des pêches, 2001).

Au Canada, l'expansion la plus forte a eu lieu entre 1984 et 1991. Puis, la production a grandement varié du début des années 2000 jusqu'à 2015, doublant d'une année à l'autre ou diminuant fortement entre deux années de production. À partir de 2015 jusqu'en 2022, on peut voir que la production s'est légèrement stabilisée avec une production oscillant autour de 120 000 tonnes (**Figure 3**). L'espèce dominante dans cette catégorie est le saumon atlantique qui absorbe 90 % du marché et dont l'origine de production provient à 75 % de la Norvège et du Chili. Le Canada se positionne comme 4^{e} plus grand producteur de saumon d'élevage (MPO, 2017).

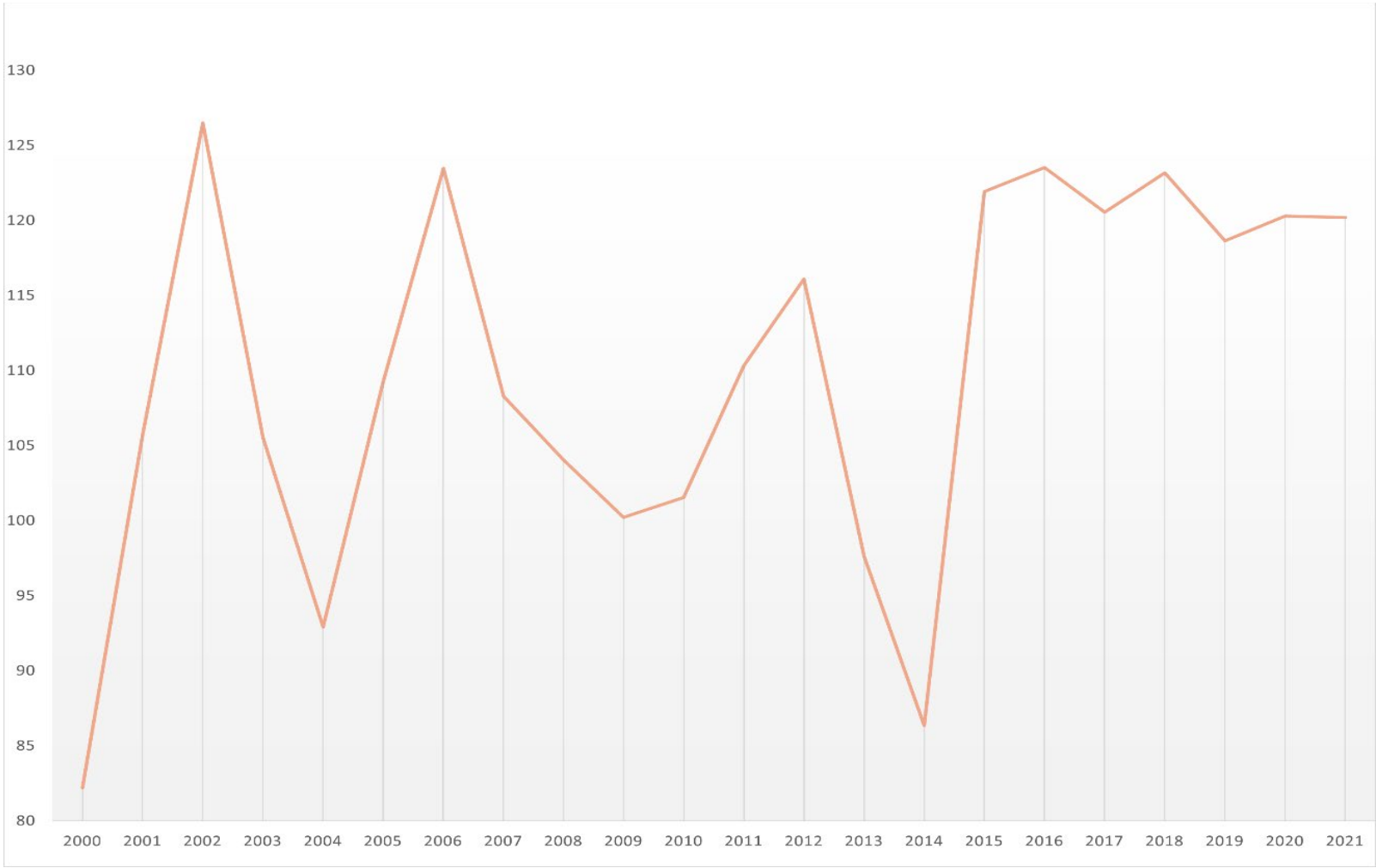

Figure 3 Tonnes (x 1000) de saumon d'élevage produites par année entre 2000 et 2021 au Canada (Statistiques Canada, 2022)

En 2021, l'aquaculture canadienne a produit 191 000 tonnes de produits, pour une valeur économique de 1,34 milliard de dollars (Statistiques Canada, 2022). L'aquaculture de poissons occupe 75% du marché du Canada, tandis que les fruits de mer et algues occupent le 25% restant. Les provinces de l'Atlantique comptent plus de 70 espèces aquatiques pour lesquelles des permis aquacoles sont délivrés. Toutefois, la production est principalement axée sur le saumon atlantique (71 %), les moules (12 %), les huîtres (9 %) et l'omble de fontaine (5%). Une dizaine d'autres espèces forment le 3 % restant. Les provinces de l'Atlantique jouent un rôle dominant dans le développement de bon nombre d'espèces émergentes, mais c'est la Colombie-Britannique qui domine le marché pour la production de poissons d'élevage (CAIA, 2022) (**Figure 4**).

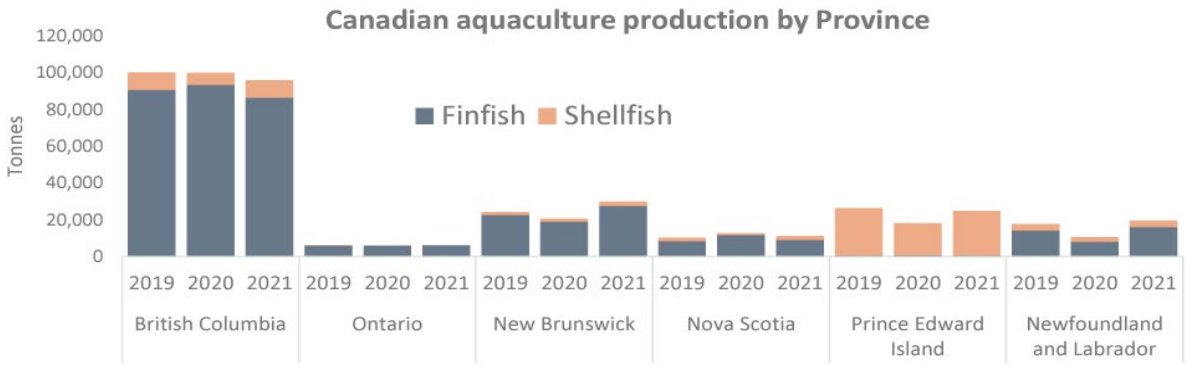

Figure 4 Évolution de la production de poissons et fruits de mer selon les provinces au Canada de 2019 à 2021 (CAIA, 2022)

2. Enjeux associés à l'aquaculture

On retrouve quatre grandes catégories d'enjeux associés à l'aquaculture de saumon atlantique :

- Conséquences génétiques :

Les évasions de saumons d'élevages des fermes en filets ouverts en raison de bris ou de mal fonctionnement des équipements sont bien connues et documentées. Chaque fois que des individus se retrouvent dans l'environnement, en plus d'aider à la propagation de maladie, ils deviennent des compétiteurs pour les autres espèces (salmonicoles ou non) pour la nourriture, la prédation et la reproduction. De plus, le bagage génétique est différent en raison de leur origine et des conditions d'élevage, ce qui peut créer des variations avec la génétique des populations sauvages et avoir des impacts négatifs sur leur survie.

- Interactions écologiques et interspécifiques :

En pisciculture en circuit ouvert, même lorsqu'il n'y a pas d'évasions de poissons, les filets et l'équipement servant pour les fermes d'élevage vont avoir un impact dans le patron naturel des migrations des autres espèces de poissons et des cétacés. Avec parfois plus d'un million d'individus par filets, ces installations attirent inévitablement des prédateurs comme les phoques et les oiseaux, et les mets directement à risque de se blesser dans les filets et l'équipement.

- Parasitismes et maladies :

D'une part, les filets sont des vecteurs importants pour la dissémination des parasites, comme le pou de mer, où des concentrations importantes de ces derniers sont souvent enregistrées en bordure des installations aquicoles. D'autre part, les densités de poissons retrouvées dans les filets créent des conditions idéales pour la multiplication et la prolifération des virus, bactéries et parasites en plus de générer un stress chez les individus et de diminuer leur système immunitaire.

- Altération de l'environnement

La charge organique (matières fécales, nourriture non consommée, animaux morts) qui découle des installations et se dépose au sol a des impacts sur les organismes vivants sur

le fond marin. Elle peut engendrer des proliférations d'algues causées par la grande quantité de nutriments (zones eutrophes) ou créer des zones anoxiques (manque d'oxygène).

L'utilisation d'antibiotiques et de produits désinfectants peut entraîner des conséquences importantes dans le milieu, entre autres, en changeant la composition de la charge bactérienne du milieu et en provoquant des résistances à des maladies ou l'apparition de nouvelle souche.

Finalement, afin d'assurer l'entretien et la surveillance des installations piscicoles, de la machinerie et des bateaux sont utilisés. Les bruits et la pollution lumineuse émis par ces engins, peuvent changer les comportements des mammifères marins et leur cycle biologique.

Chacune de ces considérations sera approfondie dans les sections qui suivent.

2.1 Conséquences génétiques

L'objectif premier de l'aquaculture est un objectif de rendement et de production. L'implantation de fermes d'élevage en cages flottantes pour les saumons implique une sélection de poissons possédant une croissance optimale, c'est-à-dire un rendement maximal en termes de croissance et de temps. Ces méthodes d'aquaculture nécessitent des modifications génétiques de l'espèce afin de satisfaire les objectifs de rentabilité et de productivité. Ainsi, comme tous les autres produits d'aquaculture, les poissons doivent avoir une croissance et un engraissement rapides, un potentiel de reproduction important pour les géniteurs et aisé ainsi qu'une viabilité accrue. Les possibilités de l'industrie salmonicole sont de deux ordres : manipuler génétiquement le poisson afin qu'il soit rentable en termes de croissance et de développement, ou sélectionner des individus dans une population possédant des caractéristiques particulières de croissance.

Les problèmes génétiques reliés aux populations d'élevage viennent du fait que ces saumons de culture peuvent se retrouver en nature lors des bris de filets et interagir avec les populations indigènes. Les enclos sont soumis à des forces hydrodynamiques importantes reliées aux tempêtes et aux courants marins. Il arrive à l'occasion que les cages cèdent et que ces poissons d'élevage se retrouvent dans l'environnement (Doubleday, 2001). En général, les poissons provenant d'élevage ne sont pas très mobiles et demeurent, pour la plupart, près des enclos. Cependant, certains, plus mobiles, remontent les rivières. Ils s'introduisent alors au sein des populations naturelles.

2.1.1 Saumon génétiquement modifié

Certaines compagnies spécialisées en aquaculture vont également jusqu'à faire des modifications génétiques de leurs individus pour augmenter le rendement des individus d'élevage. Deux différentes techniques ont été observées jusqu'à présent. Les premiers essais sur les salmonidés concernent l'utilisation d'un gène humain permettant la sécrétion d'hormones de croissance donc, la production plus rapide d'un plus gros poisson (Aquabouty.com, 2002). Aujourd'hui, la compagnie Aquabounty utilise plutôt le gêne de croissance du saumon quinnat, qui permettrait aux saumons transgéniques de grandir deux fois plus vite. La première production canadienne de ce saumon, le saumon AquAdvantage, a débuté en 2021 à l'Île-du-Prince-Édouard dans les installations de la compagnie. Le produit a été approuvé par Santé Canada et il a été déterminé qu'il présente les mêmes valeurs nutritives qu'un saumon atlantique non génétiquement modifié. Le Canada n'est pas le premier pays à approuver le saumon AquAdvantage. La Food and Drug Administration des États-Unis l'avait précédemment approuvé en 2015

(Gouvernement du Canada, 2020). En février 2023, la compagnie AquaBounty a annoncé qu'elle ne ferait plus l'élevage des saumons génétiquement modifié dans ses installations de l'Île-du-Prince-Édouard. Toute la production se fera dans ses installations des États-Unis, mais la mise en marché des produits continuera de se faire au Canada (Radio-Canada, 2023a). Bien qu'AquaBounty stérilise ses individus pour éviter la reproduction dans le cas où des individus s'échapperait, le processus, bien que fiable à 99,8% selon la compagnie, pourrait quand même permettre à un petit nombre individus fertiles de s'échapper et d'affecter l'équilibre de l'écosystème (Magazine Pivot, 2020).

La seconde orientation prise par le génie génétique consiste à l'utilisation de gènes, notamment de la Plie rouge (*Pseudopleuronectes americanus*). Ces gènes permettent au foie de l'animal de sécréter une molécule glycoprotéique (empêche la formation de cristaux de glace dans le sang) lui permettant de survivre à des températures inférieures à la température létale pour ce poisson à l'état naturel (A/F protein inc, 2002). Les avantages commerciaux de ces manipulations génétiques consistent en une croissance rapide des individus et une production de salmonidés durant toute l'année.

2.1.2 Sélection anthropique

Une autre considération génétique consiste à la sélection anthropique des saumons d'élevage. Ces saumons ne sont pas modifiés génétiquement, mais sont choisis selon des critères de croissance et de développement. Ces poissons sont certes plus « naturels » que le saumon transgénique, mais ils constituent toujours un risque pour les saumons indigènes. Ils sont aptes à se reproduire, mais moins aptes à effectuer de longues migrations, à survivre au jeune âge ou lors de la période en eau salée. Une autre conséquence des modifications génétiques est l'augmentation de l'activité et du métabolisme du poisson. Celui-ci est, certes, plus actif, mais il a moins de vigilance vis-à-vis des prédateurs (Doubleday, 2001).

2.1.3 Modifications génétiques des saumons sauvages

Que l'on considère l'aquaculture des saumons ou d'une autre espèce de salmonidés, le risque de détériorer la génétique des souches indigènes est très important. Les différents intervenants du milieu s'inquiètent donc du remplacement à court ou à long terme du pool de géniteurs de souche indigène par le poisson d'élevage.

Dans le cas d'introduction de saumon d'élevage, il a été démontré que ce dernier peut produire une seconde génération de saumons hybrides avec le saumon d'élevage. Des

études réalisées à Terre-Neuve (MPO, 2018) ont permis de montrer qu'il existe des variations au niveau moléculaire qui diffère chez les saumons d'élevage en raison de sélection génétique répétée pour certaines caractéristiques, comme la croissance rapide des individus, créant des marqueurs génétiques facilement comparables avec les saumons sauvages. Des échantillons d'ADN ont été récoltés sur des milliers de saumons dans 18 rivières différentes dans la région plus au sud de Terre-Neuve. En comparant les marqueurs génétiques, les chercheurs ont identifié des saumons sauvages, d'élevages et une troisième sous-catégorie d'hybrides provenant de la reproduction des deux souches. Sur les 18 rivières analysées, 17 d'entre elles contenaient des individus hybrides. Il existe peu d'information sur la survie des rejetons de saumons d'élevages ou d'hybrides, mais les populations de saumons sauvages sont en déclin dans cette région, et les rivières les plus affectées sont celles où le plus d'hybridation était présente (MPO, 2018).

Certaines études réalisées en Europe ont démontré que les saumons issus de souches d'élevage et leurs hybrides se développent plus rapidement et dominent les tacons naturels dans leur habitat. Cela concorde avec le fait qu'ils ont été précédemment sélectionnés dans les fermes pour atteindre la maturité sexuelle plus tard, mais avoir une croissance plus rapide pour être exportés sur le marché (MPO, 2018). Leur survie en mer est, cependant, plus précaire que celle des individus provenant de souche naturelle. Des études réalisées au Nouveau-Brunswick ont démontré que dans certaines rivières avoisinant les enclos d'élevage, la proportion de saumon d'élevage observée lors de la montaison pouvait être de plus de 80%. Dans la rivière Magaquadavic, au Nouveau-Brunswick, on observe des montaisons de saumons d'élevage jusqu'à huit fois plus importantes que celles du saumon indigène (Société Royale du Canada, 2001).

Les événements d'introduction accidentelle de saumon d'élevage dans la nature se comptent par dizaines. Bien que les compagnies assurent que des protocoles de surveillance sont en place, les phénomènes météorologiques divers créent une précarité certaine des infrastructures. Notons entre autres, les marées, les tempêtes, la faune et la corrosion faite par le sel marin comme des éléments ayant causé des bris dans les cages marines. En 2013, un bris de structure a permis la libération de près de 20 000 saumons d'élevage dans l'environnement d'une rivière habitant également une population sauvage du même nombre d'individus de saumon, au sud de l'île de Terre-Neuve (MPO, 2020). La documentation de cet événement a permis de conclure que sur le long terme, les proportions de saumons hybrides et de saumons d'élevages diminuaient au profit des saumons indigène. Ce taux de survie serait variable entre les pisciculture en fonction de la différenciation génétique qui s'est opérée dans la facilité. Ainsi, plus la domestication serait prononcée, moins les chances de survies des saumons d'élevages échappés

seraient élevées. Puisqu'une génération d'individus hybride est possible entre les deux (élevage et sauvage), l'introduction du bagage génétique de ces saumons d'élevages est inévitable (Sylvester et coll., 2018). En général, ce sont des nombres moins importants de saumons d'élevages qui s'échappent lors de bris ou de présence de faune, mais cela montre que nous ne sommes pas à l'abri d'événements plus importants et de croisements entre les deux souches.

Dans le cas d'introduction d'une espèce de salmonidé non indigène à une région biogéographique donnée, le risque génétique est considéré comme indirect. En effet, on considère qu'une augmentation d'une population existante ou l'introduction d'une tierce espèce dans une rivière peut augmenter de façon exponentielle la pression de prédation chez les œufs, chez les tacons et chez les saumoneaux. Qui plus est, la compétition pour l'habitat s'en trouve aussi accentuée. La réduction de taille des populations de saumons atlantiques indigènes pourrait occasionner une réduction de la diversité génétique. Cette diminution de la diversité réduit, à long terme, la capacité du saumon à s'adapter aux variations rapides du climat et le rend plus vulnérable aux maladies infectieuses et bactériologiques.

2.1.4 Différenciation spécifique des saumons sauvages (long terme)

Considérant les changements phénotypiques et génotypiques accomplis, au fil des ans, chez le saumon, Gross (1998) suggère une différenciation spécifique des deux souches de saumon, c'est-à-dire que le saumon atlantique d'élevage devient une sous-espèce du genre Salmo salar. Selon cet auteur, l'échappée des saumons d'élevage des sites d'engraissement constituerait donc une véritable introduction d'espèce.

L'introduction d'une nouvelle espèce dans une niche écologique est un phénomène largement documenté (Gross, 1998). L'introduction d'espèce exotique est, de plus, considérée comme la deuxième menace majeure, après la perte d'habitat, de la biodiversité naturelle et l'intégrité des communautés naturelles (Dodson, 2000). Que ce soit le saumon d'élevage ou tout autre salmonidé, l'échappée de poissons domestiqués est un sujet très actuel (Gross, 1998; Dodson, 2000) dont l'impact peut être décrit en termes de risques directs et indirects pour les espèces sauvages.

Les interactions écologiques entre les espèces indigènes et les espèces domestiquées peuvent être catégorisées comme celles résultant de la compétition pour la ressource, c'est-à-dire la nourriture, l'espace et la reproduction et celles résultant de la relation prédateur-proie (Société Royale du Canada, 2001). Des études menées en Irlande

indiquent que les poissons d'élevage et les hybrides chassent les juvéniles naturels de leur habitat (Doubleday, 2001).

La compétition pour la nourriture et l'espace peuvent affecter la descendance à tout âge. La compétition lors de la reproduction a été largement documentée à la suite des études réalisées sur des rivières irlandaises. La reproduction des poissons de culture peut donc nuire aux nids construits antérieurement par le saumon naturel réduisant la durée de survie des œufs (Doubleday, 2001). En ce qui concerne l'introduction d'une autre espèce, Dodson (2000) décrit plusieurs interactions entre le saumon indigène et un autre salmonidé (truite arc-en-ciel). L'espèce introduite peut se nourrir des différents stades du saumon en rivière et accroît la prédation.

2.2 Interactions écologiques et interspécifiques

En rivière, la compétition entre les saumons sauvages et d'élevage se produit puisque les souches d'élevage sont considérées comme possédant une croissance plus rapide. Cette croissance implique que les jeunes saumons d'élevage, à l'état de tacons, sont plus aptes à chasser les juvéniles naturels de leur habitat. Cette interaction est similaire pour l'introduction d'autres espèces de salmonidés. La prédation des autres salmonidés en rivière s'effectue sur les œufs et sur les tacons, réduisant encore la taille de la cohorte pouvant atteindre l'âge adulte. Un autre effet néfaste de l'interaction des deux populations se concrétise lors de la période de reproduction. Pendant cette période, les saumons d'élevage construisant les nids peuvent nuire aux nids des saumons indigènes, déjà existants. En remuant le gravier, ces saumons nuisent, voire détruisent les œufs et ainsi rendent la survie de la cohorte précaire.

En milieu côtier, une augmentation de la prédation des saumons indigènes par la faune marine a été remarquée près des enclos des fermes d'aquaculture, ce qui vient augmenter la précarité des populations se déplaçant près de telles infrastructures. En 2022, une dizaine de lions de mer avaient réussi à pénétrer dans les bassins de la ferme d'élevage de Cermaq sur l'île de Vancouver. Ils se promenaient d'un enclos à l'autre, avalant des dizaines de saumons dans cette ferme de plus de 500 000 saumons d'élevage (Radio-Canada, 2022). En raison de l'agglomération de poissons dans les fermes ou les surplus de nourriture de moulée distribuée, la faune marine se retrouve en bordure des enclos. Avant de pénétrer dans les enclos et à la suite de leur départ, leurs présences dans le milieu peuvent avoir créé une pression de prédation sur la faune indigène. Les attaques de pinnipèdes ou d'autres mammifères marins créent des pertes de productivité et des pertes financières, mais peuvent aussi entraîner des conséquences pour ces espèces mêmes.

2.2.1 Conséquences pour la faune marine

Certains mammifères marins menacés peuvent être tués ou blessés par les infrastructures et les travailleurs. C'est l'un des nombreux impacts potentiels des fermes aquicoles sur les mammifères marins, mais également des tortues, oiseaux marins et des requins. En plus des blessures et de la mortalité, on note des collisions, enchevêtrements dans les filets, changement de comportement et perte d'habitat (Heredia-Azuaje et al., 2021). Bien qu'importante, il est difficile d'avoir un portrait clair de ce qui se passe autour des installations en raison de leur éloignement et de leur accès difficile. Peu de littérature et documentation existent sur ce sujet.

Certains mammifères peuvent aussi changer leur comportement pour éviter les fermes aquacoles. Cela peut avoir un impact en créant une perte d'habitat pour l'espèce en question si elle préfère le même type d'environnement que les fermes et si ces dernières sont nombreuses (Bath et al. 2023). Même si l'évitement minimise les interactions avec les équipements et diminue les chances de blessures (enchevêtrement) ou mortalité, ce changement de comportement peut avoir un impact sur leur aire de répartition, fragmenter leurs habitats ou isoler certaines populations qui éviteraient de circuler proche des installations pour se déplacer avec leurs proies. L'enchevêtrement dans les structures peut être dû à une mauvaise habileté à détecter les filets où par l'attraction à la grande quantité de proies présente au même endroit.

Au Canada, une base de données permet de savoir le nombre de noyades accidentelles dans les fermes d'élevage de saumon. De 2011 à 2021, en Colombie-Britannique, ce sont 50 phoques communs et 41 otaries de Californie qui sont décédés (MPO, 2022; (Bath et al. 2023). Il est possible que ces chiffres soient encore plus élevés, car ce sont les cas rapportés d'incidents. Il peut aussi y avoir eu des blessures qui ont ensuite été fatales pour les animaux, ou des cas qui ne sont tout simplement pas rapportés. On retrouve également les statistiques sur les autorisations de contrôle des prédateurs. De 2011 à 2016, 249 otaries de Californie ont été tuées. De 2011 à 2015, le nombre est de 78 pour les phoques communs (MPO, 2022; Bath et al. 2023). Finalement, toujours dans l'ouest du Canada, des enchevêtrements avec des baleines à bosse et un marsouin commun ont été rapportés respectivement en 2013, 2016, 2018 et 2007 (Bath et al. 2023).

Au Chili, les filets pour le contrôle des prédateurs (en particulier les pinnipèdes) autour des fermes de saumon d'élevage sont la principale cause de décès par enchevêtrements des cétacés. Des accidents de la sorte ont été répertoriés dans tous les pays cultivateurs de saumon, comme la Norvège, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Écosse et l'Islande (Bath et al. 2023).

2.3 Parasitismes et maladies

La proximité inhabituelle des membres d'une même espèce entraîne un stress comportemental qui produit des changements physiologiques rendant les animaux moins résistants aux infections. Une fois introduits dans une population stressée, les pathogènes peuvent facilement déclencher une épidémie d'envergure (Amyot, 1986). Selon Gross (2000), le parasitisme et les maladies constituent un des effets les plus nocifs de l'aquaculture en mer de salmonidés sur les souches indigènes. Avec les animaux terrestres, il est plus aisé de séparer et de maintenir une quarantaine stricte. Les maladies n'étant généralement pas transmises par l'air. Pour les poissons, il est plus compliqué d'instaurer une quarantaine, car la majorité des pathogènes est originaire de l'environnement adjacent aux cages flottantes et peut être transmise de cage en cage (Boghen, 1995).

L'interaction écologique des deux souches de saumons ou d'une tierce espèce de salmonidé peut engendrer un accroissement des maladies infectieuses et des parasites. En effet, la culture intensive crée inévitablement un stress chez le poisson. On dénombre donc, au sein des bassins d'élevage, des cas de poissons infectés par la furonculose, par des vers parasitaires, l'anémie infectieuse ou par le pou du poisson. Or, l'introduction d'individus d'élevage malades ou porteurs de parasites permet aux maladies et aux parasites d'infiltrer des populations naturelles et les contaminer. En général, les scientifiques s'accordent pour affirmer que la diminution des populations indigènes est induite par une forte transmission de maladies infectieuses et de parasitisme chez ces poissons.

Les gouvernements imposent des mesures très sévères pour éviter l'introduction et la prolifération de maladies dans les activités agricoles. Cependant, en ce qui concerne l'introduction de maladie en aquaculture, une certaine souplesse est perceptible et beaucoup moins de règles encadrent les activités. Le transfert de saumon et d'œufs entre les fermes d'engraissement, phénomène très répandu, introduit régulièrement des maladies infectieuses dans les cages flottantes (Boghen, 1995). Dans les dernières années, la direction faune du MELCCFP a entamée des démarches pour renforcer les règlements entourant l'aquaculture, ce que la FQSA appuie grandement.

2.3.1 L’anémie infectieuse et le pou du saumon

Chez le saumon, deux infections, l’une virale, l’autre parasitaire, affligent plus sérieusement les individus d’aquaculture et entraînent des répercussions chez le saumon indigène. Il s’agit de l’anémie infectieuse et du pou du saumon. Bien qu’elle soit inoffensive pour l’humain, l’anémie infectieuse du saumon (AIS) est une maladie virale très contagieuse qui touche le saumon atlantique. Elle est causée par un virus de la famille des Orthomyxoviridae (ACIA, 2020). La maladie se propage lentement et affecte uniquement les stades post éclosion. Plusieurs hypothèses sont avancées quant aux vecteurs de propagation : le sang, le mucus, les excrétions, les mesures d’hygiène personnelles d’aquaculture ou le matériel contaminé. Cette maladie a d’abord été observée dans les sites aquicoles de Norvège (Comité sénatorial des pêches, 2001). On la croyait endémique à la région jusqu’à ce que le virus fasse son apparition dans une ferme du Nouveau-Brunswick en 1996. Depuis, le virus a également été détecté dans des fermes en Nouvelle-Écosse, à l'Île-du-Prince-Édouard et à Terre-Neuve-et-Labrador. La présence de cette maladie a été observée chez le saumon indigène dans toutes ces provinces, mais également au Québec malgré l’absence de ferme sur le territoire. L'AIS est une maladie à déclaration obligatoire au Canada depuis 2012. Ainsi, quiconque soupçonne la présence de l'AIS chez des poissons qu'il possède ou manipule dans le cadre de son travail est tenu par la loi d'en aviser l'agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA, 2020). Plus de 195 déclarations ont été faites depuis 2012, soit le début de la présente loi (**Tableau 1**).

Tableau 1 Nombre de déclarations de présence d'AIS par provinces de l'Atlantique de 2012 à 2022 (Gouvernement du Canada, 2023a)

Année	Nombre de déclarations	Déclaration par province
2022	15	Terre-Neuve (4), Île-du-Prince-Édouard (1), Nouvelle-Écosse (1), Nouveau-Brunswick (9)
2021	39	Terre-Neuve (3), Île-du-Prince-Édouard (1), Nouvelle-Écosse (6), Nouveau-Brunswick (29)
2020	25	Île-du-Prince-Édouard (2), Nouvelle-Écosse (7), Nouveau-Brunswick (16)
2019	20	Nouvelle-Écosse (7), Nouveau-Brunswick (13)
2018	17	Nouvelle-Écosse (9), Nouveau-Brunswick (8)
2017	16	Nouvelle-Écosse (4), Nouveau-Brunswick (12)
2016	12	Nouvelle-Écosse (3), Nouveau-Brunswick (9)
2015	12	Nouvelle-Écosse (1), Nouveau-Brunswick (11)
2014	8	Île-du-Prince-Édouard (1), Nouvelle-Écosse (2), Nouveau-Brunswick (5)
2013	17	Nouvelle-Écosse (11), Nouveau-Brunswick (6)
2012	9	Nouvelle-Écosse (7), Nouveau-Brunswick (2)

Même si sa transmission est lente, cela n'implique pas que l'AIS n'est pas une maladie virulente pour autant. En effet, il existe plusieurs souches du virus et le taux de survie peut varier entre 2 % à 95%, selon les paramètres du milieu (densité d'individus, température de l'eau, courants, etc.), avec un taux de mortalité moyen de 30% (ACIA, 2020). Une étude réalisée avec deux souches de la maladie, une virulente et une moins virulente, les stocks de saumon sauvage présentaient un taux de survie supérieur à celui des stocks de poissons d'élevage. Avec l'isolat très virulent, les poissons d'élevage présentaient un taux de survie de 2 % comparativement à 10% pour le stock de la rivière St-Jean. Avec l'isolat mi-virulent du virus de l'AIS, le taux de survie était meilleur, avec 87 % pour les poissons d'élevage et 95 % pour les stocks de saumon sauvage en moyenne (Gagné, 2019).

La propagation peut se faire sur plusieurs semaines ou mois, car les symptômes ne sont pas toujours visibles rapidement et une éclosion d'AIS ne touchera pas nécessairement tous les poissons de l'installation en même temps. Habituellement, le retrait des poissons malades permet d'arrêter ou de considérablement ralentir la progression d'une éclosion, mais faut-il encore être capable de détecter la présence de la maladie. Les symptômes externes et comportementaux comprennent une perte d'appétit, la séparation du groupe principal de poissons, une nage lente, des branchies rose pâle à gris, le gonflement de l'abdomen, le saignement sur la peau des flancs et du ventre (Figure 5).

Figure 5 Saumon atteinte de l'anémie infectieuse du saumon (DFO GFC-AAHL, 2023)

Il est aussi possible de voir des signes de la maladie lorsqu'on disserte le poisson, comme le gonflement et brunissement des reins, du foie et de la rate, des pétéchies dans les tissus adipeux autour des organes, des saignements dans le cæcum pylorique, les intestins et le foie, le cœur de coloration pâle et un liquide teinté de sang dans la cavité abdominale et autour du cœur. Les éclosions surviennent plus fréquemment dans les élevages de poissons en eau salée, lorsque l'eau se trouve entre 3 °C et 15 °C. Aucun traitement n'est actuellement disponible pour cette maladie, bien qu'un vaccin soit offert au Canada (ACIA, 2020).

Le pou du saumon, *Lepeophtheirus salmonis*, un invertébré qui se retrouve régulièrement dans les stocks de poisson naturel, se nourrit de la chair du saumon (**Figure 6**). Les plaies causées par le parasite s'infectent souvent et des épidémies fongiques ou toutes autres infections peuvent survenir.

Figure 6 Saumon avec présence du parasite du pou du saumon (Pål Mugaas Jensen, 2020)

Ce parasite est particulièrement problématique en aquaculture, car il affaiblit énormément le poisson, diminue sa croissance et entraîne souvent la mort de ce dernier (Boghen et al., 1995). Pour ce parasite, les sites d'aquaculture constituent un environnement propice pour le maintien et l'augmentation des populations de pou du saumon en raison du nombre important d'individus dans un endroit restreint. Il n'existe pas de vaccin pour lutter contre le parasite, mais des traitements anti-parasitiques peuvent être utilisés pour limiter leur présence et les blessures sur les saumons d'élevages. Toutefois, l'utilisation de ce genre de traitement diminue en efficacité avec le temps puisque les parasites finissent par développer une résistance. Dans les dernières années, des alternatives aux traitements chimiques pour faire le contrôle du pou du saumon ont fait leur apparition. L'utilisation de poisson-nettoyeurs, les labres (*Labridae*) et les lompes (*Cyclopterus lumpus*) ont gagné en popularité depuis 2008 et permettent de lutter contre la présence du pou de saumon dans les élevages.

Cette alternative est moins coûteuse et diminue le stress des saumons d'élevages en comparaison aux traitements chimiques. Plusieurs millions de ces poissons sont utilisés annuellement pour un tel contrôle, ce qui nécessite toutefois une industrie à part entière pour y arriver. Certaines recherches se questionnent donc à savoir si ce type de traitement est réellement durable à long terme (Powell et all., 2017). Qui plus est, des épidémies peuvent se propager aux stocks naturels (Doubleday, 2001). Dans certaines fermes aquicoles du Nouveau-Brunswick, des épidémies ont atteint un niveau alarmant, causant chez le poisson de nombreuses malformations (Boghen et al., 1995). Il est toutefois difficile d'avoir un portrait officiel de la situation et de l'impact sur les populations sauvages puisqu'il est difficile d'avoir accès aux données provenant des fermes d'élevage de saumons.

2.3.2 La nécrose hématopoïétique infectieuse

La nécrose hématopoïétique infectieuse est une maladie virale qui peut se développer chez les jeunes saumons (pacifique ou atlantique) et la truite arc-en-ciel. Elle est causée par le virus de la nécrose hématopoïétique infectieuse, qui appartient à la famille des Rhabdoviridae. Elle ne présente pas de risque pour la santé humaine, mais va affecter grandement les poissons qui en sont atteints, pouvant éventuellement mener à la mort de ceux-ci. Les poissons infectés peuvent présenter plusieurs symptômes physiques qui varient selon l'habitat en eau salée ou douce. En eau salée, les poissons peuvent avoir une coloration foncée de la peau, des branchiers pâles ou brunes, l'abdomen distendu en raison de la présence de liquide et des pétéchies dans les tissus musculaires et les tissus entourant les organes internes. Toutefois, les poissons infectés ne présentent pas toujours de symptômes et des tests en laboratoire sont nécessaires pour confirmer les cas. La transmission de la maladie entre les poissons se fait par de l'équipement ou de l'eau contaminés (Gouvernement du Canada, 2023a).

Au Canada, la nécrose hématopoïétique infectieuse est une maladie à déclaration obligatoire, ce qui veut dire que tous les cas présumés de la maladie doivent être immédiatement déclarés à l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). La dernière détection chez le saumon atlantique a été déclarée en 2012 en Colombie-Britannique, mais des déclarations pour d'autres espèces de salmonidés ont été faites en 2014, 2016, 2018, 2021, 2022 et 2023. L'ensemble des déclarations ont été faites uniquement en Colombie-Britannique. Il n'y a pas de traitement contre la maladie, mais de la prévention dans les infrastructures d'élevage peut être faite à l'aide de vaccins (Gouvernement du Canada, 2023b).

2.4 Altération de l'environnement

En aquaculture, la pollution est principalement causée par la présence des poissons et des déjections qui sont produites en grande quantité dans un même environnement. Les déjections des poissons causent une augmentation de déchets azotés dans le milieu avoisinant le site, ou par les traitements chimique et antibiotique dispensés afin de combattre le parasitisme et les maladies. Toutefois, la présence des fermes et leur entretient peut également causer des nuisances indirectes dans l'environnement et les espèces qui y vivent. L'importante pollution causée par les fermes marines a été reconnue il y a plusieurs années à la suite de recherche ayant exposé que la production de 1 50 000 tonnes de saumon était équivalente à une population humaine de 2,7 millions d'habitants (Seymour and Bergheim, 1991).

Le saumon atlantique est présent dans plus d'une centaine de rivières au Québec, la grande majorité de celles-ci se trouvant sur le pourtour du golfe du Saint-Laurent. Après l'éclosion des œufs dans les rivières et leur maturation durant deux été, les smolts entament leur dévalaison au printemps qui s'échelonne sur environ un mois. Pour se rendre jusqu'à l'aire d'alimentation et devenir de grands saumons, les smolts transitent dans les estuaires des rivières et dans le fleuve. Ce sont des habitats stratégiques pour les saumons qui y séjournent aussi pour s'acclimater à leur nouveau milieu. Dès qu'ils s'éloignent des estuaires, aucune étude ne permet de connaître leurs déplacements et l'utilisation spatiale de la colonne d'eau dans le golfe. Si le réchauffement climatique devait se poursuivre, le golfe pourrait offrir des conditions d'hivernement favorables dans un avenir plus ou moins prochain et certaines populations de saumons pourraient alors demeurer plus près de leur rivière au lieu de s'engager dans de plus grande migration. De plus, après la fraie, les adultes vont passer l'hiver en rivière, puis au printemps vont descendre dans le pour s'alimenter et revenir frayer dans la rivière à l'automne. Même si la perception habituelle de gens est que la rivière est l'habitat essentiel au saumon, les estuaires et le golfe sont des habitats sensibles et même critiques tout au long de son cycle de vie. La qualité de l'eau et ses conditions abiotiques peuvent jouer des facteurs déterminant pour la survie des saumons.

Toutefois, Les plus récentes études laissent entrevoir une tendance à l'eutrophisation, à une dégradation de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent, et ce, malgré son débit élevé et sa capacité de dilution. En effet, les plus récentes données sur la concentration en oxygène dans les eaux profondes permettent de constater une chute de plus de 50% par rapport aux valeurs de 2020, pour une concentration de moins de 10% (UQAR, 2020). Cette valeur est

même considérée comme une hypoxie sévère, soit une concentration en oxygène dissous qui est assez faible pour causer du stress et même la mort de certains organismes (Gilbert et al., 2007). Les phénomènes hypoxiques sont principalement observés dans les estuaires et dans les régions côtières, où la stratification verticale de la colonne d'eau, créer par des écarts de température et des variations dans les taux de salinité, limite les échanges entre les eaux profondes et celles de surface, mieux oxygénées (Diaz et Rosenberg, 2011). Selon les recherches actuelles, si les taux continuent de descendre au même rythme que les dernières années, cela pourrait mener à des eaux anoxiques, qui sont alors dépourvues d'oxygène (UQAR, 2020). De plus, en zone d'hypoxie, les organismes vont avoir à filtrer davantage d'eau pour aller chercher leur besoin en oxygène. S'il y a présence de contaminants dans le milieu, cela veut dire que plus de contaminants passent par les branchiers et s'accumulent dans les tissus de l'organisme. Ultimement, cela peut entraîner des conséquences pour l'organisme en question, mais également pour l'ensemble de la chaine trophique.

Depuis 2018, le Programmes Affluents Maritimes offre du financement aux organismes pour la réalisation de projets favorisant le développement durable et la santé environnementales des affluents du Saint-Laurent. Le programme contribue directement à la protection des écosystèmes et la biodiversité. Entre 2020 et 2023, plus de 2,5 M$ a été distribués (ROBVQ, 2023). Cet investissement massif pour améliorer la santé environnementale des affluents du Saint-Laurent est en réponse au déclin de la qualité de l'eau observé depuis de nombreuses années.

Des projets d'aquaculture de poissons dans le fleuve irait dans le sens contraire de tous les efforts qui sont fait actuellement pour tenter d'assurer une qualité de l'eau viable pour les espèces aquatiques dans le fleuve Saint-Laurent. Ce n'est pas seulement une voie de navigation, c'est un immense écosystème qui nous sert de garde-manger, de terrain jeux et d'identité culturelle pour les québécois. Toute l'histoire du Québec s'est construite autour de ce joyau, avec nos villes et villages ancrées sur ses berges, et nous devons nous assurer d'en prendre soin collectivement et bien réfléchir les futurs projets en lien avec les pêcheries et l'industrie de l'aquaculture. Nous tenons à rappeler que la FQSA est favorables aux projets d'ostréiculture (huitres), de mytiliculture (moules) ou de pectiniculture (pétoncles) qui pourrait devenir fort intéressant sur le plan économique avec le réchauffement climatique et la diminution des glaces hivernales dans le Saint-Laurent.

2.4.1 Déchets organiques

Plus la production en tonnes de poissons est importante, plus les déchets organiques seront produits en grande quantité. La composition des aliments, leur digestibilité et le taux de conversion alimentaire conditionnent en grande partie le niveau de rejet dû à l'activité piscicole et donc, la libération dans le milieu naturel de matière organique et de nutriments (Ackefors et Enell,1994 dans Ouellet, 1999). Ceux-ci peuvent amener des changements dans l'environnement, particulièrement l'eutrophisation des milieux aquatiques. L'eutrophisation est un concept qui désigne un changement dans la productivité d'un milieu à la suite de l'enrichissement de ses eaux par des substances nutritives minérales (Correll, 1998).

Pour pallier ces problèmes, les fermes vont avoir tendance à choisir des milieux avec un bon courant et des profondeurs de plus de 150 m pour que les déchets organiques soient dispersés sur des distances d'un kilomètre environ. Toutefois, une étude de Valdemarsen et al. (2012) a montré que ce n'est pas une solution universelle pour diminuer la charge de matière organique se déposant au fond à des niveaux durables de qualité de l'environnement. L'étude montrait que la sédimentation de particules organiques de carbones (POC) et de nitrogène total (TN) était de 2 à 80 fois plus grande aux sites d'élevage que pour les valeurs de référence à 600 m de distance en amont du site. À noter que les courants à cette localisation sont considérés comme faibles. La minéralisation de la matière organique doit se faire de manière rapide et efficace dans les sédiments sous les fermes pour permettre un retour aux conditions normales durant les périodes où la production est en attente. Autrement, si la quantité de matière organique présente est plus grande et que la capacité d'assimilation du sol, on peut se retrouver avec des problèmes dans le cycle biogéochimique des sédiments. Le développement de technologie a permis de déplacer les cages plus loin des terres dans des eaux plus profondes avec de plus forts courants. Toutefois, ce changement de conditions environnementales ne semble pas éliminer complètement les risques et limiter la pollution causée par des concentrations de poissons importantes au même endroit sur une longue période (Valdemarsen et al., 2012).

Pour que les entreprises deviennent rentables, les pisciculteurs ont dû, pour la plupart intensifier leur production, utilisant l'eau au maximum et maintenant des inventaires élevés de poissons. La taille des filets continue aussi d'augmenter pour contenir de plus en plus de poisons avec des cages pouvant contenir jusqu'à 1000 tonnes de poissons dans un volume de 60 000 m^3, quantité comparable à 2000 vaches de tailles moyennes (Svennevig, 2013). Cette intensification de la pisciculture peut entraîner certains impacts sur l'environnement : une diminution de la quantité d'oxygène; une augmentation des déchets reliés au métabolisme du poisson; des changements locaux de la température de l'eau; un

changement de pH selon la capacité tampon de l'eau et une augmentation des solides en suspension; des solides sédimentables et du phosphore relié aux aliments non ingérés (Ouellet, 1999).

De plus, les poissons étant traités pour maladie peuvent inclure dans leurs déjections des résidus d'antibiotiques et d'agent chimique qui se retrouvent dans l'environnement. Pour combattre le parasitisme et les maladies, les sites d'aquaculture ont recours à une large gamme de médicament, de fongicides et d'antibiotique. Entre 1985 et 1987, l'usage d'antibiotiques est passé de 17 à 48 tonnes en Norvège. Cependant, la vaccination des poissons a permis de réduire cet usage durant les années 1990 (Weber, 1998). L'utilisation de traitement chimique, de pesticide et d'autre substance chimique en aquaculture fait l'objet d'un vif débat chez les aquaculteurs et chez les consommateurs. Entre autres, le pou du saumon (section 2.3.1) est généralement traité par mode chimique en ajout à la nourriture dans les pisciculture marines. Un traitement anti-poux à base de benzoate d'émamectine, ou « SLICE© », est ajouté à l'alimentation et détruit tous les poux fixés et vagiles sur les saumons atlantiques d'élevages. Le traitement est efficace durant trois mois (Gouvernement du Canada, 2023d). Anciennement, l'ingrédient actif pour les traitements était la pyréthrine, également un traitement anti-poux, extrêmement toxiques pour les invertébrés. Des problématiques avaient été soulevés relativement aux effets secondaires de la pyréthrine sur les autres organismes, notamment les homards, et avait fini par être retiré des traitements chimiques (Doubleday, 2001). Aujourd'hui, le nouveau traitement SLICE© est plus sécuritaire pour les autres espèces aquatiques à proximité, mais son utilisation pose tout de mêmes des questionnements sur l'impact plus large dans l'écosystème. Des traces de benzoate d'émamectine sont détecté dans l'environnement immédiat et dans le substrat plusieurs semaines après les traitements. En 2011, les études sur la crevette tachetée avaient révélé que des concentrations de benzoate d'émamectine avait été trouvé dans les tissus jusqu'à 150 m des installations. En laboratoire, les expérimentations montrent qu'une exposition de courte durée des crevettes tachetées à des sédiments contenant du BE à des concentrations nettement supérieures à celles mesurées en mer peut altérer l'expression de certains gènes dans les tissus musculaires. Davantage de recherches sont nécessaires pour bien comprendre comment le produit peut affecter la faune et la flore entourant des fermes piscicoles utilisant ce traitement sur les saumons (DFO, 2012).

D'autres études ont montré que le surplus de nourriture donné au saumon d'élevage peut être une cause importante de pollution. La moulée donnée aux saumons d'élevages n'est pas toujours consommée complètement et est alors relâchée dans l'environnement. Ces résidus vont ensuite se décomposer, consommant l'oxygène présent dans l'eau et relâchant des toxines comme l'ammoniac. D'un côté, une quantité insuffisante de nourriture pourrait

réduire la croissance des saumons d'élevages, alors que leur en donner trop augmente les coûts de production et la pollution dans l'environnement. Il est difficile de prédire les besoins puisque l'alimentation dépend, entre autres, de facteurs extérieurs comme la quantité d'oxygène de l'eau, la température, le poids des poissons et la quantité dans les bassins. Des modèles pour prédire les besoins et faire le suivi des particules non-consommé sont en développement, mais entre-temps, il faut composer avec la présence de pollution résultant des méthodes d'alimentation qui sont souvent plus importante que les besoins pour s'assurer d'une bonne productivité (Chen et al., 2020).

En plus des déchets azotés, des études ont montré qu'il est possible de détecter des pigments naturels de caroténoïdes, d'astaxanthine (pigment rouge) et de canthaxanthine (pigments violet) dans l'environnement et chez des espèces aux alentours des fermes marines qui sont ajoutés à la nourriture des saumons d'élevages. Naturellement, les saumons sauvages retrouvent les pigments dans la nourriture, comme les crevettes et les copépodes, et accumulent les pigments dans leurs muscles d'où la couleur connue de leur chair orangé-rose. Cette couleur est d'ailleurs un critère de qualité (valeur nutritive, santé, fraîcheur, goût) pour les consommateurs de poissons et de fruits de mer lorsque les produits se retrouvent sur le marché. L'ajout de ces pigments aide les saumons d'élevages à se protéger des rayons UV, diminuant les chances de malformations ou de problèmes de croissance, particulièrement pendant les premiers stades de développement (De Carvalho et Caramujo, 2017). Aucune étude n'a montré que ces ajouts peuvent entraîner des conséquences sur la faune aquatique, mais on peut se questionner sur l'apport artificiel de ces pigments à long terme sur les écosystèmes. Aucune étude n'existe pour l'instant.

2.4.2 Débris

La présence de débris est un autre enjeu important de la présence de ferme marine. De la même manière que les engins de pêche sont connus pour créer des déchets importants dans l'environnement (cage, filets, cordes, bouées, etc.) pouvant causer des dommages à la faune aquatique, les cages en filets ouverts jouent le même rôle lorsqu'il y a des bris (Bath et al. 2023). Plusieurs efforts sont faits par des entreprises pour tenter de récupérer les engins fantômes et les revaloriser. Toutefois, il est clair que la présence de cette industrie au Québec contribuerait d'une certaine manière à augmenter la pollution liée aux infrastructures de pêche comme il est impossible de prévenir les bris.

2.4.3 Pollution sonore

En plus des éléments déjà mentionnés, la perturbation par le bruit est un autre enjeu des fermes aquicoles sur la faune marine. La mise en place des infrastructures, leurs déplacements, les bateaux pour l'entretien, les systèmes d'alimentations, les génératrices, les équipements de nettoyage et autres crée des bruits vibrations qui peuvent affecter les différentes espèces. Le changement de comportement comme l'évitement ou le déplacement d'habitat, le stress et les problèmes de communication acoustique peuvent avoir lieu. Ces impacts seront influencés par la grosseur de la ferme (nombre de filets), du type d'opération et des caractéristiques de l'environnement. La profondeur de l'eau et le type de sol peuvent changer la manière dont les bruits sont propagés (Bath et al. 2023).

3. **L'aquaculture au Québec**

La pisciculture est née au Québec, en 1857, de la nécessité de produire des jeunes poissons pour subvenir au besoin de la pêche sportive (Morin, 2001). L'intérêt gouvernemental dans le développement d'une aquaculture commerciale est relativement nouveau, à l'exception de l'ostréiculture, la reproduction piscicole était orientée vers une utilisation essentiellement sportive (Daneau, 1996). Peu nombreuses sont les espèces cultivées et commercialisées. Elles se confinent en deux catégories : les salmonidés et les mollusques.

La production piscicole québécoise a progressé depuis 20 ans passant de 300 tonnes en 1980 à 2 200 tonnes en 1998 (Morin, 2001). Celle-ci est surtout constituée de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) destinée au marché de l'ensemencement et de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss),* pour le marché de la consommation (Ouellet, 1999). L'augmentation de la production a été plus forte depuis 1993 et est surtout destinée à la consommation. Elle favorise l'élevage de la truite arc-en-ciel.

En général, il y a trois marchés pour les salmonidés : celui de l'étang de pêche, celui de l'ensemencement et celui de la consommation. L'ensemencement constituait 50% du marché en 1989, 28 % pour les étangs de pêches et 22 %pour la consommation (Daneau, 1996). Aujourd'hui, la production de salmonidés destinée au marché de la table dépasse celle de l'ensemencement. Il existe deux types d'entreprises piscicoles au Québec : les stations piscicoles et les étangs de pêche. Les stations piscicoles font presque la totalité de la production de poisson d'élevage.

Le Québec est actuellement la seule province maritime à ne pas avoir développé de pisciculture commerciale en mer. En effet, le fleuve Saint-Laurent est peu propice pour la pisciculture. Contrairement à la baie de Fundy qui offre un environnement sain pour l'élevage, avec ses eaux limpides, ses températures et ses forts courants et marées, le fleuve ne possède pas des caractéristiques aussi propices. Toutefois, avec les changements climatiques, il n'est pas impossible que ces conditions finissent par se développer dans le Saint-Laurent et permettent un développement rentable de cette industrie.

3.1 Essais d'élevage au Québec

L'élevage de salmonidés au Québec est un élevage en infrastructure terrestre. D'une part, cette production est hautement documentée et, d'autre part, son efficacité n'est plus à prouver. Cependant, dans le but de développer et diversifier le secteur de production de

salmonidés, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) prévoit développer la production d'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) et l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) en eau salée. Des projets de production de salmonidés en milieu marin ont été effectués au cours des 20 dernières années. Ces projets se sont avérés peu rentables en raison des coûts rattachés aux mortalités et aux éléments naturels. Sur les 1100 tonnes de poissons produits en pisciculture terrestre en 2023, moins de 40 % seront destinés au marché de la table. Le reste sert à ensemencer nos lacs. Il est donc important de se questionner sur la provenance de ce qui est consommé par les québécois (Radio-Canada, 2023b).

En 1986, un projet de M. Sylvain St-Gelais à l'anse Saint-Pancrace, près de Baie-Comeau, décrit les différentes difficultés rattachées à une production piscicole en cages flottantes au Québec. Sur une bonne partie de la côte du Québec, l'eau de mer est trop froide en hiver pour permettre la culture de salmonidés à longueur d'année (St-Gelais, 1986). En fait, l'eau du golfe du Saint-Laurent atteint en hiver des minimums de -1.8^{o}C (Lauzier et Marcotte, 1965; in St-Gelais, 1986). Les zones du golfe et de l'estuaire sont des zones subissant les plus grandes variations de température, ce qui rend la croissance des salmonidés précaires. De plus, ce sont des zones possédant un haut taux de glaces dérivantes qui permettent difficilement l'amarrage de structure légère comme des cages flottantes ou encore la construction d'enclos fixes dans la zone littorale.

La stratégie d'élevage dans ce cas consistait à placer les poissons dans des enclos marins pour l'été et les transférer en eau douce pour l'hiver et les retourner en eau salée pour un second été. Ce projet fait état d'une bonne croissance pour les salmonidés élevés en cage. Cependant, les problématiques sont nombreuses en termes d'infrastructures. St-Gelais décrit des problèmes de bris de filets, d'amarrage des cages flottantes et de mortalités. Les taux de mortalité dans cette étude ont varié entre 18% et 22%.

Des essais d'élevage en mer à Carleton ont été tentés par Baie des Chaleurs Aquaculture (BCA). Ces essais ont démontré d'autres problèmes rattachés à un tel élevage. Les problèmes rencontrés par cette entreprise sont reliés aux épidémies, aux échappées et à la logistique difficile des opérations de transbordement printanier et automnal. Bien que les poissons aient eu une bonne croissance, la technique demandait plus d'effort, de ressources et d'infrastructures, l'environnement demandant un transfert en infrastructure terrestre en hiver. De plus, l'emplacement des cages demandait une évaluation constante des courants, des marées, des vents pour permettre un bon amarrage et une certitude qu'il n'y aura pas de bris. Cette méthode de production demandait donc une technologie et une expertise qu'il

est difficile de fournir à tous les emplacements. C'est pourquoi cette entreprise s'est plutôt dirigée vers la production en milieu terrestre.

D'autres projets d'aquaculture en cages flottantes ont été tentés en Gaspésie. Des études de faisabilité furent produites concernant l'élevage de salmonidés dans la baie de Gaspé. Bien que les taux de mortalité enregistrés pour l'omble de fontaine de culture aient été plus faibles que dans le cas des élevages dans l'anse Saint-Pancrace, ils demeurent néanmoins plus élevés que le taux de mortalité des ombles de fontaine élevés en infrastructure terrestre (Lafleur, 1985). Selon Lafleur (1985), ces mortalités sont attribuables aux stress liés au transport, à l'acclimatation et aux diverses manipulations des poissons. Le projet de la Baie de Gaspé a incidemment été abandonné à la fin des années 1980.

Un autre projet a vu le jour en 2003, le Programme ÉCO, un ambitieux projet de recherche soutenu financièrement par des fonds publics provenant des gouvernements fédéral et provincial et dont les principaux acteurs étaient la Société de développement de l'industrie maricole (SODIM) et le Centre Spécialisé des pêches de Grande-Rivière pour faire l'élevage de 7 500 ombles de fontaine dans la Baie de Gaspé. De façon ultime, le programme ÉCO vise donc à faciliter le démarrage de nouvelles unités commerciales d'élevage de salmonidés en cage marine. Le programme a été organisé en trois phases séquentielles, réparties sur les années 2000 à 2004. Chacune des phases se décompose en une kyrielle de sous-projets permettant d'aborder les différentes problématiques soulevées par les élevages en cage en milieu marin, dans la perspective que les résultats puissent servir à établir des lignes de conduite pour l'industrie aquacole (Le Devoir, 2003). Il en est ressorti que …

Depuis 2021, la Première Nation Wolastoqey fait des études pour ouvrir une pisciculture de saumon au Québec. Il serait le premier producteur connu, avec une production allant jusqu'à 1000 tonnes par année (TVA Nouvelle, 2021).

La construction d'un autre bâtiment pour faire l'élevage de saumon est censée débuter au printemps 2024. Le projet nommé Aquaculture Cap Richards situé à Bonaventure, promu par le Gaspésien Allen Richards et le Néo-Écossais Jim Lawley, a obtenu un permis d'exploitation du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) ainsi que les autorisations nécessaires du ministère de l'Environnement (MELCCFP) au printemps 2023. Le bâtiment de 130 000 pieds carrés pourrait avoir une production de 1250 tonnes par années d'ici 2027 et permettra de créer une vingtaine d'emplois. Contrairement aux essais de pisciculture réalisés dans les années 90 et 2000, ces installations seront uniquement terrestres en utilisant de l'eau de mer traitée et filtrée de façon continue dans un système fermé. Cette technique de recirculation de l'eau permet de mieux contrôler les conditions de

vie des saumons et de limiter la consommation de l'eau dans les installations terrestres. Ainsi, comme ces environnements sont fermés et contrôlés, les saumons sont moins à la merci des parasites et maladies et il n'est pas nécessaire de leur administrer autant d'antibiotiques ou vaccins (Radio-Canada, 2023c).

Projet à Baie-Trinité : Aquaboreal. Élevage terrestre de salmonidés. Leopold Landry <leopoldlandry1@gmail.com>; Georges Gagnon <sabt2010@live.ca>; Philippe St-Jean <pst-jean@agroquebec.com>; Guy Simard <gsimard@idmanic.ca>
https://www.tvanouvelles.ca/2022/07/15/un-projet-mysterieux-a-lancienne-scierie-de-baie-trinite
https://www.lemanic.ca/2023/06/27/aquaboreal-veut-produire-du-saumon-a-baie-trinite/

L'élevage de salmonidés nécessite donc une stratégie permettant d'éviter les facteurs destructifs tels que les températures létales et les glaces dérivantes et qui plus est, doit prendre en considération l'environnement et la diversité faunique du territoire et des cours d'eau adjacents. En comparaison avec l'aquaculture en infrastructure terrestre, l'élevage en cage flottante suscite une vive controverse. La plus-value de cette exploitation au Québec demeure encore à confirmer si l'on tient compte de la forte compétition des autres producteurs mondiaux tels la Norvège et le Nouveau-Brunswick. Malgré des coûts plus faibles que ceux reliés à la pêche commerciale, c'est une entreprise dont l'établissement s'avère coûteux en terme monétaire et environnemental. Ces problématiques reliées au courant, aux marées, aux glaces dérivantes sont difficilement conciliables avec les objectifs de rendement de cette industrie.

Conclusion

BIBLIOGRAPHIE

Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). 2013. Nécrose hématopoïétique infectieuse - Fiche de renseignements, Gouvernement du Canada. En ligne. https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/animaux-aquatiques/maladies/maladies-declarables/nhi/fiche-de-renseignements/fra/1330124360826/1330124556262

Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). 2020. Fiche de renseignement sur l'anémie infectieuse du saumon, Gouvernement du Canada. En ligne. https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/animaux-aquatiques/maladies/maladies-declarables/ais/fiches/fra/1327198930863/1327199219511

Bannister, R.J., Valdemarsen, T.B., Hansen, P.K., Ervik, A. 2013. Environmental impacts of salmon farming in a Norwegian fjord: the importance of water currents. Book of Abstracts, World Aquaculture Society Meeting, Nashville, Tennessee, p. 94.

Bath E. Gretchen, Carol A. Price, Kenneth L. Riley, James A. Morris Jr. 2023. A global review of protected species interactions with marine aquaculture, Reviews in aquaculture, p. 1–34.

Canadian Aquaculture Industry Alliance (CAIA). 2022. Farm-raised seafood in Canada: Annual report on production. En ligne. https://static1.squarespace.com/static/56c20b66e707eb013dc65bab/t/639bb526d9ce13071ec56727/1671148839544/CAIA+Annual+report-Final.pdf

De Carvalho, Carla C. C. R. et Maria J. Caramujo. 2017. Carotenoids in Aquatic Ecosystems and Aquaculture: A Colorful Business with Implications for Human Health, Frontiers in Marine Science, vol 4. En ligne. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2017.00093/full

DFO. 2012. Évaluation du devenir du Benzoate d'Émamectine, l'ingrédient actif du SLICE®, près des installations d'aquaculture en Colombie-Britannique et de ses effets sur la crevette tachetée du Pacifique (Pandalus Platyceros). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/082. https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/346390.pdf

Diaz, R. J., Rosenberg, R., 2011. Introduction to environmental and economic consequences of hypoxia. International Journal of Water Resources Development 27: 71-82.

Edwards, Peter. 2015. Aquaculture environment interactions: Past, present and likely future trends, journal of Aquaculture 447, p. 2-14.

FAO. 2022. La Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture en 2022. Vers une transformation bleue. Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/cc0461fr

Gagné, N. 2019. Vulnérabilité au virus de l'anémie infectieuse du saumon et état de santé des saumons atlantiques sauvages et d'élevage : une étude comparative 2014-2017, Programme de recherche sur la règlementation de l'aquaculture (PRRA), Pêche et Océans Canada, 3 pages, http://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/rp-pr/parr-prra/projects-projets/2014-G-11-fra.html

Gilbert, D., Chabot, D., Archambault, P., Rondeau, B., Hébert, S. 2007. Appauvrissement en oxygène dans les eaux profondes du Saint-Laurent marin: Causes possibles et impacts écologiques. Naturaliste Canadien 131:67-75.

Gouvernement du Canada. 2020. Foire aux questions : le saumon AquAdvantage. En ligne. https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/aliments-genetiquement-modifies-autres-aliments-nouveaux/produits-approuves/foire-questions-saumon-aquadvantage.html

Government of Canada. Marine Mammal Interactions at BC Marine Finfish Aquaculture Sites. Fisheries and Oceans Canada (DFO) Public Reporting on Aquaculture - Pacific Region (DFO PAC-AQUA-MMI) Dataset; 2011 Accessed August 1, 2022. https://open.canada.ca/data/en/dataset/a7b3fdfb-5917-4ca6-b29c-093e3f65d6ba

Gouvernement du Canada. 2023a. Endroits infectés par l'anémie infectieuse du saumon, Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). En ligne. https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/animaux-aquatiques/maladies/maladies-declarables/ais/endroits-infectees/fra/1549521878704/1549521878969

Gouvernement du Canada. 2023b. Nécrose hématopoïétique infectieuse - Fiche de renseignements, Agence canadienne d'inspection des aliments. En ligne. https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/animaux-aquatiques/maladies/maladies-declarables/nhi/fiche-de-renseignements/fra/1330124360826/1330124556262

Gouvernement du Canada. 2023c. Nécrose hématopoïétique infectieuse, Agence canadienne d'inspection des aliments. En ligne. https://inspection.canada.ca/sante-des-

animaux/animaux-aquatiques/maladies/maladies-declarables/nhi/endroits-infectees/fra/1528474948446/1528475054383?wbdisable=true

Gouvernement du Canda. 2023d. Rapport de gestion environnementale - Graphe des événements liés à des événements d'atténuation de poux de mer, Pêches et Océans Canada. En ligne. https://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/reporting-rapports/lice-mitigation-attenuation-poux/index-fra.html

Heredia-Azuaje Heide, Edwin J. Niklitschek, Maritza Sepúlveda. 2021. Pinnipeds and salmon farming: Threats, conflicts and challenges to co-existence after 50 years of industrial growth and expansion, Reviews in Aquaculture, Volume14, Issue 2, p. 528-546.

Le Devoir. 2003. Gaspésie - Ottawa entreprend l'analyse du projet québécois de pisciculture. En ligne. https://www.ledevoir.com/environnement/22197/gaspesie-ottawa-entreprend-l-analyse-du-projet-quebecois-de-pisciculture

Magazine Pivot. 2020. Le saumon transgénique sur les étals de certains marchands, article de Matthew Halliday. En ligne. https://www.cpacanada.ca/fr/nouvelles/magazine-pivot/2020-07-02-aquabounty-saumon-transgenique

Ministère des Pêches et Océans (MPO). 2017. Species farmed in Canda -Farmed Salmon, Gouvernment du Canada. En ligne. https://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/sector-secteur/species-especes/salmon-saumon-eng.htm

Ministère des Pêches et Océans (MPO). 2018. Genomics confirms fish farm escapees breeding with wild Atlantic salmon in Newfoundland, Genomics R&D initiatives. En ligne. https://grdi.canada.ca/en/success-stories/genomics-confirms-fish-farm-escapees-breeding-wild-atlantic-salmon-newfoundland

Ministère des Pêches et Océans (MPO). 2020. Détection de l'hybridation chez le saumon atlantique sauvage et d'élevage échappé dans le sud de Terre-Neuve : collectes sur le terrain, Gouvernement du Canada. En ligne. https://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/rp-pr/parr-prra/projects-projets/2014-NL-02-fra.html

Ministère des Pêches et Océans (MPO). 2022. Marine Mammal Interactions at BC Marine Finfish Aquaculture Sites, Reporting on Aquaculture - Pacific Region (DFO PAC-AQUA-MMI), Gouvernement du Canada. En ligne. https://open.canada.ca/data/en/dataset/a7b3fdfb-5917-4ca6-b29c-093e3f65d6ba

Powell Adam, Jim W. Treasurer, Craig L. Pooley, Alex J. Keay, Richard Lloyd, Albert K. Imsland and Carlos Garcia de Leaniz. 2017. Use of lumpfish for sea-lice control in salmon farming: challenges and opportunities, Reviews in Aquaculture Published by Wiley Publishing Asia Pty Ltd, no 18, p. 683-702. En ligne. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/raq.12194

Radio-Canada. 2022. Une ferme d'élevage de saumons devient un buffet à volonté pour des lions de mer. En ligne. https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1874224/ferme-elevage-saumons-atlantique-tofino-lions-mer-clayoquot-cermaq

Radio-Canada. 2023a. AquaBounty ne produira plus de saumon génétiquement modifié au Canada, article de Julien Lecacheur. En ligne. https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1954454/aquabounty-saumon-genetique-ogm-ile-du-prince-edouard

Radio-Canada. 2023b. Le Québec rate-t-il la vague de l'aquaculture? En ligne. https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1950818/aquaculture-terrestre-urbaine-bobines-opercule

Radio-Canada. 2023c. Bientôt du saumon d'élevage gaspésien dans votre assiette. En ligne. https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1976785/aquaculture-saumon-bonaventure-cap-richards-elevage-bassins-fermes

Regroupement des organismes de bassins versants du Québec (ROBVQ). 2023. Programme de financement Affluents Maritimes 2020-2023. En ligne. https://robvq.qc.ca/programme-de-financement-affluents-maritime-2020-2023/

Seymour, E.A., Bergheim, A., 1991. Towards a reduction of pollution from intensive aquaculture with reference to the farming of salmonids in Norway. Aquacult. Eng. 10, 73–88. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/014486099190001Z

Statistiques Canada. 2022. Aquaculture, production et valeurs. En ligne. Table 32-10-0107-01 Aquaculture, production and value

Svennevig, N. 2013. What is required for responsible and productive aquaculture business?, Paper presented at Regional Seminar on Aquaculture for Norwegian Embassies, NORAD and Fisheries Advisers, Bangkok.

Sylvester V. A. Emma, Brendan F. Wringe, Steven J. Duffy, Lorraine C. Hamilton, Ian A. Fleming, Marco Castellani, Paul Bentzen, Ian R. Bradbury. 2018. Estimating the relative fitness

of escaped farmed salmon offspring in the wild and modelling the consequences of invasion for wild populations, Journal of Evolutionary Applications. 2019; 12: 705–717. En ligne. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/eva.12746

TVA Nouvelle. 2021. Le projet d'aquaculture continue d'avancer pour la Première Nation Malécite-de-Viger. En ligne. https://cimtchau.ca/nouvelles/le-projet-daquaculture-continue-davancer-pour-la-premiere-nation-malecite-de-viger/

Université du Québec à Rimouski (UQAR). 2020. Le fleuve Saint-Laurent est à bout de souffle. UQAR-Info. En ligne. https://www.uqar.ca/nouvelles/uqar-info/3435-le-fleuve-saint-laurent-est-a-bout-de-souffle

Valdemarsen Thomas, Raymond J. Bannister, Pia K. Hansen, Marianne Holmer et Arne Ervik. 2012. Biogeochemical malfunctioning in sediments beneath a deep-water fish farm, journal of Environmental Pollution 170, p. 15-25.