



ESTIMATION DE L'ABONDANCE DE LA POPULATION ADULTE DU SAUMON ATLANTIQUE REVENANT FRAYER À L'INTÉRIEUR DE LA BAIE DE FUNDY (IBF)

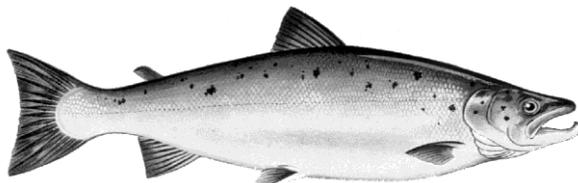


Image : BIO, Technographie



Figure 1. Carte de la région des provinces maritimes où l'on trouve le saumon atlantique de l'intérieur de la baie de Fundy (IBF). La zone en surbrillance indique l'emplacement de l'unité désignable (UD) de l'IBF.

Contexte

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a défini la population de saumon atlantique de l'intérieur de la baie de Fundy (IBF) comme une unité désignable et a évalué que cette population était en voie de disparition en mai 2001 (COSEPAC, 2006). De plus, cette population a été inscrite comme espèce en voie de disparition à l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril (LEP) au moment de l'adoption de la loi en 2002. Une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) du saumon atlantique de l'IBF a été réalisée en 2008 (MPO 2008), qui comprend les renseignements sur l'abondance de la population de saumon atlantique de l'IBF disponibles à cette époque. Un programme de rétablissement du saumon atlantique de l'IBF a été élaboré et publié dans le Registre public des espèces en péril dans sa version finale en mai 2010 (MPO, 2010). De l'information actualisée sur l'abondance qui intègre les données publiées depuis l'EPR de 2008 est nécessaire pour mettre à jour la section Abondance de la population de la version provisoire du programme de rétablissement modifié en cours d'élaboration et pour éclairer les décisions de réglementation et de gestion de Pêches et Océans Canada.

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 19 octobre 2018 sur l'estimation de l'abondance de la population du saumon atlantique à l'intérieur de la baie de Fundy. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [Calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

SOMMAIRE

- Malgré l'incertitude des estimations annuelles de la population de l'unité désignable (UD) du saumon atlantique de l'intérieur de la baie de Fundy (IBF), les estimations actuelles demeurent systématiquement inférieures à l'estimation de moins de 250 adultes revenant frayer de 1999.
- L'abondance de la population de l'UD de l'IBF n'a pas augmenté et son déclin pourrait s'être accentué depuis la fin des années 1990, malgré les efforts d'ensemencement. L'estimation de la population de 1999 comprenait principalement les poissons d'origine sauvage, tandis que les estimations actuelles (retours d'adultes inférieurs à 105 en 4 ans sur 5) proviennent principalement du programme de banque de gènes vivants (BGV).
- Les taux de survie de l'œuf au saumoneau utilisés dans la présente analyse ont été calculés à partir des remises à l'eau d'adultes de 2003 à 2005. Compte tenu de l'évolution des stratégies de remise à l'eau du programme – des saumoneaux et tacons aux alevins vésiculés et adultes matures – les taux de survie de l'œuf au saumoneau mis à jour devraient offrir des estimations de l'abondance de la population plus exactes, qui pourraient être utilisées pour éclairer les décisions sur les mesures de rétablissement.
- Dans les conditions actuelles, il est très peu probable que les montaisons d'adultes dans ces rivières puissent être maintenues sans le soutien du programme de BGV ainsi que compte tenu de la faiblesse de la production de juvéniles par le frai naturel.
- Les rivières de l'IBF qui ne sont pas soutenues par les remises à l'eau du programme de BGV peuvent contenir des populations reliques de saumon atlantique; toutefois, leur contribution à l'estimation de l'abondance des adultes de l'UD n'a pas été incluse dans la présente évaluation. D'autres travaux d'évaluation sont nécessaires avant de pouvoir intégrer ces populations à l'estimation complète de l'UD de l'IBF.

INTRODUCTION

Au cours des trois dernières décennies, les populations de saumon atlantique anadrome sauvage ont connu un déclin dans leur aire de répartition indigène, en grande partie en raison d'une faible survie en mer (MPO, 2008; Jones et coll., 2018). En 1999, on a estimé que l'unité désignable (UD) de l'intérieur de la baie de Fundy (IBF) avait décliné jusqu'à moins de 250 adultes retournant frayer dans environ 50 rivières (figure 2) (Amiro, 2003; COSEPAC, 2006). La population de l'IBF étant connue pour sa migration locale distincte dans la plupart des sous-unités propres à chaque rivière et étant génotypiquement distincte des autres groupes régionaux de saumon atlantique au Canada (et ailleurs), des efforts ont été déployés pour protéger cette population. Pêches et Océans Canada (MPO) a élaboré un programme de banque de gènes vivants (BGV) composée de trois banques distinctes utilisant des individus provenant principalement des rivières Gaspereau (Nouvelle-Écosse), Stewiacke (Nouvelle-Écosse) et Big Salmon (Nouveau-Brunswick), dans le but de préserver la génétique unique de cette population et de protéger la population jusqu'à ce que les taux de survie en mer s'améliorent (Gibson et coll., 2008). Le programme de BGV consiste en l'élevage en captivité et en la reproduction à l'aide de plans d'accouplement fondés sur le pedigree (pour préserver la génétique) ainsi qu'en des composantes d'ensemencement avec des saumons adultes et juvéniles (maintien de la population).

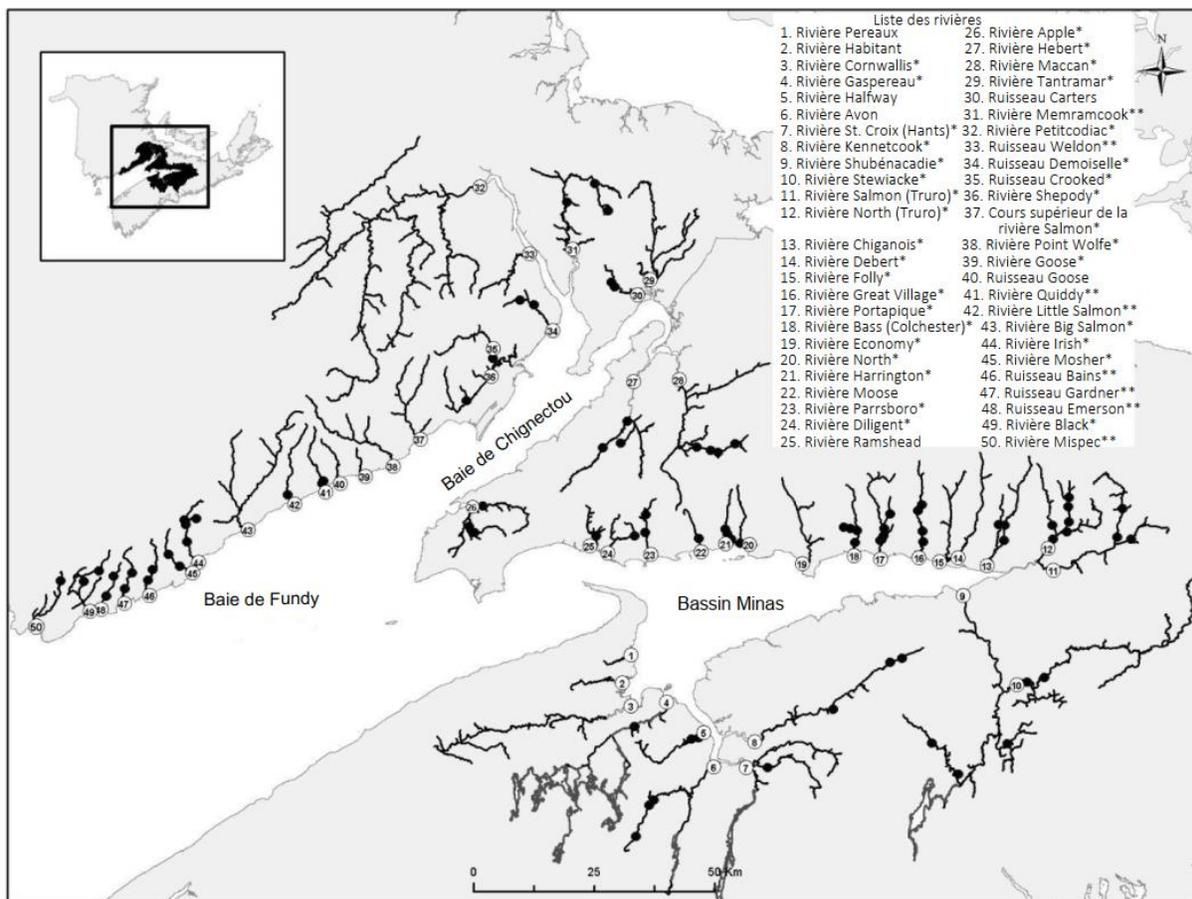


Figure 2. Rivières de l'unité désignable (UD) de l'intérieur de la baie de Fundy (IBF) déterminées par l'évaluation du potentiel de rétablissement de l'IBF.

Les centres de biodiversité en Nouvelle-Écosse (Coldbrook [CBF] et Mersey [MeBF; fermée en 2013]) et au Nouveau-Brunswick (Mactaquac [MBF]) étaient responsables d'élever et de remettre à l'eau les poissons, adultes ainsi que juvéniles, en association avec les composantes d'élevage en captivité et d'ensemencement du programme de BGV. Le centre CBF protège les populations des rivières Gaspereau et Stewiacke, tandis que le centre MBF préserve la population de la rivière Big Salmon. L'élevage en captivité de ces populations permet d'obtenir des saumons adultes et juvéniles qui sont remis à l'eau dans les rivières de l'IBF pour terminer leur cycle de vie dans un environnement sauvage. Au cours d'une année donnée, pendant le processus d'élevage en captivité, un plus grand nombre de saumons sont produits dans le cadre du programme de BGV de chaque rivière qu'on ne peut en remettre à l'eau dans leurs rivières d'origine (Gaspereau, Stewiacke et Big Salmon). Les poissons excédentaires sont répartis dans d'autres rivières soutenues par le programme de BGV.

Une gestion adaptée a été mise en œuvre tout au long de la durée du programme de BGV. En particulier, des changements ont été apportés aux stratégies de remise à l'eau qui sont passées des poissons juvéniles à divers stades du cycle de vie (c.-à-d. alevins vésiculés et alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines, tacons d'âges 0 et 1 et saumoneaux d'âges 1 et 2) aux alevins vésiculés, pour réduire les effets de la domestication sur la population (Jones et coll., 2018). Auparavant, des adultes immatures, matures et vides (charognards) étaient remis à

l'eau dans les rivières soutenues par le programme de BGV; aujourd'hui l'accent est mis sur la remise à l'eau d'adultes matures et de charognards.

Il est impossible d'effectuer une évaluation par rivière de l'abondance des adultes dans toutes les rivières soutenues par le programme de BGV en raison de la taille du programme et de l'étendue de la zone géographique entre les rivières de remise à l'eau du programme. À l'heure actuelle, des évaluations du saumon adulte sont effectuées une fois par an sur deux des rivières soutenues par le programme de BGV (Gaspereau et Big Salmon) et deux rivières non visées par le programme du MPO (Upper Salmon et Point Wolfe dans le parc national Fundy, N.-B.) seulement. De plus, des relevés d'évaluation des adultes ont été réalisés dans la rivière Pollet (affluent de la rivière Petitcodiac, N.-B.) de 2014 à 2016 en partenariat avec Fort Folly Habitat Recovery (FFHR) (Jones et coll., 2018); ces relevés sont utilisés aux fins de validation des modèles seulement. Pendant la durée du programme de BGV, au moins 15 rivières soutenues par le programme n'ont pas fait l'objet d'une évaluation des saumons adultes annuelle. L'ensemble de cette information n'est pas mentionné dans le présent document, dans la mesure où les remises à l'eau et les estimations des retours d'adultes correspondantes ne relèvent pas de la période examinée de 2013 à 2017.

En 1999, on a estimé que moins de 250 adultes de l'IBF étaient revenus dans leurs rivières natales pour y frayer. Étant donné la faiblesse continue de l'abondance des retours d'adultes dans les rivières de l'IBF évaluées (Stewiacke, Gaspereau, Big Salmon, Point Wolfe et Upper Salmon; Gibson et coll., 2008; Jones et coll., 2018; C. Clarke, données non publiées), il est peu probable que l'abondance ait augmenté. Vingt ans ont passé depuis que l'abondance de la population de l'ensemble de l'UD du saumon de l'IBF a été quantifiée et nous ne connaissons pas l'estimation actuelle des adultes retournant frayer dans l'ensemble des rivières de l'IBF. En outre, le relevé de pêche électrique à grande échelle de 2014 a montré que très peu de rivières (5 sur les 34 rivières examinées), en dehors des rivières qui reçoivent des contributions du programme de BGV (n=2), présentaient des indices de populations reliques sauvages, de sorte que le présent rapport porte sur les rivières soutenues par le programme de BGV au sein de l'UD de l'IBF (Jones et coll., 2018).

Le présent avis scientifique porte sur la composante d'ensemencement avec des saumons adultes et juvéniles du programme de BGV et vise à élaborer une estimation actuelle de l'abondance de la population des saumons adultes retournant frayer dans les rivières soutenues par le programme de BGV dans l'UD de l'IBF au cours des cinq dernières années (2013-2017).

ANALYSE

Acquisition des données

Dans la mesure du possible, des dénombrements réels (ou des estimations, p. ex. Big Salmon) ont été utilisés pour quantifier l'abondance des adultes dans les rivières soutenues par le programme de BGV de 2013 à 2017. Quand nous ne disposons pas de dénombrements des adultes, nous avons utilisé le nombre de poissons remis à l'eau dans les rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées pour calculer des estimations quantitatives. Nous avons recueilli les données sur les remises à l'eau de saumons juvéniles et adultes des centres CBF, MeBF et MBF grâce à la base de données sur la répartition du MPO (figures 3 et 4). Les données biologiques (sexe et longueur) des saumons adultes du programme de BGV utilisés dans le plan d'accouplement fondé sur le pedigree ont été obtenues à partir d'ensembles de données exhaustifs du programme de BGV et appliquées à l'information sur les remises à l'eau des adultes du programme de BGV pour obtenir les ratios femelle/mâle et les longueurs moyennes utilisés pour estimer les pontes. Cette information a été saisie pendant les

répartitions saisonnières et le frai annuel du saumon ciblé et du saumon non ciblé (saumon ciblé : individus utilisés dans le programme de BGV fondé sur le pedigree et remis à l'eau dans les rivières d'origine; saumon non ciblé : individus non requis pour le programme de BGV et remis à l'eau dans d'autres rivières de l'IBF). Les estimations des montaisons d'adultes des rivières non soutenues par le programme de BGV ont été analysées, mais n'ont pas été incluses dans l'estimation, dans la mesure où une seule année de données est disponible (c.-à d. les densités de tacons du relevé de pêche électrique à grande échelle de 2014). Les rivières soutenues et non soutenues par le programme de BGV sont indiquées dans le tableau 1, qui comprend des renseignements sur l'âge, le programme de BGV, la situation actuelle de l'évaluation des adultes et la source (dénombrement réel ou estimation) de l'abondance des adultes.

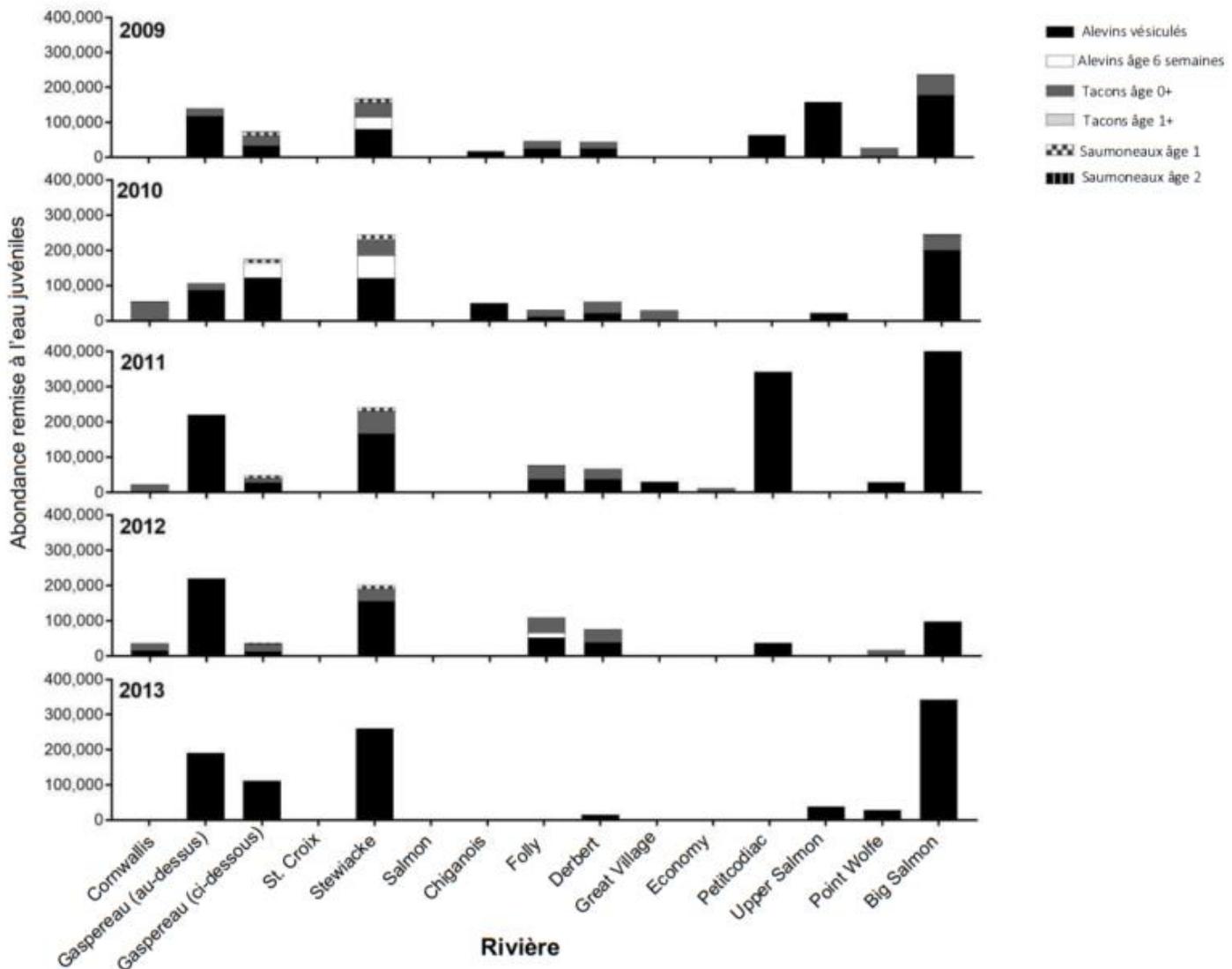


Figure 3. Remises à l'eau de saumons atlantiques juvéniles du programme de banque de gènes vivants dans les centres de diversité Coldbrook, Mersey et Mactaquac de 2009 à 2013.

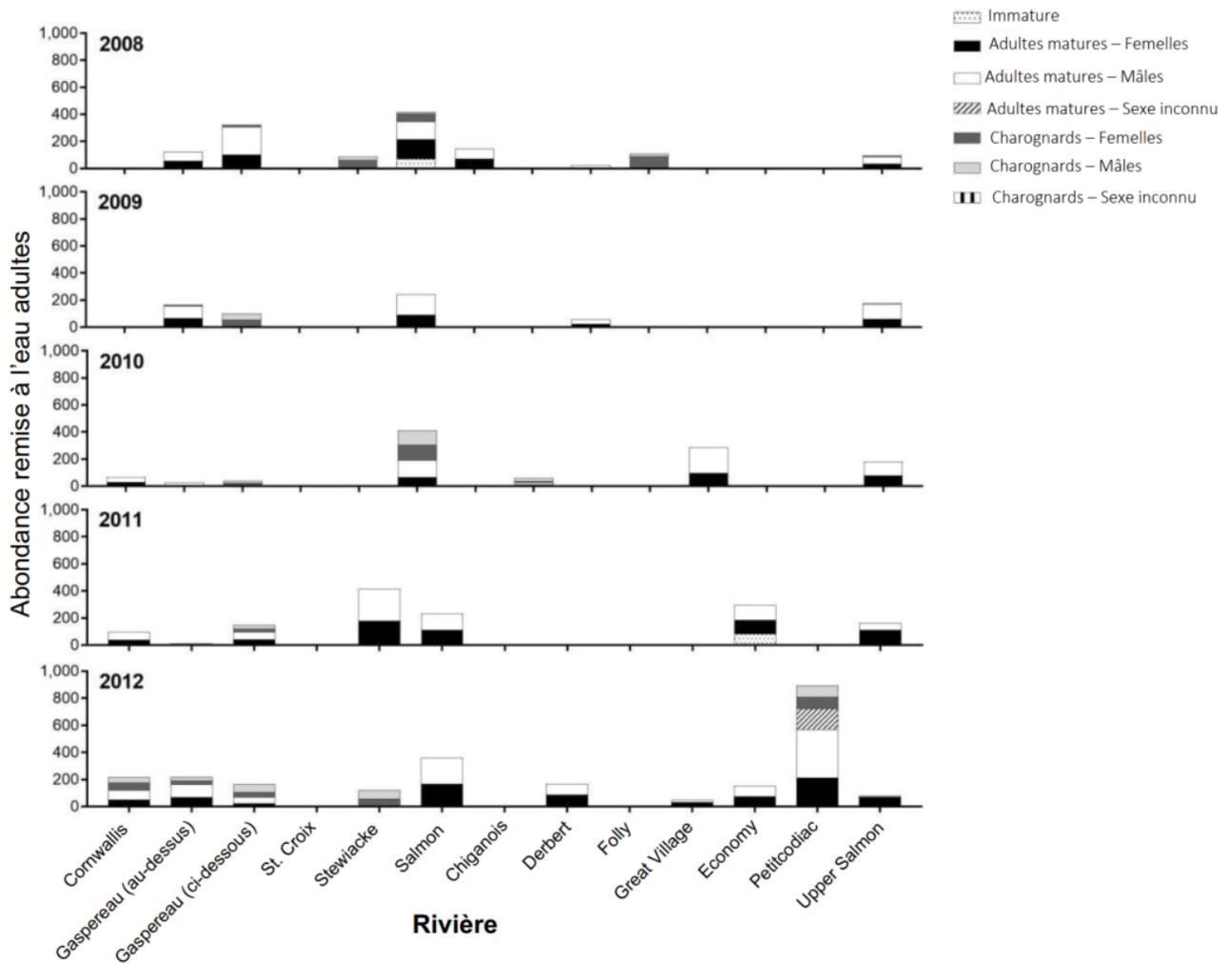


Figure 4. Remises à l'eau de saumons atlantiques juvéniles du programme de banque de gènes vivants dans les centres de diversité Coldbrook, Mersey et Mactaquac de 2008 à 2012.

Tableau 1. Rivières de l'IBF mentionnées dans le présent rapport pour estimer l'abondance des montaisons du saumon atlantique adulte, sa répartition à partir du programme de BGV (depuis 2008), la présence et la source, et la méthode de calcul des données sur l'abondance du saumon adulte utilisées dans le présent rapport.

| Rivière | Numéro de la rivière dans la figure 2 | Soutenue par le programme de BGV | Population du programme de BGV | Évaluation actuelle des adultes | Abondance des adultes réelle ou estimée | Source des données sur l'abondance des adultes |
|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|--|--|
| Cornwallis | 3 | Oui | Gaspereau | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Gaspereau (en amont de White Rock) | 4 | Oui | Gaspereau | Oui | Dénombrement total | Passé migratoire |
| Gaspereau (en aval de White Rock) | 4 | Oui | Gaspereau | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| St. Croix | 7 | Oui | Gaspereau | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Stewiacke | 10 | Oui | Stewiacke | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Saumon (Colchester) | 11 | Oui | Stewiacke | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Chiganois | 13 | Oui | Stewiacke | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Debert | 14 | Oui | Stewiacke | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Folly | 15 | Oui | Stewiacke | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Great Village | 16 | Oui | Stewiacke | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Portapique | 17 | Non | Aucun | Non | Estimation | Pêche électrique 2014 |
| Economy | 19 | Oui | Stewiacke | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Petitcodiac | 32 | Oui | Big Salmon/ Point Wolfe/ BGV Nouvelle-Écosse* | Non | Estimation | Répartition de BGV |
| Upper Salmon | 37 | Oui | Big Salmon/ Upper Salmon | Oui | Dénombrement partiel | Dénombrements en plongée |
| Point Wolfe | 38 | Oui | Big Salmon/ Point Wolfe | Oui | Dénombrement partiel | Dénombrements en plongée |
| Big Salmon | 43 | Oui | Big Salmon | Oui | Dénombrement partiel (taux d'observation estimé) | Dénombrements en plongée |
| Irish | 44 | Non | Aucun | Non | Estimation | Pêche électrique 2014 |

| Rivière | Numéro de la rivière dans la figure 2 | Soutenue par le programme de BGV | Population du programme de BGV | Évaluation actuelle des adultes | Abondance des adultes réelle ou estimée | Source des données sur l'abondance des adultes |
|---------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|--|
| Mosher | 45 | Non | Aucun | Non | Estimation | Pêche électrique 2014 |
| Black | 49 | Non | Aucun | Non | Estimation | Pêche électrique 2014 |
| Mispec | 50 | Non | Aucun | Non | Estimation | Pêche électrique 2014 |

* Différents hybrides du programme BGV provenant de l'expérience de croisement de 2013 (voir Jones et coll. 2018, pour obtenir des détails).

Élaboration d'un modèle

Dans le présent rapport, les productions de saumoneaux de 2012 à 2016 et l'abondance des adultes potentielle résultante de 2013 à 2017 dans les rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées ont été estimées à l'aide des taux de survie en eau douce et des taux de montaison du saumoneau au petit saumon de la rivière Big Salmon. La population de la rivière Big Salmon a été utilisée comme population de référence, puisque toute l'information biologique requise (taux de survie des saumons juvéniles et adultes) a été bien documentée au sein de cette lignée (Jones et coll., 2018, voir les paragraphes 3.4.1.1 et 3.4.2.1). Certains taux préliminaires de survie en eau douce et de montaison du saumoneau au saumon adulte ont également été déterminés pour la population de la rivière Gaspereau soutenue par le programme de BGV évaluée (en amont du barrage de White Rock) (Jones et coll., 2018). Toutefois, ces taux de survie et de montaison sont probablement influencés par les installations du barrage hydroélectrique situées le long de la rivière qui modifient une variété de paramètres hydrologiques (débit, niveau et température de l'eau). En attendant qu'un ensemble de données plus robuste puisse être élaboré à partir d'autres sous-unités de rivière soutenues par le programme de BGV, la rivière Big Salmon demeure la population de référence.

Pour estimer l'abondance des adultes dans les rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées pour les années de montaison de 2013 à 2017, nous avons besoin des estimations de la production de saumoneaux de 2012 à 2016; ces estimations sont calculées à partir des remises à l'eau de saumons juvéniles, auxquelles sont appliqués des paramètres de survie en eau douce du saumon à différents stades juvéniles. Nous avons utilisé les données sur la survie en eau douce de la rivière Big Salmon pour les cinq dernières années. On suppose que les taux de survie en eau douce varient d'une rivière à l'autre au cours d'une année ainsi que d'une année à l'autre. Par conséquent, les taux annuels de survie en eau douce des rivières soutenues par le programme de BGV ont été considérés comme ayant varié entre les valeurs minimum et maximum des cinq dernières années des données de la rivière Big Salmon. Le stade juvénile à la remise à l'eau et les taux de survie en eau douce de la rivière Big Salmon utilisés dans le présent rapport sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2. Taux de survie en eau douce (minimum et maximum) utilisés pour estimer la production de saumoneaux des rivières de l'IBF soutenues par le programme de BGV non évaluées (données tirées de Jones et coll., 2018; tableaux 20, 21 et 22 ou annexe 1). Tous les taux de survie sont tirés de la série de données de la rivière Big Salmon. Min. : taux minimum observé; Max. : taux maximum observé pour les années de remise à l'eau concernées; s.o. : données empruntées à un autre stade du cycle de vie.

| Stade à la remise à l'eau | Âge des saumoneaux | Années de remise à l'eau applicables | Taux de survie min. à max. sur les années de remise à l'eau | Numéro du tableau dans Jones et coll., 2018 |
|---------------------------|--------------------|--------------------------------------|---|---|
| Œufs élevés en captivité | jusqu'à l'âge 2 | 2003 à 2005 | 0,11 % à 0,65 % | 22 |
| Œufs élevés en captivité | jusqu'à l'âge 3 | 2003 à 2005 | 0,02 % à 0,22 % | 22 |
| Alevin vésiculé | jusqu'à l'âge 2 | 2010 à 2014 | 1,20 % à 1,68 % | 20 |
| Alevin vésiculé | jusqu'à l'âge 3 | 2009 à 2013 | 0,05 % à 0,87 % | 20 |
| Alevin de 6 semaines | jusqu'à l'âge 2 | s.o. | s.o. | s.o. |
| Alevin de 6 semaines | jusqu'à l'âge 3 | s.o. | s.o. | s.o. |
| Tacon d'âge 0+ | jusqu'à l'âge 1 | 2007 à 2011 | 0,38 % à 0,93 % | 21 |
| Tacon d'âge 0+ | jusqu'à l'âge 2 | 2007 à 2011 | 3,30 % à 6,75 % | 21 |
| Tacon d'âge 1+ | jusqu'à l'âge 2 | s.o. | s.o. | s.o. |

Les incertitudes quant aux taux de survie en eau douce appliqués aux rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées ont été caractérisées par des tirages aléatoires à partir d'une distribution uniforme (1 000 tirages Monte Carlo) entre les valeurs minimum et maximum indiquées dans le tableau 2. La répartition résultante du taux de survie pour un stade de remise à l'eau donné a été appliquée aux nombres de saumons par stade du cycle de vie remis à l'eau chaque année pour calculer la production annuelle de saumoneaux dans les rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées.

Des rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées ont également fait l'objet d'un ensemencement avec des alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines et des tacons d'âge 1. En l'absence de données précises sur la rivière Big Salmon, les taux de survie de l'alevin de 6 semaines au stade de saumoneau ont été considérés comme identiques à ceux des alevins vésiculés. On a également supposé que les taux de survie des tacons d'âge 1 jusqu'au stade de saumoneau d'âge 2 étaient similaires à ceux des tacons d'âge 0 jusqu'au stade de saumoneau d'âge 2.

Contrairement aux taux de survie en eau douce, on a supposé que la variabilité annuelle des taux de survie en mer des saumoneaux provenant des rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées était similaire à celle des taux de survie annuels des saumoneaux de la rivière Big Salmon, puisque tous les saumoneaux auraient partagé un environnement marin commun et variable annuellement. Les estimations annuelles des taux de montaison du

saumoneau au saumon adulte dans la rivière Big Salmon pour les années des saumoneaux de 2012 à 2016 ont été appliquées aux estimations annuelles de la production de saumoneaux pour calculer les estimations annuelles des montaisons des adultes. L'incertitude quant au taux annuel de montaison du saumoneau au saumon adulte a été établie en intégrant les incertitudes des estimations annuelles de la production de saumoneaux et les estimations annuelles des montaisons des adultes de la rivière Big Salmon. Dans les deux cas, on a considéré que l'incertitude équivalait à un coefficient de variation (CV) de 20 %. Cette valeur CV correspond approximativement à l'incertitude des estimations de la production de saumoneaux de la rivière Big Salmon en 2015 et en 2016; intervalles de confiance à 95 % de 7 680 à 13 080 et de 5 860 à 9 240, respectivement (tableau 3). Pour les montaisons des adultes, les estimations reposent sur les poissons dénombrés et sur une efficacité d'observation présumée de 0,57 (Gibson et coll., 2004). Un CV similaire de 0,20 a été présumé pour les estimations des adultes, ce qui constitue une valeur raisonnable compte tenu des données utilisées pour calculer le paramètre d'efficacité à partir de l'expérience de marquage et de recapture de 2003 (Gibson et coll., 2004). Les valeurs d'entrée et les incertitudes correspondantes pour la production des saumoneaux, les montaisons des petits saumons et les estimations des taux de montaison, regroupées par année des saumoneaux de la rivière Big Salmon, sont résumées au tableau 3.

Tableau 3. Production des saumoneaux, montaisons des petits saumons et estimations des taux de montaison de la rivière Big Salmon pour les classes d'année des saumoneaux de 2012 à 2016.

| Année des saumoneaux | Production des saumoneaux (IC à 95 % en supposant que CV = 20 %) | Petit saumon pendant l'année + 1 (IC à 95 % en supposant que CV = 20 %) | Taux de montaison en % (IC à 95 %) |
|----------------------|--|---|------------------------------------|
| 2012 | 13 020 (8 855 - 17 546) | 7 (5 - 9) | 0,054 % (0,033 % - 0,086 %) |
| 2013 | 10 890 (7 583 - 14 581) | 13 (9 - 17) | 0,119 % (0,075 % - 0,183 %) |
| 2014 | 4 510 (3 151 - 5 950) | 28 (18 - 37) | 0,621 % (0,389 % - 0,976 %) |
| 2015 | 9 690 (6 474 - 12 746) | 14 (9 - 19) | 0,144 % (0,089 % - 0,242 %) |
| 2016 | 7 180 (4 798 - 9 680) | 16 (11 - 21) | 0,223 % (0,136 % - 0,376 %) |

Tenir compte de l'incertitude

Une simulation Monte Carlo, programmée en R (R Core Team, 2018), a été utilisée pour calculer les statistiques des estimations de l'abondance des adultes. La simulation Monte Carlo employait des tirages aléatoires à partir d'une distribution uniforme pour intégrer les incertitudes (définies par des valeurs minimum et maximum) dans les paramètres relatifs à l'eau douce, la production de saumoneaux résultante et les taux de montaison pour calculer les estimations des montaisons d'adultes avec des incertitudes. La production annuelle des stades du cycle de vie en eau douce a également été calculée en dehors du modèle d'estimation à l'aide des taux de survie moyens de chaque stade du cycle de vie; ces résultats sont présentés ci-dessous.

Estimation des montaisons des adultes (2013 à 2017)

Rivières soutenues par le programme de banque de gènes vivants évaluées

Rivière Gaspereau (en amont du barrage de White Rock)

Les saumons adultes qui remontent la rivière Gaspereau rencontrent plusieurs obstacles à la migration, même s'il existe des passages vers l'amont et vers l'aval à la centrale

hydroélectrique de White Rock. Depuis 1995, on compte les saumons chaque année dans une passe migratoire située dans la centrale, qui comprend un piège aux fins d'évaluation depuis la modernisation de la centrale en 2002. Les individus pris dans le piège étaient retenus aux fins d'intégration au programme de BGV de la rivière Gaspereau ou relâchés en amont afin qu'ils fraient naturellement si les prises comptaient plus de dix adultes. Les dénombrements des montaisons d'adultes de 2013 à 2016 de la rivière Gaspereau en amont du barrage de White Rock sont tirés de Jones et coll. (2018), tandis que les estimations des montaisons de 2017 proviennent du secteur des sciences du MPO (R. Jones, données non publiées).

Rivières Upper Salmon et Point Wolfe

Les adultes sont dénombrés chaque année depuis 2002 à la fin de septembre ou au début d'octobre et les dénombrements impliquent un ou deux relevés en plongée dans les principales sections de la rivière censées retenir des saumons adultes effectuant leur montaison (C. Clarke, comm. pers.). En 2017, un réseau de transpondeurs intégrés passifs (TIP) a été installé dans la rivière Upper Salmon pour déterminer le nombre de montaisons d'adultes multifrai issus d'adultes matures vierges élevés en captivité relâchés en 2016. Tous les saumons multifrai relâchés à l'origine comme saumons vierges sont inclus dans les données de dénombrement de la rivière Upper Salmon.

Rivière Big Salmon

L'abondance des adultes est évaluée chaque année à l'aide de méthodes similaires, y compris un dénombrement en plongée des saumons retenus dans les plus grands bassins en début de saison (août), un dénombrement en milieu de saison (septembre), habituellement dans ces mêmes bassins, suivi d'une activité de pêche à la senne/marquage, et enfin un relevé en apnée dans trois sections au mois d'octobre. Les estimations de l'abondance des adultes ont été calculées en appliquant une valeur unique de marquage-recapture de recensement de 0,57 (Gibson et coll., 2004) au plus grand dénombrement d'observation de l'année en question. Les estimations des montaisons des adultes de 2013 à 2016 de la rivière Big Salmon sont tirées de Jones et coll. (2018), tandis que les estimations des remontes de 2017 proviennent du secteur des sciences du MPO (R. Jones, données non publiées).

Rivières soutenues par le programme de banque de gènes vivants non évaluées

Traitement des données sur la répartition du programme de banque de gènes vivants

Le nombre annuel total d'alevins vésiculés et d'alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines relâchés entre 2009 et 2014 est extrait de la base de données sur la répartition du MPO (annexe 2). Comme nous l'avons mentionné plus haut, des fourchettes de taux de survie en eau douce ont été appliquées aux nombres d'alevins vésiculés et d'alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines relâchés pour estimer l'abondance des saumoneaux d'âges 2 et 3 quittant les rivières non évaluées. Comme pour l'âge de la smoltification de la population de la rivière Big Salmon, on a supposé que très peu de saumoneaux d'âge 4, voire aucun, étaient issus des relâches d'alevins vésiculés et d'alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines (Jones et coll., 2018). À ce jour, aucun taux de survie spécifique au stade des alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines n'a été déterminé.

Les totaux annuels des tacons d'âges 0 et 1 relâchés entre 2010 et 2015 proviennent également de la base de données sur la répartition du MPO (annexe 2) et les fourchettes correspondantes des taux de survie en eau douce ont été appliquées au nombre de tacons relâchés pour déterminer le nombre de saumoneaux d'âges 1 et 2 qui émigrent des rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées. Comme pour les alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines, nous ne disposons pas de taux de survie en eau douce pour les

tacons d'âge 1, de sorte que les taux de survie en eau douce des tacons d'âge 0 ont été appliqués au nombre de tacons d'âge 1 relâchés pour déterminer le nombre de saumoneaux d'âge 2 qui émigrent.

Les adultes matures, en particulier les femelles, relâchés entre 2008 et 2013 ont été inclus dans les estimations de la ponte pour évaluer leur contribution aux montaisons d'adultes de 2013 à 2017, en supposant la réussite du frai dans la nature. Le nombre de femelles remises à l'eau et leurs longueurs à la fourche respectives provenaient des données recueillies au cours des activités d'identification sexuelle préfrai du programme de BGV. Pour les individus dont la longueur à la fourche à la remise à l'eau n'avait pas été enregistrée, nous avons utilisé la longueur à la fourche moyenne de toutes les femelles relâchées au cours d'une année donnée. Les pontes individuelles ont été calculées à l'aide des longueurs à la fourche respectives et des relations entre la longueur à la fourche et la fécondité de propres à chaque rivière (annexe 3). Dans les cas où des individus du programme de BGV excédentaires par rapport aux besoins en géniteurs (génération F1 en captivité à vie non requise pour les accouplements fondés sur le pedigree) ont été remis à l'eau et où nous ne disposions pas de données biologiques individuelles (sexe et longueur) non disponibles, nous avons appliqué la proportion de femelles et la longueur à la fourche moyenne des saumons adultes du programme BGV relâchés la même année pour estimer la ponte. La ponte totale de tous les adultes matures du programme de BGV a été estimée par année pour toutes les rivières non évaluées (annexe 2). Les remises à l'eau de saumons adultes immatures n'ont pas été incluses dans l'estimation de l'abondance des saumons adultes revenant frayer, dans la mesure où les données phénotypiques, la maturation et les taux de survie en eau douce ne sont pas connus.

Un très petit nombre d'adultes semble avoir contribué à l'estimation de la population de l'IBF issue des remises à l'eau des saumoneaux au printemps (de 2012 à 2016), car seulement cinq adultes (trois adultes en montaison issus des remises à l'eau de saumoneaux du programme BGV confirmés et deux non confirmés [aucune donnée génétique] depuis le lancement du programme de BGV en 2001) ont été capturés ou observés dans la rivière Big Salmon au cours des années de remises à l'eau massives au printemps de saumoneaux du programme BGV marqués par une rognure de la nageoire adipeuse (Jones et coll., 2018).

Les taux de survie en mer des charognards ont été établis pour les remises à l'eau en 2008, en 2009 et en 2011 (en montaison en 2009, en 2010 et en 2012, respectivement) à l'aide des relâches et des montaisons de charognards dans la rivière Gaspereau (en amont du barrage de White Rock).

Montaisons de charognards du programme de banque de gènes vivants (année en cours)
Remises à l'eau de charognards du programme de banque de gènes vivants (année précédente)

Toutefois, les charognards n'ont pas été inclus dans l'estimation de l'abondance des petits saumons revenant frayer on en raison de leur faible survie en mer estimée à ce jour et de l'insuffisance de leur contribution aux années analysées.

Données de la pêche électrique (2014) – Rivières non soutenues par le programme de BGV et non évaluées

Un relevé de la pêche électrique à grande échelle mené dans 34 rivières (30 rivières non soutenues par le programme de BGV) sur les 50 rivières de l'IBF en 2014, a révélé la présence de saumons juvéniles à de très faibles densités dans 5 rivières non soutenues par le programme de BGV de l'IBF (Portapique, Irish, Mosher, Black et Mispéc) (Jones et coll., 2018). Dans ces 5 rivières (r), les estimations de la production de saumoneaux en 2015 ont été calculées à partir des chiffres de 2014 sur la densité des tacons, selon la méthode ci-dessous :

Nombre total de tacons (2014)

$$= \sum_r \text{Densité des tacons (2014)}_r \cdot \text{Unités d'habitat (100 m}^2\text{)}_r \cdot \text{Scal. Hab. RBS}$$

Nombre total de saumoneaux (2015)

$$= \text{Nombre total de tacons (2014)} \cdot \text{Mortalité des tacons aux saumoneaux}$$

Lorsque l'habitat productif n'était pas connu, nous avons utilisé les aires établies des bassins hydrographiques de chaque rivière (Base de données de 2017 du Canadian Rivers Institute; L. Savoie, comm. pers.) par rapport aux ratios connus habitat productif/aire totale du bassin hydrographique de la rivière Big Salmon (rapport de Jessop [1986]) afin d'estimer les unités d'habitat spécifiques de chaque rivière. Le scalaire de l'habitat de la rivière Big Salmon (Scal. Hab. RBS = 2790/9093 = 0,31) et le taux de mortalité des tacons aux saumoneaux (0,623) utilisés pour estimer nombre de saumoneaux proviennent de Gibson et coll. (2008). Ces valeurs ont été appliquées aux données du relevé de la pêche électrique à grande échelle de 2014 pour estimer l'abondance totale des tacons dans les rivières non soutenues par les programmes BGV présentant des populations de tacons résiduelles en 2014. Le taux de montaison du saumoneau au petit saumon (tableau 3) a ensuite été appliqué à l'estimation de la production de saumoneaux en 2015 pour estimer les montaisons d'adultes en 2016.

Résultats

Estimations de la production de saumoneaux

Rivières soutenues par le programme de banque de gènes vivants non évaluées

Productions de saumoneaux dans l'UD de l'IBF. Les productions de saumoneaux annuelles (âges 1 à 3) provenant des remises à l'eau du programme de BGV dans les rivières non évaluées variaient de 18 300 à 26 670 individus (figure 5). Les contributions des divers stades de la remise à l'eau variaient annuellement.

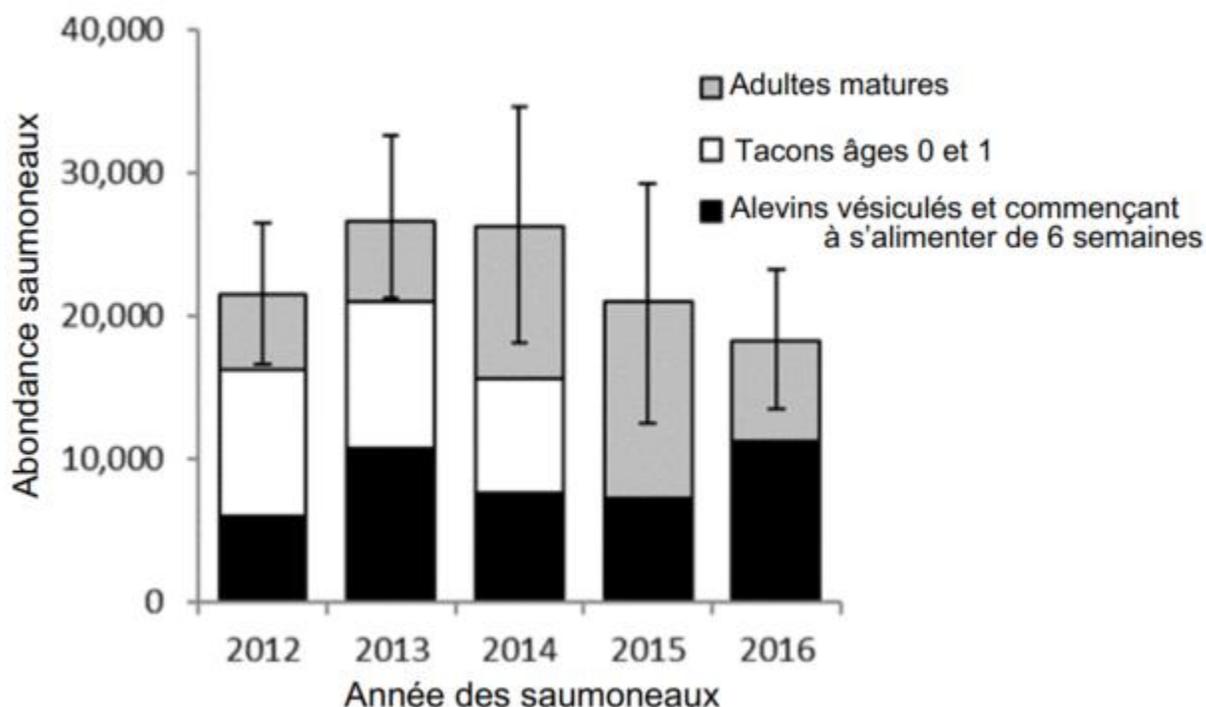


Figure 5. Nombre estimatif (avec des intervalles percentiles de 2,5 % et 97,5 %) des saumoneaux (saumon atlantique), par stratégie de remise à l'eau, qui émigrent des rivières de l'IBF non évaluées soutenues par des remises à l'eau dans le cadre du programme de BGV.

Contributions des alevins vésiculés et des alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines. On a estimé que les alevins vésiculés et les alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines relâchés entre 2009 et 2014 ont contribué à la production de saumoneaux à hauteur de 5 960 (2012) à 11 260 (2016) saumoneaux dans diverses rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées entre 2012 et 2016 (figure 5). Ce sont les alevins vésiculés qui ont le plus contribué à la production de saumoneaux (moyenne sur 5 ans = 8 520 poissons) comparativement à toutes les autres stratégies de remise à l'eau (figure 5).

Contributions des tacons d'âges 0 et 1. Production annuelle de saumoneaux issus des remises à l'eau de tacons allant de 140 (2015) à 10 300 (2013) avec une moyenne sur 5 ans de 5 730 poissons (figure 5). Aucun saumoneau issu de ce groupe n'a pu être établi en 2015 ou en 2016 en raison du petit nombre de tacons relâchés après 2012 (figure 3).

Contributions des adultes matures. La contribution annuelle moyenne des remises à l'eau de saumons adultes matures à la production de saumoneaux était de 8 460 saumoneaux, soit entre 5 260 (2012) à 13 740 (2015) saumoneaux, dans diverses rivières soutenues par le programme BGV non évaluées (figure 5).

Rivières non soutenues par le programme de banque de gènes vivants et non évaluées

Un relevé de la pêche électrique à grande échelle mené en 2014 sur 30 rivières de l'IBF non soutenues par le programme de BGV a révélé que seulement 5 rivières présentaient des saumons juvéniles – et de très faibles densités (plus forte densité : rivière Black; 7,2 tacons/100 m²). Dans la mesure où ces relevés de la pêche électronique n'ont pas été effectués tous les ans, il est impossible d'estimer la contribution des rivières non soutenues par le

programme de BGV pour la période de 2013 à 2017. Compte tenu de la faiblesse des densités, on ne s'attend pas à une production de saumoneaux ou à une montaison d'adultes importantes dans ces rivières (tableau 4).

Tableau 4. Estimations du nombre de saumoneaux (saumon atlantique) produits en 2015 susceptibles de contribuer au nombre d'adultes en 2016 selon le relevé de la pêche électrique à grande échelle de 2014 dans les rivières de l'UD de l'IBF non soutenues par les remises à l'eau du programme de BGV. Nombre de sites échantillonnés entre parenthèses après la densité moyenne des tacons.

| Rivière | Unités d'habitat (100 m ²) | Référence de l'habitat ou du bassin hydrographique | Densité moyenne des tacons (/100 m ²) | Nombre total de tacons dans la rivière (2014) | Estimation des saumoneaux (2015) |
|--------------------|--|--|---|---|----------------------------------|
| Rivière Portapique | 3 309 | MPO, 2008 | 0,45 (n=4) | 457 | 172 |
| Rivière Irish | 9 142 | CRI, 2017 | 0,28 (n=4) | 785 | 296 |
| Rivière Mosher | 517 | L. Savoie | 0,50 (n=1) | 79 | 30 |
| Rivière Black | 3 190 | CRI, 2017 | 7,20 (n=2) | 7 047 | 2 657 |
| Rivière Mispec | 5 332 | CRI, 2017 | 2,10 (n=1) | 3 436 | 1 295 |
| Total | 21 490 | S.O. | S.O. | 11 804 | 4 450 |

La plus grande proportion de saumoneaux émigrant de rivières non soutenues par le programme de BGV provenait des rivières Black et Mispec. Ces deux rivières de l'IBF bordent la rivière Saint-Jean, qui se trouve dans l'UD de l'extérieur de la baie de Fundy (EBF). On a montré que la majorité des poissons capturés pendant le relevé de la pêche électronique à grande échelle de 2014 dans les rivières Black et Mispec présentaient l'origine génétique de l'EBF (Jones et coll., 2018).

Estimation des montaisons d'adultes

Rivières soutenues par le programme de banque de gènes vivants

Estimation de l'abondance des adultes dans l'UD de l'IBF. Malgré l'incertitude des estimations annuelles de la population de l'UD, les estimations actuelles demeurent systématiquement inférieures à l'estimation de moins de 250 adultes retournant frayer de 1999 (tableau 5). Malgré les efforts d'ensemencement, l'abondance de la population de l'UD de l'IBF n'a pas augmenté et son déclin pourrait s'être accentué depuis la fin des années 1990. Il convient de noter que l'estimation de moins de 250 adultes dans l'UD de l'IBF de 1999 comprenait principalement des poissons d'origine sauvage, tandis que les estimations actuelles des montaisons (montaisons d'adultes inférieures à 105, à l'exception de 2015 où le taux de montaison des saumoneaux aux saumons adultes était supérieur à la moyenne) comprennent principalement les saumons atlantiques adultes issus du programme de BGV.

Contributions des alevins vésiculés et des alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines. Compte tenu de l'évolution des stratégies de remise à l'eau, les alevins vésiculés et les alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines contribuent de manière importante à l'abondance des adultes en montaison. Les estimations de l'abondance des adultes de 3 (2013) à 47 (2015) ont été attribuées aux remises à l'eau d'alevins vésiculés dans les rivières non évaluées (tableau 5).

Contributions des tacons d'âges 0 et 1. Les tacons d'âges 0 et 1 représentaient un maximum de 49 montaisons d'adultes (2015) et un minimum de 6 (2013) dans les rivières soutenues par le programme de BGV de l'IBF (tableau 5). En raison du faible nombre de tacons relâchés depuis 2012, on estime que cette stratégie de remise à l'eau n'a produit aucune montaison d'adultes en 2016 ou en 2017 (tableau 5).

Tableau 5. Répartition dans l'UD de l'IBF des estimations des montaisons de saumons atlantiques adultes dans les rivières soutenues par le programme de BGV de 2013 à 2017.

| Stade du cycle de vie | Adultes retournant frayer dans les rivières soutenues par le programme de BGV | | | | |
|---|---|-----------|------------|-----------|------------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Adultes matures élevés en captivité | 3 | 7 | 64 | 19 | 15 |
| Alevins vésiculés et alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines | 3 | 13 | 47 | 10 | 25 |
| Tacons d'âges 0 et 1 | 6 | 12 | 49 | 0 | 0 |
| Total (rivières non évaluées) | 12 | 32 | 160 | 29 | 40 |
| IC à 2,5 % | 6 | 18 | 80 | 13 | 21 |
| IC à 97,5 % | 21 | 59 | 309 | 61 | 80 |
| Montaisons d'adultes (rivières évaluées) | 25 | 18 | 45 | 36 | 64 |
| Total (rivières soutenues par le programme de BGV) | 37 | 50 | 205 | 65 | 104 |

Contributions des adultes matures élevés en captivité. On estime que les adultes matures élevés en captivité contribuent aux montaisons d'adultes dans les rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées dans une proportion semblable à celle des alevins vésiculés et des alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines. Selon les taux de survie de l'œuf au saumoneau calculés à partir des remises à l'eau de saumons adultes dans la rivière Big Salmon de 2003 à 2005, les estimations des montaisons d'adultes issues des remises à l'eau d'adultes matures au cours des années précédentes variaient de 3 (2014) à 64 (2015) (tableau 5).

Contributions des charognards. Selon une estimation du taux de survie moyen de 4,42 % (2009 : 6,67 %; 2010 : 4,72 %; 2012 : 1,89 %) et le nombre de charognards relâchés dans les rivières soutenues par le programme BGV, on s'attendait à une faible contribution des charognards à l'estimation de l'abondance des adultes pour l'ensemble des années analysées, probablement en raison de leur faible survie en mer.

Montaisons d'adultes potentielles dans les rivières non soutenues par le programme de BGV (2016 seulement)

L'application du taux de montaison des saumoneaux aux saumons adultes pour la catégorie des saumoneaux de la rivière Big Salmon en 2015 à l'estimation de l'abondance des saumoneaux provenant des rivières non soutenues par le programme de BGV pourrait ajouter 6 autres petits saumons à l'estimation générale de 65 adultes de 2016. On s'attendait à ce que les rivières Black et Mispec soient les plus productives et produisent potentiellement 4 et 2 montaisons d'adultes, respectivement, en 2016 (tableau 6). D'après l'analyse génétique des tacons capturés en 2014, ces adultes potentiels avaient de fortes chances de ressembler du point de vue génotypique au saumon de l'EBF.

Tableau 6. Estimations des montaisons de petits saumons dans les rivières non soutenues par le programme de BGV de l'IBF tirées des contributions des tacons observées lors du relevé de la pêche électrique à grande échelle de 2014 et des estimations des tacons de 2015 (voir le tableau 4).

| Rivière | Estimations des montaisons d'adultes (2016) |
|--------------------|---|
| Rivière Portapique | 0 |
| Rivière Irish | 0 |
| Rivière Mosher | 0 |
| Rivière Black | 4 |
| Rivière Mispéc | 2 |

Vérification du modèle

Pour trois des années analysées (2014 à 2016), nous disposons de données de dénombrement des adultes fondées sur des relevés en apnée de la rivière Pollet (rivière Petitcodiac) (tableau 7). Le premier relevé en apnée a été exécuté les 29 et 30 septembre 2014 et couvrait 20 km de rivière comprenant tous les grands bassins de retenue (Jones et coll. 2018). Des relevés semblables ont été effectués les années suivantes, à l'exception d'un deuxième relevé réalisé en 2015. L'origine (BGV c. sauvage) et le stade du cycle de vie à la remise à l'eau (en cas d'origine BGV), ne sont pas connus, étant donné que lesdits adultes n'ont pas été capturés et, par conséquent, n'ont pas été génotypés. Pour évaluer la cohérence des différents types de données, les résultats des estimations de l'abondance des adultes peuvent être comparés aux dénombrements observés pendant les activités d'évaluation des adultes (tableau 7).

Tableau 7. Dénombrements du relevé en apnée des adultes et estimations des montaisons des saumons atlantiques adultes dans la rivière Pollet (rivière Petitcodiac) de 2014 à 2016.

| Année d'évaluation | Dénombrement des adultes | Estimations des montaisons d'adultes à partir du modèle |
|--------------------|----------------------------------|---|
| 2014 | 1 petit saumon | 6 |
| 2015 | 4 petits saumons | 14 |
| 2016 | 1 petit saumon et 1 grand saumon | 0 |

Les données de dénombrement des adultes des relevés effectués dans la rivière Pollet de 2014 à 2016 confirment la faiblesse de l'abondance de saumons adultes remontant la rivière Petitcodiac, résultat similaire à la tendance générale observée dans les estimations de la population adulte revenant frayer dans l'UD de l'IBF dans les rivières soutenues par le programme de BGV non évaluées.

Sources d'incertitude

Une variété de sources ont été utilisées pour collecter les données et les intégrer à l'estimation de la population adulte, notamment : 1) estimations et dénombrements réels des programmes de conservation du saumon du MPO et de Parcs Canada; 2) base de données sur la répartition du MPO contenant des données numériques et certaines données qualitatives (stade du cycle de vie et lieux) sur les remises à l'eau du saumon; 3) bases de données complètes sur le cycle d'évolution (frai, croissance, remise à l'eau) et la génétique (Excel) pour chacune des BGV; 4)

données du relevé de la pêche électronique à grande échelle dans l'IBF de 2014 intégrées aux méthodes tirées de Gibson et coll. (2008).

L'analyse tient compte de l'incertitude à plusieurs niveaux : dans les nombres de poissons relâchés dans les rivières, les estimations de l'abondance des saumoneaux, les proportions des saumoneaux selon l'âge, l'origine des saumoneaux (lorsque l'information génétique est insuffisante pour établir une distinction) et le nombre d'adultes en montaison. L'évaluation de la rivière Big Salmon a été menée sur une période de vingt ans et la rivière sert de référence pour évaluer les autres rivières soutenues et non soutenues par le programme de BGV au sein de l'UD. Ainsi, dans le présent rapport, lorsque d'autres paramètres écologiques propres à chaque BGV (Gaspereau et Stewiacke) ne sont pas disponibles, la rivière Big Salmon River sert de population de substitution. Cependant, on s'attend à une meilleure production par aire d'unité d'habitat et à un moins grand nombre de facteurs négatifs reliés à l'eau douce susceptibles d'influer sur la survie jusqu'au stade de saumoneau dans la rivière Big Salmon par rapport aux autres rivières soutenues par le programme de BGV. L'application des taux de survie en eau douce de la rivière Big Salmon à un réseau à l'habitat moins productif tel que la rivière Cornwallis (Figure 5; MPO, 2008) ou les rivières Great Village ou Chiganois qui présentent toutes les deux des obstacles au passage des saumons, pourrait entraîner une surestimation des saumoneaux quittant la rivière et des adultes revenant frayer. La population de la rivière Big Salmon présente également des caractéristiques en matière de cycle d'évolution (Jones et coll., 2018) qui sont présumées représenter d'autres rivières. Par exemple, on a présumé que la plupart des saumons juvéniles quittent la rivière après 2 ou 3 ans (saumoneaux d'âges 2 et 3, un petit nombre d'âge 1) (selon l'âge et le stade du cycle de vie à leur remise à l'eau) et reviennent sous la forme de petit saumon (un hiver en mer). Par conséquent, seuls les saumoneaux d'âges 2 et 3 ont été pris en compte dans les estimations de l'abondance des saumoneaux pour les juvéniles et les adultes remis à l'eau et tous les saumoneaux d'âge 4 ont été exclus.

Les estimations de l'abondance de la population présentées dans le présent rapport sont tirées des rivières soutenues par le programme de BGV. Un certain nombre d'autres rivières, y compris les rivières désignées dans le présent document sous le terme de « rivières non soutenues par le programme de BGV », peuvent contribuer aux adultes. Un petit nombre de rivières ont été déterminées par le relevé de la pêche électrique à grande échelle de 2014 comme possédant des populations reliques; toutefois, leur contribution à l'estimation de l'abondance des adultes dans l'UD n'a pas été incluse et est supposée comme très faible.

Afin d'estimer l'incertitude relative aux montaisons d'adultes, nous avons utilisé une fourchette des taux de survie en eau douce allant du minimum au maximum de toutes les années analysées plutôt que des fourchettes annuelles directement. Dans la mesure où les valeurs de survie minimum et maximum ont été utilisées comme limites, les estimations annuelles de l'abondance des saumoneaux pourraient être supérieures ou inférieures aux chiffres donnés ici. De plus, nous avons utilisé un taux de montaison du saumoneau au petit saumon combiné annuel pour représenter toutes les origines des saumoneaux, y compris les saumoneaux issus d'alevins vésiculés, de tacons et d'adultes sauvages. Nous avons montré que les saumoneaux issus d'alevins vésiculés et de géniteurs adultes sauvages affichaient des taux de survie plus élevés (6 X; Jones et coll.; 2018) que les saumoneaux issus des remises à l'eau de tacons, ce qui pourrait biaiser l'estimation des adultes en montaison. Enfin, les relations longueur-fécondité des saumons élevés en captivité spécifique au stock ont été utilisées dans le présent modèle pour estimer les pontes potentielles. Ces relations longueur-fécondité ont été établies entre 2006 et 2008 et pourraient ne pas représenter les adultes relâchés annuellement de 2008 à

2013. De plus, la relation pour la rivière Big Salmon n'est pas spécifique au stock, mais a été établie à partir du poisson de la rivière Tobique élevé en captivité.

Les saumoneaux du programme de BGV relâchés des écloseries au printemps aux âges 1 ou 2 ans n'ont pas été intégrés dans les estimations de l'abondance des adultes en montaison, car ces saumoneaux ont contribué dans une mesure très limitée aux montaisons du saumon atlantique par le passé (Jones et coll. 2018). De même, les charognards du programme de BGV post-frai qui ne sont plus requis dans le programme de BGV peuvent être relâchés dans les rivières soutenues par le programme de BGV, mais ils ne sont pas censés contribuer à l'abondance générale. Un taux de survie des charognards a été établi à partir des données de la BGV de la rivière Gaspereau et a été appliqué à tous les charognards de l'IBF remis à l'eau entre 2007 et 2011. Les montaisons d'adultes issues de ces charognards remis à l'eau ont été estimées très faibles, voire nulles, en raison du piètre taux de survie en mer estimé. Toutefois, les valeurs du taux de survie des charognards ont été calculées à partir des remises à l'eau dans la rivière Gaspereau, réseau hydrographique qui présente plusieurs facteurs limitatifs susceptibles d'avoir une incidence sur les taux de survie, faisant en sorte que les valeurs pourraient ne pas être représentatives de toutes les rivières (rivière Petitcodiac au N.-B. et rivière Stewiacke en N.-É.) dans lesquelles des charognards sont également remis à l'eau.

En raison de la conception de reproduction fondée sur le pedigree du programme de BGV, des poissons excédentaires génétiquement par rapport aux besoins sont produits. De plus, un volet du programme contient seulement des poissons élevés en captivité qui : 1) sont utilisés dans la reproduction fondée sur le pedigree en l'absence uniquement d'individus à la génétique similaire issus d'une collection exposée à la nature ou produite dans la nature et 2) offrent une protection en cas de catastrophe naturelle. Certains de ces poissons peuvent être relâchés aux stades d'adulte immature (génotypés ou pas) ou d'adulte mature. Les adultes immatures qui ont été remis à l'eau au printemps n'ont pas été intégrés au modèle, dans la mesure où le sexe et les taux de montaison ne sont pas disponibles, ce qui empêchait d'en tirer une estimation chiffrée des montaisons d'adultes.

Les BGV étant conçues pour maintenir la population de saumon de l'IBF dans les rivières soutenues par le programme, on espère que les adultes en montaison fraieront avec succès. Par souci de simplicité, le présent rapport ne tient pas compte des contributions des montaisons des années subséquentes (saumons multifrai) dans les rivières non évaluées. Par exemple, les montaisons en 2009 issues des remises à l'eau du programme de BGV pourraient contribuer aux montaisons en 2013 et en 2014 grâce aux activités de frai naturelles. Compte tenu du faible taux de survie en mer, on s'attend à ce que les saumons multifrai contribuent de manière minimale à l'abondance des adultes de l'IBF. La population de saumon de l'IBF présente une migration locale distincte et les adultes utilisent habituellement une tactique consécutive liée au cycle d'évolution multifrai. Les adultes migrent en milieu marin à l'automne ou au printemps après le frai et passent plusieurs mois en mer aux fins de reconditionnement avant de revenir frayer en eau douce une année qui suit. Il est intéressant de noter que la population de la rivière Gaspereau est unique dans l'UD en ce sens qu'une partie de la population effectue une migration lointaine et revient frayer au stade de saumon adulte de deux ans en mer. La présente analyse suppose que tous les saumons reviennent frayer au stade de madeleineau (saumon d'un hiver de mer, petit saumon); or, une partie de la population de la rivière Gaspereau (en aval du barrage White Rock) est susceptible de revenir frayer au stade de saumon de deux ans en mer, par conséquent le nombre d'adultes en montaison pourrait être surestimé une année (p. ex. 2013) et sous-estimé l'année suivante (p. ex. 2014).

En ce qui concerne les données de dénombrement réelles des saumons adultes en montaison, les rivières Gaspereau et Big Salmon sont les deux seules rivières pour lesquelles on dispose

de données de dénombrement ou d'estimations totales pour l'ensemble de la rivière. Les données de dénombrement des rivières Upper Salmon, Point Wolfe et Pollet sont de simples comptes bruts provenant de relevés en apnée, qui n'ont pas été extrapolés pour représenter l'ensemble du réseau hydrographique puisque les taux d'observation n'ont pas été calculés pour ces rivières. Par conséquent, ces dénombrements pourraient être des sous-estimations de l'abondance réelle des adultes en montaison dans les rivières Upper Salmon, Point Wolfe et Pollet.

Les données sur les remises à l'eau du présent rapport sont extraites de la base de données sur la répartition du MPO. Cette base de données a été utilisée activement à titre de dépôt d'information sur les remises à l'eau; toutefois, elle n'a pas été tenue à jour par un seul utilisateur tout au long de son cycle de vie et des écarts numériques ont été relevés durant les analyses. Dans la mesure du possible, les écarts ont été corrigés; toutefois, une dissection complète de la base de données devra être effectuée pour s'assurer que les données sont exactes en vue d'une utilisation future. Lesdits écarts ont été relevés après la publication du document de Jones et coll. (2018), par conséquent les valeurs de répartition sont similaires entre les deux documents, mais non identiques.

CONCLUSIONS ET AVIS

Malgré l'incertitude des estimations annuelles de la population de l'UD, les estimations actuelles du saumon atlantique adulte dans l'UD de l'IBF demeurent systématiquement inférieures à l'estimation de moins de 250 adultes en montaison de 1999. L'abondance du saumon atlantique dans l'UD de l'IBF n'a pas augmenté et son déclin pourrait s'être accentué depuis la fin des années 1990 malgré les efforts d'augmentation. Les estimations de l'abondance pour la période de 2013 à 2017 sont inférieures à 105 adultes en montaison, à l'exception de 2015, où le taux de montaison du saumoneau au saumon adulte était supérieur à la moyenne. L'estimation de moins de 250 adultes dans l'UDL de l'IBF de 1999 était principalement composée de poissons d'origine sauvage, tandis que les estimations des adultes annuelles actuelles sont composées de poissons du programme de BGV.

D'après l'examen récent de la génétique de la population de l'IBF (Jones et coll., 2018; O'Reilly et coll., 2018), la plupart des saumons atlantiques adultes devraient être issus du programme de BGV. En raison du faible taux de survie en mer, les activités de rétablissement ont porté sur des actions d'ensemencement qui augmentaient les chances de frai dans la nature (remises à l'eau d'adultes matures) et d'exposition de la descendance à la nature (remises à l'eau d'alevins vésiculés). Le présent rapport souligne également l'absence de contribution attendue des charognards relâchés dans les rivières soutenues par le programme de BGV en raison des faibles taux de montaison associés à la diminution de la survie en mer.

La rivière Big Salmon semble produire le plus grand nombre de montaisons comparativement à toutes les autres rivières soutenues par le programme de BGV (qui vont de 11 [2013] à 32 [2015]); toutefois, sans une évaluation des adultes, la contribution de la rivière Stewiacke aux montaisons d'adultes ne peut pas être quantifiée. D'autres évaluations des adultes sont requises dans les rivières soutenues par le programme de BGV pour établir des estimations définitives de la montaison des adultes, ce qui faciliterait l'évaluation globale et la gestion adaptative du programme de BGV. Les taux de survie de l'œuf au saumoneau utilisés dans la présente analyse ont été calculés à partir des remises à l'eau d'adultes de 2003 à 2005. Compte tenu de l'évolution des stratégies de remise à l'eau du programme – des saumoneaux et tacons aux alevins vésiculés et adultes matures – les taux de survie de l'œuf au saumoneau devraient offrir des estimations de l'abondance de la population plus exactes qui pourraient être utilisées pour éclairer les décisions sur les mesures de rétablissement.

Le programme de BGV visant le saumon provenant de diverses origines (élevé en captivité, exposé à la nature et sauvage), l'élaboration de paramètres de survie propres à l'origine et d'autres paramètres biologiques (p. ex. relations longueur-fécondité) permettrait de réduire les incertitudes des évaluations de la population de l'IBF et du programme de BGV.

Les variations des taux de survie en mer peuvent avoir une incidence importante sur l'abondance de la population adulte revenant frayer. Les estimations des montaisons d'adultes en 2013 et en 2015 le montrent : le taux de survie en mer de 0,05 % a permis d'estimer les montaisons à 37 adultes en 2013 dans l'ensemble de l'UDL (rivières soutenues par le programme de BGV évaluées et non évaluées), tandis qu'un taux de survie en mer de 0,62 % a permis d'estimer une montaison de 205 adultes en 2015, malgré la similarité des apports en saumons juvéniles et adultes du programme de BGV dans les rivières soutenues par le programme. Dans les conditions actuelles, il est très peu probable que les montaisons d'adultes dans lesdites rivières puissent être maintenues sans le soutien du programme de BGV, étant donné le manque de production de saumon juvénile par le frai naturel.

Les rivières de l'IBF qui ne sont pas soutenues par les remises à l'eau du programme de BGV peuvent contenir des populations reliques de saumon atlantique. La production de ces rivières n'est pas incluse dans la présente évaluation. Il est nécessaire d'effectuer des travaux d'évaluation supplémentaires avant de pouvoir intégrer cette production à l'estimation complète de l'UD de l'IBF.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

| Nom | Affiliation |
|------------------------|--|
| Tuziak, Sarah | MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes |
| Bennett, Lottie | MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes |
| Bowlby, Heather | MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes |
| Chaput, Gerald | MPO, Secteur des sciences, Région du Golfe |
| Dauphin, Guillaume | MPO, Secteur des sciences, Région du Golfe |
| Epworth, Wendy | Fort Folly Habitat Recovery Program |
| Jones, Ross | MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes |
| MacDonald, Alyx | The Confederacy of Mainland Mi'kmaq |
| Reader, Jeff | MPO, Secteur des sciences, Région des Maritimes |
| Robichaud-Leblanc, Kim | MPO, Division de la gestion des espèces en péril, Région des Maritimes |
| Samms, Adam | New Brunswick Aboriginal Peoples Council |
| Sark, Roger | Maliseet Nation Conservation Council |

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 19 octobre 2018 sur l'estimation de l'abondance de la population du saumon atlantique à l'intérieur de la baie de Fundy. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

Amiro, P.G. 2003. Population Status of Inner Bay of Fundy Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2488.

COSEWIC. 2006. COSEWIC Assessment and Status Report on the Atlantic Salmon *Salmo salar* (Inner Bay of Fundy Populations) in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa.

Canadian Rivers Institute Database. 2017.

- Gibson, A.J.F., Jones, R.A., O'Neil, S.F., Flanagan, J.J., and Amiro, P.G. 2004. Summary of monitoring and Live Gene Bank activities for inner Bay of Fundy salmon in 2003. DFO. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc 2004/016, 49pp.
- Gibson, A.J.F., Bowlby, H.D., Bryan, J.R., and Amiro, P.G. 2008. Population Viability Analysis of Inner Bay of Fundy Atlantic Salmon With and Without Live Gene Banking. DFO. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/057.
- Jessop, B.M. 1986. Atlantic salmon (*Salmo salar*) of the Big Salmon River, New Brunswick. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1415.
- Jones, R.A., Anderson, L., Flanagan, J.J., and Goff, T. 2006. Assessments of Atlantic salmon stocks in southern and western New Brunswick (SFA 23), an update to 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/025.
- Jones, R.A., Ratelle, S.M., Tuziak, S.M., Harvie, C., Lenentine, B. et O'Reilly, P.T. 2020. Examen des activités de surveillance du saumon atlantique (*Salmo salar*) de l'intérieur de la baie de Fundy associées à la banque de gènes vivants. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2018/043. vii + 141 p.
- MPO. 2010. Programme de rétablissement du saumon atlantique (*Salmo salar*), populations de l'intérieur de la baie de Fundy [version finale]. Coll. « Programmes de rétablissement en vertu de la Loi sur les espèces en péril ». Pêches et Océans Canada, Ottawa.
- MPO. 2008. Évaluation du potentiel de rétablissement du saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2008/050.
- O'Reilly, P.T., Harvie, C., McWilliam, S., Lenentine, B., et Jones, R. 2019. Évaluer la réussite de la conservation des caractéristiques génétiques de la population de saumons de l'Atlantique (*Salmo salar*) de l'intérieur de la baie de Fundy sur trois générations de reproduction et d'élevage en captivité. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2018/044. iv + 10 p.
- R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

ANNEXE

Annexe 1. Estimations de la survie en eau douce jusqu'au stade de saumoneau (par âge) des alevins vésiculés, des tacons d'automne d'âge 0 et des œufs remis à l'eau dans la rivière Big Salmon (extraites des tableaux 20, 21 et 22 dans Jones et coll., 2018).

Estimations de la survie jusqu'au stade de saumoneau des alevins vésiculés du programme de BGV remis à l'eau dans la rivière Big Salmon de 2009 à 2014 (extraites du tableau 20).

| Année de remise à l'eau | Nombre d'individus remis à l'eau | Pourcentage de survie jusqu'au stade de saumoneau | | | |
|-------------------------|----------------------------------|---|-------|-------|--------------------|
| | | Âge 2 | Âge 3 | Âge 4 | Total |
| 2009 | 177 971 | 1,3 % | 0,9 % | 0,0 % | 2,2 % |
| 2010 | 200 378 | 1,3 % | 0,3 % | 0,0 % | 1,6 % |
| 2011 | 401 486 | 1,2 % | 0,1 % | 0,0 % | 1,3 % |
| 2012 | 97 209 | 1,3 % | 0,7 % | 0,1 % | 2,0 % |
| 2013 | 341 995 | 1,7 % | 0,6 % | - | 2,3 % ⁺ |
| 2014 | 255 386 | 1,4 % | - | - | - |

Estimations de la survie jusqu'au stade de saumoneau des tacons d'âge 0 du programme de BGV remis à l'eau dans la rivière Big Salmon de 2007 à 2011 (extraites du tableau 21).

| Année de remise à l'eau | Nombre d'individus remis à l'eau | Pourcentage de survie jusqu'au stade de saumoneau | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| | | Âge 1 | Âge 2 | Âge 3 | Âge 4 | Total |
| 2007 | 87 088 | 0,8 % | 4,5 % | 0,5 % | 0,0 % | 5,9 % |
| 2008 | 87 786 | 0,8 % | 6,7 % | 1,0 % | 0,0 % | 8,6 % |
| 2009 | 56 984 | 0,8 % | 3,3 % | 0,1 % | 0,0 % | 4,2 % |
| 2010 | 43 140 | 0,4 % | 3,9 % | 0,1 % | 0,0 % | 4,4 % |
| 2011 | 15 137 | 0,9 % | 5,9 % | 0,2 % | 0,0 % | 7,1 % |

Estimations de la survie de l'œuf au saumoneau à partir de saumons adultes du programme de BGV remis à l'eau dans la rivière Big Salmon de 2003 à 2005 (tirées du tableau 22).

| Année de remise à l'eau | Estimation des œufs | Pourcentage de survie jusqu'au stade de saumoneau | | | | |
|-------------------------|---------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| | | Âge 1 | Âge 2 | Âge 3 | Âge 4 | Total |
| 2003 | 156 720 | - | 0,65 % | 0,22 % | 0,04 % | 0,90 % |
| 2004 | 138 814 | - | 0,11 % | 0,08 % | 0,00 % | 0,19 % |
| 2005 | 283 646 | - | 0,16 % | 0,02 % | 0,00 % | 0,18 % |

Annexe 2. Années de remise à l'eau du programme de banque de gènes vivants (BGV) applicables pour chaque stade du cycle de vie et année de production de saumoneaux d'âges 2 et 3 subséquente.

| Stade du cycle de vie de la remise à l'eau du programme de BGV (Âge des saumoneaux produits) | Année de remise à l'eau du programme de BGV applicable pour chaque stade du cycle de vie | | | | |
|--|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Adultes matures (saumoneaux d'âge 2) | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Adultes matures (saumoneaux d'âge 3) | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Alevins vésiculés (saumoneaux d'âge 2) | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Alevins vésiculés (saumoneaux d'âge 3) | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines (saumoneaux d'âge 2) | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines (saumoneaux d'âge 3) | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Tacons d'automne d'âge 0+ (saumoneaux d'âge 1) | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Tacons d'automne d'âge 0+ (saumoneaux d'âge 2) | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Tacons de printemps d'âge 1+ (saumoneaux d'âge 2) | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| | Nombre d'individus remis à l'eau | | | | |
| Œufs Adultes matures (saumoneaux d'âge 2) | 918 436 | 1 208 144 | 2 459 436 | 2 869 342 | 952 338 |
| Œufs Adultes matures (saumoneaux d'âge 3) | 1 544 082 | 918 436 | 1 208 144 | 2 459 436 | 2 869 342 |
| Alevins vésiculés (saumoneaux d'âge 2) | 217 250 | 640 060 | 310 521 | 386 450 | 658 050 |
| Alevins vésiculés (saumoneaux d'âge 3) | 245 049 | 217 250 | 640 060 | 310 521 | 386 450 |
| Alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines (saumoneaux d'âge 2) | 107 757 | 0 | 14 950 | 0 | 0 |
| Alevins commençant à s'alimenter de 6 semaines (saumoneaux d'âge 3) | 34 245 | 107 757 | 0 | 14 950 | 0 |
| Tacons d'automne d'âge 0+ (saumoneaux d'âge 1) | 183 518 | 157 932 | 2694 | 0 | 0 |
| Tacons d'automne d'âge 0+ (saumoneaux d'âge 2) | 176 734 | 183 518 | 157 932 | 2694 | 0 |
| Tacons de printemps d'âge 1+ (saumoneaux d'âge 2) | 3000 | 653 | 0 | 170 | 0 |
| Année de la classe de saumoneaux correspondante | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |

Annexe 3. Équations longueur-fécondité du poisson élevé en captivité des rivières spécifiques du programme de banque de gènes vivants (BGV) (rivières Gaspereau, Stewiacke et Big Salmon) utilisées dans la présente étude pour déterminer les pontes d'adultes matures des remises à l'eau de 2008 à 2013.

| Population du programme de BGV | Relations longueur-fécondité | Référence |
|--------------------------------|--|------------------------------------|
| Rivière Gaspereau | $\text{Œufs} = 309,8 * e^{(0,045 * \text{Longueur à la fourche})}$ | B. Lenentine, données non publiées |
| Rivière Stewiacke | $\text{Œufs} = 324,84 * e^{(0,045 * \text{Longueur à la fourche})}$ | B. Lenentine, données non publiées |
| Rivière Big Salmon | $\text{Œufs} = 337,93 * e^{(0,0436 * \text{Longueur à la fourche})}$ | Jones et coll., 2006 * |

* calculés à partir des adultes élevés en captivité originaires de la rivière Tobique

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
1, promenade Challenger, C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Courriel : MaritimesRAP.XMAR@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2020



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2020. Estimation de l'abondance de la population adulte du saumon atlantique revenant frayer à l'intérieur de la baie de Fundy (IBF). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/027.

Also available in English:

DFO. 2020. Inner Bay of Fundy (iBoF) Returning Adult Atlantic Salmon Population Abundance Estimate. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2020/027.